

N=114
28J.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

EVALUACION DEL ACEITE DE RICINO COMO MATERIA PRIMA EN LA ELABORACION DE LIQUIDO PARA FRENOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA:

OLIVIA SOLIS AVILES

México, D. F.

1992.

**TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



JURADO ASIGNADO:

- PRESIDENTE: PROF. RAMIRO EUGENIO DOMINGUEZ DANACHE
- VOCAL: PROF. BERTHA LILIA AMENEYRO FLORES
- SECRETARIO: PROF. ANA ADELA SANCHEZ MENDOZA
- 1er. SUPLENTE: PROF. PEDRO VILLANUEVA GONZALEZ
- 2do. SUPLENTE: PROF. MANUEL JESUS AGUILAR GOMEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LIQUIDOS AUTOMOTRICES, S.A. DE C.V.

ASESOR:

I.Q. RAMIRO EUGENIO DOMINGUEZ DANACHE

SUSTENTANTE:

OLIVIA SOLIS AVILES

I N D I C E

Introducción	1
Leyes Fundamentales de los Fluidos.....	3
Características del Líquido para Frenos.....	6
Composición de un Líquido para Frenos.....	10
Pruebas de Laboratorio.....	13
Desarrollo de Formulaciones.....	34
Resultados Experimentales.....	42
Conclusiones.....	46
Bibliografía.....	48

INTRODUCCION

El sistema de frenos hidráulicos es una de las partes más importantes y vitales en los vehículos. Este tiene la finalidad de transmitir potencia durante la acción de frenado; funciona a base de líquidos (que son incompresibles) que lubrican las piezas móviles, sellan las uniones entre una y otra pieza y favorecen el enfriamiento disipando el calor.

Desde 1936 se han hecho estudios para obtener un líquido para frenos capaz de dar buenos resultados en cualquier condición de trabajo.

El líquido para frenos empleado en el sistema de frenado de un vehículo multiplica la fuerza. Además, aún cuando el líquido se someta a presiones extremas de miles de libras por pulgada cuadrada, el cambio de volumen debe ser insignificante conservando sus propiedades físicas y químicas. La importancia práctica de este hecho es que la fuerza puede ser transmitida sin disminución en todas direcciones.

La lubricación interna en los elementos hidráulicos es proporcionada por el líquido para frenos formando una película de aceite protectora en las partes que continuamente están en fricción entre sí, a fin de que los elementos del sistema de frenado tenga mayor duración. El fluido debe contener aditivos para garantizar que no exista desgaste en las partes metálicas, y proteger contra la oxidación y proporcionar antiemulsividad.

En muchos casos, el fluido es el único sello contra

la presión en el interior de un componente hidráulico y la circulación de éste a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito, hacen que ceda el calor que se genera en el sistema.

La composición del líquido para frenos consta básicamente de un lubricante, un diluyente, un modificador y un inhibidor de corrosión de tal forma que se obtenga un fluido que cumpla con las características deseadas.

CAPITULO I

LEYES FUNDAMENTALES DE LOS FLUIDOS

Entre las propiedades de los fluidos y conociendo los principios de la hidráulica, existen dos que intervienen de manera particular:

Uno de los principios fundamentales de la hidráulica es el de Pascal, que dice: "Los fluidos transmiten íntegramente y en todos los sentidos la presión que soporta", es decir que; la presión aplicada a un líquido confinado se transmite sin disminución de fuerza en todas direcciones, (fig. 1).

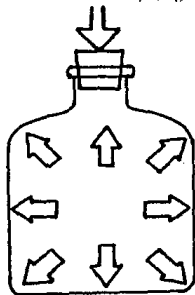


fig. 1

Cuando se aplica una fuerza a un líquido confinado, el líquido exhibe el mismo efecto de rigidez que un sólido. Sin embargo, la fuerza se transmite no solo en línea recta hasta el otro extremo, sino en todas direcciones dentro del líquido confinado.

Por otro lado, existe el teorema de Bernoulli, que establece que: "Conforme un líquido fluye a través de una restricción gana velocidad y pierde presión, y cuando emerge de la restricción pierde velocidad y gana presión". Bernoulli, demostró que en un sistema con una cantidad de fluido, la energía se transforma de una forma a la otra (energía cinética en energía potencial), cada vez que varía el área de la sección transversal de la tubería. Existen dos tipos de flujo en las operaciones de potencia de fluidos: laminar y turbulento.

En el flujo laminar el fluido se desplaza en forma suave y paralela en la dirección del flujo, y se obtiene a bajas velocidades y en tubería recta. Con el flujo laminar la fricción se reduce al mínimo.

Existe turbulencia cuando las partículas no se desplazan en forma suave y paralela a la dirección del flujo. El flujo turbulento es originado por cambios bruscos en la dirección o en el área de la sección transversal o por una velocidad excesiva. Esto nos dá como resultado un gran aumento en la fricción, que produce calor, aumenta la presión de operación y desperdicia potencia.

El sistema de frenos hidráulicos forma un circuito cerrado lleno de líquido para frenos (fig. 2). Cuando se acciona el pedal del freno se inicia la compresión del líquido para frenos enviándolo hacia la tubería del sistema formando una turbulencia cuando el líquido pasa a través de un orificio de alimentación, formando una diferencia de presión para que exista el frenado.

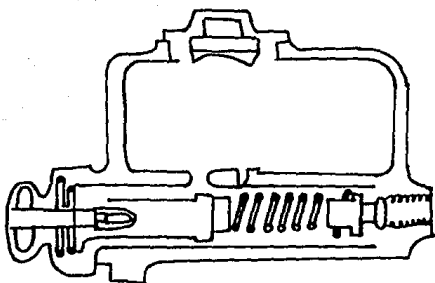


fig. 2

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DEL LIQUIDO PARA FRENOS

El líquido para frenos debe tener ciertas características las cuales son importantes para obtener un buen frenado.

Las características más importantes que debe tener un líquido para frenos son las siguientes:

1.- PUNTO DE EBULLICION:

El punto de ebullición debe ser lo suficientemente alto para asegurar de que no ocurra la evaporación del líquido en el sistema de frenado, ya que debe permanecer líquido e incompresible a las temperaturas de operación. En el caso de que el líquido se evapore y forme un gas dentro del sistema, la compresibilidad del gas puede provocar un amortiguamiento muy peligroso del golpe de presión o una falla completa de los frenos.

2.- EFECTO SOBRE HULE:

El líquido para frenos no debe provocar una expansión en el hule, ya que un aumento excesivo de volumen ocasionaría que los sellos de goma se peguen y se deterioren.

Además, no debe ocasionar una disminución de volumen en el hule ya que tendrá como consecuencia fugas del líquido.

Por lo tanto el líquido para frenos no debe aumentar ni disminuir el volumen de las gomas, ni provocar pérdida de dureza, ampollamiento o rugosidad.

3.- ANTICORROSION

Es un efecto importante ya que se sabe que los glicol-

les reaccionan con los metales provocandoles una pérdida en peso, ya que los atacan en forma corrosiva. Para evitar esto existen los inhibidores de corrosión.

Estos inhibidores son agregados en cantidades pequeñas en las formulaciones del líquido para frenos realizando la función de retardar la corrosión o bien de evitarla totalmente.

4.- VISCOSIDAD:

La viscosidad es la medida de la resistencia al flujo de un fluido, o bien, la medida inversa de su fluidez. Si un líquido fluye con facilidad, su viscosidad es baja y se puede decir que el fluido es delgado o que tiene poco cuerpo. Un líquido que fluye con dificultad posee una alta viscosidad y se dice que es grueso o de mucho cuerpo.

Es importante mantener una viscosidad equilibrada tanto a baja como a alta temperatura. Aún a temperaturas elevadas el líquido para frenos debe mantener una viscosidad de tal forma que pueda tener un grueso conveniente de película para la lubricación de las partes móviles dentro del sistema hidráulico. A temperaturas bajas el líquido debe tener suficiente facilidad de flujo para responder instantáneamente a la presión del pedal.

5.- RESIDUO DE EVAPORACION:

El residuo de evaporación es la cantidad de componentes no volátiles que constituyen al lubricante, contenidos en el líquido para frenos, que forman una película de aceite en las partes metálicas evitando su desgaste y atoramiento y debe ser

viscoso para formar la película de protección.

6.- OXIDACION:

Cuando el líquido para frenos se expone al aire, ocurre la oxidación. Como resultado de esta oxidación la viscosidad del líquido para frenos se incrementa formando depósitos gomosos en la superficie de los metales ocasionando fallas en el sistema de frenado.

Los inhibidores de oxidación reducen el efecto oxidante evitando que la viscosidad se incremente protegiendo los metales sin reducir la duración del fluido en servicio.

7.- TOLERANCIA AL AGUA:

No obstante que los sistemas hidráulicos de frenado deben ser herméticos para poder operar adecuadamente, existen sistemas cuyos depósitos de líquido para frenos se encuentran abiertos a la atmósfera. Esto es posible gracias a un dispositivo de control de dirección de flujo (válvula check), que impide el paso del fluido de las líneas hacia el depósito.

El líquido para frenos es higroscópico, es decir, -- tiene la capacidad de absorber humedad del medio ambiente. Esto puede ocasionar variaciones en las propiedades del fluido. En particular, al bajar la temperatura puede haber una separación de fases y un congelamiento de la fase acuosa, lo que obstruiría las líneas del sistema de frenado. Por lo anterior, el líquido para frenos debe poder disolver el agua en una proporción que mantenga sus propiedades físicas dentro del intervalo de aceptación.

8.- COMPATIBILIDAD:

Debido a que en los talleres usan diferentes tipos de líquido para frenos (que tienen propiedades diferentes) el líquido para frenos debe ser miscible cuando es mezclado con estos sin que cause estratificación o sedimento.

9.- PROPIEDADES A BAJA TEMPERATURA:

Las propiedades de fluidez y apariencia a baja temperatura son para asegurar que si desciende la temperatura durante el almacenamiento, no exista una separación o sedimentación en el líquido o algún otro cambio provocando una funcionalidad deficiente. El líquido debe operar satisfactoriamente bajo períodos prolongados a temperaturas bajas.

10.- ESTABILIDAD A ALTA TEMPERATURA:

Cuando el líquido para frenos esta expuesto a un calentamiento prolongado se modifican sus características, teniendo como consecuencia un descenso en el punto de ebullición indicando que existen componentes en la formulación del líquido para frenos con poca estabilidad.

11.- VALOR DE pH:

Este valor nos indica indirectamente la eficiencia del inhibidor. El fluido debe proporcionarnos un pH básico, ya que si tuviera un pH ácido la corrosión se presentaría inevitablemente.

CAPITULO III

COMPOSICION DE UN LIQUIDO PARA FRENOS

La composición del líquido para frenos debe ser - diseñada químicamente de acuerdo a los materiales que porporcionen las características que se desean. La selección del tipo y cantidad de cada ingrediente depende de las propiedades de los mismos.

Un líquido para frenos tiene principalmente cuatro componentes, los cuales son:

a) Un lubricantes (hasta 20 % en peso) que se usa para prevenir el desgaste de las partes móviles del sistema de frenado.

b) Un disolvente (55 a 80% en peso) usandose para reducir la viscosidad del lubricante y para control de otras propiedades físicas.

c) Un glicol o modificador (0 a 25% en peso) -- que evita el hinchamiento de las gomas y sirve también como solvente para los inhibidores inorgánicos tal como el bórax.

d) Inhibidores (0.2 a 2.0% en peso) impiden la -- oxidación y la corrosión y mantiene el valor de pH en un rango de 7.0 a 11.5.

- LUBRICANTE

El lubricante es un compuesto de alto peso molecular y baja volatilidad, puede ser un poliglicol con un peso

molecular de 700 a 4000. Algunos glicoles (como el polietilenglicol) no se usan como lubricantes en el líquido para frenos por su alto punto de congelación.

Sin embargo, el aceite de ricino se puede utilizar - en las formulaciones de líquido mezclándolo con un glicol para obtener una buena fluidez a bajas temperaturas sin que afecte al hule.

Los poliglicoles sintéticos son aceptados ampliamente debido a sus propiedades de baja viscosidad, alta temperatura de ebullición, estabilidad a bajas temperaturas, buena lubricación y su total inercia hacia el hule.

Los aceites provenientes del petróleo no se utilizan debido a que provocan hinchamiento en las partes de hule del - sistema de frenos.

- DISOLVENTE

Todos los componentes del líquido para frenos, deben quedar disueltos e incorporados en una sola fase.

El disolvente debe satisfacer lo anterior además de tener una temperatura de ebullición alta y controlar algunas propiedades físicas del lubricante.

- GLICOLES

La proporción del glicol en el líquido para frenos sirve para reducir el hinchamiento en las gomas y actúa como disolvente de los inhibidores inorgánicos.

Los glicoles de mayor peso molecular como butileno y hexileno también son usados especialmente ya que ayudan a -

reducir la viscosidad del aceite de ricino cuando se expone a bajas temperaturas.

- INHIBIDORES

El paquete de inhibidores esta compuesto de dos - partes como mínimo. De un material alcalino y un antioxidante.

El material alcalino tal como el bórax o una amina tal como la trietanolamina, se usan para controlar el valor del pH en un rango de 7.0 a 11.5. El uso del bórax depende de la presencia de un glicol simple para disolverlo. Generalmente el 5% de etilenglicol o propilenglicol es suficiente para mantener - 0.5% de bórax en solución en el líquido para frenos. Las aminas son generalmente solubles en otros componentes y el glicol no es necesario para disolverla.

Los antioxidantes son también necesarios para prevenir la excesiva reducción en el punto de ebullición del líquido cuando es expuesto a un calentamiento prolongado y protege al lubricante para que no tenga evaporación, evitando además que no se oxide el líquido para frenos.

Algunas otras aminas antioxidantes pueden ser usadas en bajas concentraciones, por ejemplo, de 0.1% a 0.2% de trimetildihidroquinolina o fenil-naftil-amina o bien de 0.5% de - antioxidantes fenolicos como el bisfenol "A".

CAPITULO IV

PRUEBAS DE LABORATORIO

Con objeto de verificar el comportamiento del aceite de ricino utilizado como lubricante en la formulación de líquido para frenos, y basandonos en las normas ya existentes para ser analizado, se realizaron las pruebas siguientes:

Punto de ebullición a reflujo equilibrado

Ataque del producto sobre el hule

Corrosión

Viscosidad

Pérdida por evaporación

Oxidación

Tolerancia al agua

Compatibilidad

Propiedades a baja temperatura

Estabilidad a alta temperatura

Valor de pH

Las pruebas anteriores se verificaron siguiendo las técnicas especificadas por la Sociedad de Ingenieros Automotrices, para determinaciones de líquido para frenos.

A continuación se describe cada una de las técnicas que se realizaron en el análisis del líquido para frenos.

DETERMINACION DEL PUNTO DE EBULLICION
A REFLUJO EQUILIBRADO

Se limpia y se seca cuidadosamente, todo el equipo antes de usarse. Al matraz se le agregan 60 ml de líquido para frenos y tres o cuatro perlas de ebullición.

Cuando el aparato se encuentra listo, como se muestra en la figura No. 1 se calienta el matraz a un límite tal, -- que el líquido para frenos se encuentre reflujando aproximadamente en 10 minutos a una velocidad de 1 gota/segundo. El equilibrio de reflujo especificado, debe mantenerse dentro de los siguientes 5 minutos. Se anota el valor promedio de cuatro lecturas de temperatura. Esta prueba se realiza por duplicado.

CALCULOS:

A la temperatura promedio obtenida de la prueba, - se le corrige por presión, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$C = 0.000095 (760 - P) (273 + T)$$

donde:

C = factor de corrección de temperatura

P = presión barométrica local, en mmHg

T = temperatura promedio obtenida en °C

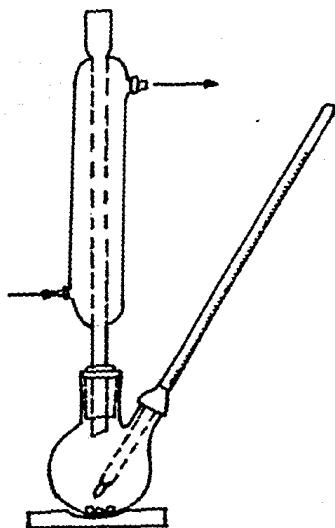


Fig. No. 1
Equipo para la prueba de punto de
ebullición a reflujo equilibrado

DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD CINE- MATICA Y DINAMICA

CALIBRACION:

De termómetros: El termómetro líquido en vidrio deben ser verificado lo más cercano a 0.01 °C por comparación directa con un termómetro calibrado. Los termómetros para -- prueba de viscosidad cinemática deben normalizarse a inmersión total por medio de inmersiones de toda la columna de mercurio exponiendo el remanente del tallo y la cámara de expansión del termómetro al medio ambiente; no debe de sumergirse el - bulbo de expansión del termómetro.

Es importante que la temperatura de congelación se determine en los termómetros periódicamente y que la correc- ción se ajuste a los cambios de la temperatura de congelación.

Del método: deben emplearse los aceites enlistados en la tabla No. 1 como una verificación del procedimiento en el laboratorio, si la medida de la viscosidad cinemática no está - dentro de $\pm 0.35\%$ del valor certificado, cada paso del procedi- miento debe ser verificado incluyendo la calibración de los ter- mómetros y viscosímetros, con el fin de localizar la posible -- fuente de error.

PROCEDIMIENTO:

Para la determinación de la viscosidad se utiliza un baño adecuado para la inmersión del viscosímetro de modo que el bulbo del aceite, se encuentre por lo menos 5 mm abajo del nivel superior del baño, y con los dispositivos para visibilidad del

viscosímetro y del termómetro.

Se selecciona un viscosímetro limpio, seco y calibrado que de un tiempo de flujo mayor de 200 segundos.

Cuando la prueba se efectúa a temperaturas menores de 0 °C se aconseja cargar la muestra en el viscosímetro a temperatura ambiente, dejando que el viscosímetro se enfríe a la temperatura del baño, manteniendo la muestra en el capilar de trabajo para prevenir ligeras acumulaciones de escarcha en las paredes del capilar.

Se establece un margen de tiempo para alcanzar la temperatura de equilibrio (30 minutos son suficientes), cuando el diseño del viscosímetro así lo requiera.

Se usa succión (si la muestra no contiene constituyentes volátiles) o presión. Con la muestra fluyendo libremente se mide en segundos con una aproximación de 0.2 segundos el tiempo necesario para que el menisco pase de la primera marca a la segunda. Si este tiempo de flujo es menor que el mínimo especificado, se selecciona un viscosímetro con un capilar de diámetro menor y se repite la operación.

Viscosidad Dinámica:

Se determina la densidad de la muestra, lo más cercano a 0.001 g/cc a la misma temperatura que la de la viscosidad. La viscosidad dinámica se obtiene multiplicando la viscosidad cinemática medida, por la densidad del líquido para frenos.

Limpieza de los viscosímetros:

El viscosímetro debe limpiarse cuidadosamente entre determinaciones sucesivas, por medio de varios lavados con un --

solvente adecuado, que sea completamente volátil. Se seca el tubo pasando una corriente lenta de aire filtrado y seco a través del viscosímetro o hasta que los últimos residuos del disolvente sean eliminados.

Se limpian los viscosímetros periódicamente con ácido crómico, con el fin de eliminar depósitos orgánicos, enjuagando cuidadosamente con agua destilada y acetona y secando con aire limpio y seco.

Los depósitos de sales de plomo o fierro se pueden eliminar por medio de un tratamiento con ácido acético. Si se sabe que están presentes sales de bario, el viscosímetro deberá ser lavado con ácido clorhídrico antes de lavarse con ácido crómico.

CALCULOS:

Por medio de la siguiente ecuación se determina la viscosidad.

$$\mu = C \times t$$

donde:

μ = viscosidad cinemática en centistokes

C = constante de calibración de viscosímetro, cSt/seg.

t = tiempo de flujo en segundos

La viscosidad dinámica η se calcula de la viscosidad cinemática calculada μ y de la densidad ρ por medio de la fórmula siguiente:

$$\eta = \mu \rho$$

donde:

η = viscosidad dinámica en centipoises

ρ = densidad en g/cc a la misma temperatura empleada para medir el tiempo de flujo t

μ = viscosidad cinemática en centistokes

Se informan los resultados de la prueba para viscosidad cinemática y dinámica, aproximadamente al valor más cercano a la milésima del valor medido o calculado respectivamente.

T A B L A N o . 1
ACEITES DE VISCOSIDAD CONOCIDA

Designación de los aceites de viscosidad cinemática aproximadas, en sCt.				
Viscosidad conocida				
A.S.T.M.	20 °C	25 °C	37.78	98.98°C
S-3	4.6	4.0	3.0	1.2
S-6	10.0	9.0	6.0	1.8
S-20	44.0	35.0	20.0	3.9
S-60	160.0	120.0	60.0	7.7
S-200	700.0	480.0	200.0	16.0
S-600	2500.0	1600.0	600.0	32.0

DETERMINACION DEL pH

Se mezcla un volumen de líquido para frenos con un volumen igual de una solución neutralizada a un pH de 7.0 compuesta de 80% de alcohol etílico y 20% de agua destilada recién hervida y fría.

Ajustar la escala del potenciómetro a 7.0 de acuerdo a las indicaciones del manual del aparato, empleando para ello, la solución reguladora de pH = 7.0; una vez efectuado este ajuste se lavan los electrodos con agua destilada, enjuagándolos con una pequeña porción de la mezcla preparada, a la cual se le va a medir el pH. A continuación se le efectúa la determinación del pH a una temperatura de 23 °C, de acuerdo con las indicaciones del manual del aparato.

DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD

COMPOSICION QUIMICA DEL LIQUIDO DE COMPATIBILIDAD

	% en peso
Mono etil éter del dietilénglicol	51.70
Mono butil éter del dietilénglicol	2.26
Metil éter del tripropilénglicol	5.12
Oxido del propiléntriol, con una viscosidad de 200 "centistokes" a 38 °C y una densidad de 1.064 g/cc a 20/20 °C	5.30
Etilénglicol	2.47
Dietilénglicol	1.34
Propilénglicol	2.45
Metil-isobutil-carbinol	4.30
Polipropilénglicol 2025 P.M.	2.30
Polipropilénglicol 150 P.M.	1.30
Monoresinolato del propilénglicol	3.30
Aceite de castor reaccionado- Polipropilénglicol	1.90
2-metil-2,4-pentanodiol	2.80
Monobutiléter-1,2-oxi-etilén-1, 2-oxi-propilénglicol con una densidad de 1.058 g/cc a 20/20 °C y una viscosidad de 440 "centistokes" a 38 °C	3.16
Monobutil-éter-1, 2-oxi-etilén-1,2-oxi-propilénglicol con una densidad de 1.038 g/cc a 20/20 °C y una viscosidad de 56.5 "centistokes" a 38 °C	8.85
Bórax-etilénglicol condensado (25% de tetraborato de sodio anhídrido)	0.25

Difenilol propano	0.53
Nitrato de sodio	0.01
Tetraborato de sodio	0.10
Tetraborato de potasio	0.18
Fosfato de tricresilo	0.10
Sal de amino amidazolina (solución al 33%)	0.01
Jabón de potasio de aceite de castor (neutro-anhídrido)	0.18
N. fenil morfolina	0.09

Estabilidad a alta temperatura: se calientan 60 ml de líquido para frenos, a una temperatura de 185 °C durante 2 horas. Al cabo de este tiempo, se determina la temperatura de ebullición a reflujo equilibrado.

Estabilidad química: se mezclan 30 ml de líquido para frenos, con 30 ml de líquido de compatibilidad antes mencionado y se determina la temperatura de ebullición a reflujo equilibrado manteniendo la velocidad de reflujo de 1 a 2 gotas/segundo durante 15 minutos.

Interpretación de resultados:

La diferencia entre la temperatura de ebullición a reflujo equilibrado, la estabilidad a alta temperatura y la estabilidad química, se consideran como el cambio en la temperatura de ebullición del líquido para frenos.

DETERMINACIÓN DE LA FLUIDEZ Y APARIENCIA A BAJAS TEMPERATURAS

Para determinar la fluidez y apariencia a bajas temperaturas se realizaron dos muestras de 100 ml cada una de líquido para frenos, una de ellas se mantiene durante 144 horas a una temperatura de -40°C y la otra a -50°C durante 6 horas. Al cabo de este tiempo se saca la botella y se limpia con un paño limpio y libre de pelusa y humedecido con etanol o acetona. Se invierte la botella y se determina los segundos que tarda la burbuja de aire en llegar a la parte superior. Se observa la transparencia y claridad del líquido colocando la botella contra la "carta de poder de encubrimiento" fig. 2.

A continuación se examina el líquido para observar si hay evidencia de estratificación y sedimentación.

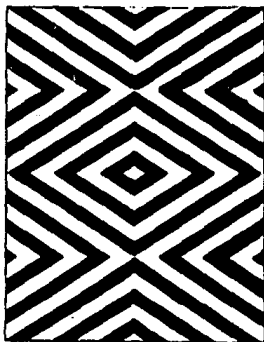


FIG No. 2 CARTA DE PODER DE ENCUBRIMIENTO

DETERMINACION DE LA EVAPORACION

La prueba de "evaporación", se divide en los pasos siguientes:

- Determinación del porcentaje de evaporación
- Apariencia del residuo de evaporación y
- Determinación de la temperatura de escurrimiento del residuo de evaporación.

PROCEDIMIENTO:

Se obtiene la tara de cuatro juegos de cajas de Petri (con sus tapas), las cuales han sido puestas a peso constante, a la aproximación de 0.01 g, teniendo cuidado de manipularlas con piezas, con el fin de evitar el contacto de los dedos, con ellas.

Se agregan 25 ml del líquido para frenos, en cada caja de Petri tarada y se vuelve a pesar con una aproximación de 0.01 g. El peso del líquido, se determina por la diferencia en peso de las cajas llenas y vacías. Se colocan las cajas dentro de sus cubiertas invertidas y posteriormente se meten dentro de una estufa de convección mantenida a 100 °C, durante 46 horas.

Se sacan las cajas de la estufa, se dejan enfriar en un desecador durante una hora y se pesan, se regresan todas las cajas a la estufa por un periodo adicional de 22 horas, continuando este procedimiento hasta que se alcance el equilibrio por una pérdida de peso incremental de no más de 0.25 g en 22 horas, en todas las cajas individualmente, o bien que este

equilibrio se alcance en un máximo de siete días.

Se examina el residuo de las cajas al final de la prueba frotando el fondo de la caja con la yema del dedo para ver si no existe material abrasivo o arenoso.

Se combinan los residuos de las cuatro cajas, en la botella muestreadora y se coloca ésta en posición vertical durante una hora a una temperatura de -5°C en el baño o cámara fría. Al cabo de este período, se saca y se coloca en posición horizontal, el residuo debe fluir por lo menos 5 mm a lo largo de la pared del tubo dentro de 5 segundos.

CALCULOS:

Se calcula el porcentaje de evaporación del líquido en cada caja, de acuerdo con la fórmula dada a continuación y se promedian los porcentajes evaporados de las cuatro cajas para determinar la pérdida por evaporación.

$$\% \text{ de evaporación} = \frac{P_m - P_r}{P_m - P} \times 100$$

donde:

P_m = peso de la caja de Petri + la muestra del líquido para frenos.

P = peso de la caja de Petri vacía

P_r = peso de la caja de Petri + el residuo de evaporación una vez alcanzado el equilibrio.

Se determina la apariencia del residuo de evaporación y se reporta si el residuo fluye en las condiciones especificadas en la sección anterior.

DETERMINACION DE LA COMPATIBILIDAD

A -40 °C:

Se mezcla 50 ml de líquido para frenos y 50 ml de líquido de compatibilidad y se vierten en un tubo de centrifuga. Se coloca el tubo dentro de una cámara o baño durante 22 horas a -40 °C, después de este período de enfriamiento, se saca el tubo del baño y se limpia con un paño limpio libre de pelusa humedecido con etanol o acetona y se determina la transparencia y la claridad de la mezcla, poniendola contra la carta de prueba de poder de encubrimiento y se observa si tiene evidencia de estratificación o sedimentación.

A 60 °C:

Después de la prueba de -40 °C se pone el tubo en una estufa durante 22 horas a una temperatura de 60 °C, al cabo de este período de calentamiento, se centrifuga el tubo por 10 minutos a una velocidad relativa de 600 a 700 RPM, y se determina el porcentaje de sedimento repitiendo esta operación hasta obtener constantes tres lecturas consecutivas.

DETERMINACION DE LA COMPATIBILIDAD

A -40 °C:

Se mezcla 50 ml de líquido para frenos y 50 ml de líquido de compatibilidad y se vierten en un tubo de centrifuga. Se coloca el tubo dentro de una cámara o baño durante 22 horas a -40 °C, después de este período de enfriamiento, se saca el tubo del baño y se limpia con un paño limpio libre de pelusa humedecido con etanol o acetona y se determina la transparencia y la claridad de la mezcla, poniendola contra la carta de prueba de poder de encubrimiento y se observa si tiene evidencia de estratificación o sedimentación.

A 60 °C:

Después de la prueba de -40 °C se pone el tubo en una estufa durante 22 horas a una temperatura de 60 °C, al cabo de este período de calentamiento, se centrifuga el tubo por 10 minutos a una velocidad relativa de 600 a 700 RPM, y se determina el porcentaje de sedimento repitiendo esta operación hasta obtener constantes tres lecturas consecutivas.

DETERMINACION DE LA CORROSION

Esta prueba se divide en:

Determinación de la corrosión de las tiras de metal,
Apariencia de las tiras de metal después de la prueba,

Apariencia de la mezcla, líquido para frenos-agua,
Formación de depósitos cristalinos,

Contenido de sedimento en la mezcla, líquido para frenos-agua,

Valor de pH de la mezcla,

Apariencia de las gomas de hule y

Cambio de dureza y diámetro de la base de las gomas.

PROCEDIMIENTO:

Se utilizan láminas, obtenidas de la Sociedad de Ingenieros Automotrices, de los metales siguientes:

Acero estañado

Acero

Aluminio

Fierro

Latón

Cobre

Se preparan dos juegos de láminas de cada uno de los metales mencionados. Las láminas a excepción del acero -- estañado se pulen con una lija de agua No. 320-A hasta la eliminación total de cualquier oxidación, picadura e incrustación que pudieran tener.

Se determina el área y el peso de cada una de las láminas y se ensamblan en una chaveta de acero sin recubrimiento, de tal manera que las láminas queden en contacto electrofónico en el orden en el cual fueron enlistadas.

Posteriormente se enjuagan en una solución de etanol que contenga 5% de agua destilada para eliminar las huellas digitales, además se mide el diámetro y la dureza de las gomas. Después se soporta cada juego de láminas sobre las gomas con los labios hacia arriba.

Se mezclan 760 ml de líquido para frenos con 40 ml de agua destilada y se agrega suficiente cantidad de la mezcla a cada uno de los recipientes, se tapan y se meten a una estufa a 100 °C de temperatura durante 120 horas. Al cabo de este tiempo de calentamiento se retiran los recipientes de la estufa y se dejan enfriar, inmediatamente después se sacan las láminas agitandolas dentro de líquido con el propósito de desprender el sedimento adherido. Se examinan las láminas para ver si hay adherencia de depósitos cristalinos.

Se desarman los juegos de las láminas y se lavan al chorro de agua limpiandolas individualmente con un paño limpio libre de pelusa, humedecido con etanol.

Se examinan las láminas para ver si presentan corrosión y picaduras. Se colocan las láminas en el desecador durante una hora y se pesan, se obtiene la diferencia entre los pesos y se dividen entre sus respectivas áreas.

Se promedian los resultados obtenidos.

Se sacan las gomas se lavan con etanol y se examinan para ver si tienen pegajosidad, ampollamiento u otras formas de desintegración. Se mide el diámetro y dureza después de 15 minutos de haberlas sacado del líquido.

Se examina la mezcla de líquido para frenos-agua en los recipientes con el fin de ver si hay gelatinosidad, se agita el líquido en los recipientes para suspender todo el sedimento y se transfiere una porción de 100 ml en un tubo de centrifuga y se determina el porcentaje en volumen de sedimento centrifugando durante 10 minutos a una velocidad relativa de 600 a 700 RPM repitiendo esta operación hasta obtener tres lecturas consecutivas iguales.

Se mide el valor del pH de la mezcla.

DETERMINACION DEL EFECTO SOBRE HULE

Se lavan cuatro gomas con alcohol que no presenten ningún defecto y se limpian con un paño libre de pelusa, las gomas no deben permanecer más de 30 segundos en el alcohol.

Posteriormente se mide el diámetro de la base de la goma, empleando el micrómetro, promediando dos lecturas efectuadas a 90 ° una con respecto de la otra. Se rechaza cualquier goma cuyo diámetro difiera en más de 0.08 mm.

Se determina la dureza de las gomas.

En dos recipientes de vidrio se agregan 75 ml del líquido para frenos y se introducen en cada uno de ellos dos gomas (ya medidas).

Uno de los recipientes, se somete a 120 °C durante 70 horas y el otro a 70 °C durante 120 horas.

Al finalizar cada uno de los períodos de prueba, se sacan los frascos de la estufa y se dejan enfriar durante 60 -- minutos a temperatura ambiente.

Al teminar el período de enfriamiento, se sacan las gomas de los recipientes, se lavan rápidamente con alcohol y se secan al aire. A cada goma se le vuelve a medir su dureza y su diámetro observando además la apariencia.

Después de la prueba debe reportarse cualquier cambio en la apariencia de las gomas, tale como: tipo de desintegración, pegajosidad, ampollamiento o grietas.

DETERMINACION DE LA OXIDACION

Esta prueba se divide en:

Apariencia de las láminas del metal y pérdida por corrosión.

Se utilizan dos juegos de láminas metálicas formados cada uno por una lámina de hierro de fundición y otra de aluminio con un separador de estaño.

Las láminas de metal de los dos juegos, se pulen en toda su superficie con lija y alcohol hasta que todos los cortes, rayones o picaduras se eliminen.

Se determina el área de cada lámina haciendo uso del micrómetro y se pesa cada lámina, posteriormente se ensamblan en una chaveta de acero sin recubrimiento, separando las láminas con la lámina de estaño.

Se ponen 50 ml de líquido para frenos en la botella de vidrio. Se le agregan 100 mg de peróxido de benzofl y 2.5 ml de agua destilada, se coloca dentro de una estufa a 70 °C durante 2 horas, agitandola cada 15 minutos para disolver el -- peróxido. Al final de este período de calentamiento, se saca la botella de la estufa y se mantiene a temperatura ambiente durante 22 horas.

Se coloca una sección radial de 1/8 de una goma para frenos, en el fondo de cada uno de los tubos de ensaye.

Se le agrega a cada uno 10 ml de la solución preparada y un juego de láminas de metal descansando sobre el pedazo de la goma de hule. La solución debe cubrir la mitad

de la longitud de las láminas y el extremo que tiene la chaveta de acero debe permanecer fuera de la solución. Se tapan los tubos de ensaye y se colocan en posición vertical por un período de 70 horas a temperatura ambiente. Al finalizar este tiempo se aflojan los tapones y se ponen los tubos de ensaye en una estufa a 70 °C durante 168 horas. Después de este período de calentamiento, se sacan los tubos, se desamblan las láminas y se examinan para ver si contiene depósitos gomosos, - picaduras o superficies rugosas. Se colocan en el desecador durante una hora y se pesan, determinando la oxidación en la diferencia en peso inicial y final.

DETERMINACION DE LA TOLERANCIA AL AGUA

A -40 °C:

Se mezclan 3.5 ml de agua destilada, con 100 ml de líquido para frenos en un tubo de centrifuga, se tapa con un tapón de corcho y se coloca dentro de la cámara fría o baño a una temperatura de -40 °C durante 22 horas.

Al cabo de este tiempo, se saca el tubo y se limpia con un paño limpio libre de pelusa humedecido con etanol o acetona, y se determina la transparencia y claridad del líquido colocando el tubo contra la "carta de prueba de poder de encubrimiento". Al mismo tiempo se examina el líquido del tubo, para ver si hay evidencia de estratificación y sedimentación. Se invierte el tubo y se determinan los segundos que tarda la burbuja de aire en llegar a la parte superior del tubo. Se considera que la burbuja de aire ha llegado a la parte superior del tubo cuando ésta alcanza la marca de 2 ml en la graduación del tubo.

A 60 °C:

El mismo tubo con la muestra que se empleó en el inciso anterior se coloca en una estufa mantenida a una temperatura de 60 °C durante 22 horas, y se determina el porcentaje de sedimento en volumen, centrifugando el tubo a una velocidad relativa de 600 a 700 RPM, durante 10 minutos, repitiendo esta operación hasta que tres lecturas subsecuentes sean iguales.

CAPITULO V

DESARROLLO DE FORMULACIONES

La formulación de un líquido para frenos ha sufrido cambios radicales paralelamente a los diseños automotrices.

Las primeras formulaciones fueron hechas a base de alcohol y aceite de ricino, glicerina y glicoles para obtener la transmisión necesaria de presión en el sistema.

El aceite de ricino es el único aceite comercial que contiene una cantidad considerable de hidroxiaácidos. Se clasifica en dos calidades, para fines comerciales. La primera que se obtiene del primer prensado en frío de las bayas, es casi incoloro y se usa para fines medicinales; y la segunda que se obtiene en un prensado posterior o por extracción con disolventes, es algo coloreado y se usa sólo para fines industriales, este se emplea extensivamente como base de fluidos para sistemas hidráulicos y, sobre todo, para aquellos expuestos a temperatura baja; por ejemplo, frenos de automóviles y otros dispositivos de los aviones. El aceite de ricino presenta ciertas ventajas sobre los aceites minerales y otros aceites grasos: su punto de congelación es relativamente bajo, es compatible con líquidos polares de baja viscosidad y tiene poca acción sobre las empaquetaduras de caucho.

Los fluidos hidráulicos, con base de aceite de ricino han sido estudiados por Shough, quién recomienda los alcoholes alifáticos superiores, como otro ingrediente principal del compuesto y el empleo de aceite de ricino oxidado, más bien que al estado natural, para conseguir mezclas con viscosidad razonable-

mente alta, a la vez que con un punto de congelación bajo.

El aceite de ricino es más viscoso que los aceites ordinarios por lo cual es adecuado para la lubricación de maquinaria pesada. Su viscosidad cambia poco con la temperatura y el punto de solidificación es bajo considerandose más o menos necesario en la lubricación de motores de aviación.

Las características del aceite de ricino se mencionan en la tabla No. 1.

T A B L A N o . 1

Características del aceite de ricino

Densidad a 25/25 °C	0.945-0.965
Índice de refracción a 25 °C	1.473-1.477
Índice de saponificación	176-187
Ácidos saturados	2.4
Ácido dihidroxiesteárico	0.6
Ácido oleico	7.4
Ácido ricinoleico	87.0
Ácido linólico	3.1

Los glicoles industriales han adquirido primordial importancia debido a sus cualidades intrínsecas, las cuales se adaptan mejor que cualquier otro material a las propiedades del líquido para frenos.

Entre estas cualidades, cabe destacar de modo principal su alto punto de ebullición y su bajo punto de congelación, rangos que permiten formulaciones para cualquier tipo de trabajo y su uso en los climas más extremos, así como sus

propiedades anticorrosivas y antioxidantes y su viscosidad baja.

Entre los glicoles propilénicos más usados en estas formulaciones se encuentran el propiléniglicol grado industrial y el dripropiléniglicol, los cuales actúan como agentes de unión entre el lubricante y el solvente.

T A B L A N o . 2

Características de los glicoles industriales

	Dietiléniglicol	Propiléniglicol	Dipropiléniglicol
Temp. ebullición (°C)	244.6	188.0	231.5
Temp. inflamación (°C)	138.0	102.0	121.0
Temp. ignición (°C)	143.0	104.0	124.0
Temp. escurrimiento (°C)	-53.8	-58.2	-38.8
Densidad 25/25 °C	1.116	1.036	1.026

La solubilidad del aceite de ricino en dichos glicoles se muestra en la tabla No. 3, que nos proporciona información para tener un rango de aplicación de estos materiales.

T A B L A N o . 3

Solubilidad del aceite de ricino en los glicoles industriales

	g/100 ml de glicol a 25 °C
Etiléniglicol	insoluble
Dietiléniglicol	0.5
Propiléniglicol	1.0
Dipropiléniglicol	0.8

El disolvente a utilizar es una mezcla de éteres prin-

principalmente el éter butílico de trietilenglicol, éter butílico de dietilenglicol y el éter etílico de dietilenglicol, que ayudan a obtener un punto de ebullición alto, a solubilizar los inhibidores inorgánicos y a reducir la viscosidad del aceite de ricino.

T A B L A N o . 4

Características de éteres glicolicos

	Eter etílico de dietilenglicol	Eter butílico de dietilenglicol	Eter butílico de Trietilenglicol
Temp. ebullición (°C)	202.7	230.6	270.0
Densidad 20/20 °C	0.9898	0.9536	0.99
Pto. inflamación (°C)	210.0	240.0	290.0
Pto. vaciado (°C)	-90.0	-76.0	-41.0
Pto. congelación (°C)	-76.0	-68.1	--

Analizando las características del aceite de ricino, de los glicoles propilénicos y de los éteres glicolicos se realizaron formulaciones para observar el comportamiento de estos materiales, como se indica a continuación:

Fórmula No. 1

componente	% en peso
alcohol	32.11
glicoéter	25.31
glicol	16.05
aceite de ricino	16.05
inhibidores	0.48

principalmente el éter butílico de trietilenglicol, éter butílico de dietilenglicol y el éter etílico de dietilenglicol, que ayudan a obtener un punto de ebullición alto, a solubilizar los inhibidores inorgánicos y a reducir la viscosidad del aceite de ricino.

T A B L A N o . 4

Características de éteres glicolicos

	Eter etílico de dietilenglicol	Eter butílico de dietilenglicol	Eter butílico de Trietilenglicol
Temp. ebullición (°C)	202.7	230.6	270.0
Densidad 20/20 °C	0.9898	0.9536	0.99
Pto. inflamación (°C)	210.0	240.0	290.0
Pto. vaciado (°C)	-90.0	-76.0	-41.0
Pto. congelación (°C)	-76.0	-68.1	--

Analizando las características del aceite de ricino, de los glicoles propilénicos y de los éteres glicolicos se realizaron formulaciones para observar el comportamiento de estos materiales, como se indica a continuación:

Fórmula No. 1

componente	% en peso
alcohol	32.11
glicoéter	25.31
glicol	16.05
aceite de ricino	16.05
inhibidores	0.48

Fórmula No. 2

componente	% en peso
glicoéter	69.3
glicol	20.0
aceite de ricino	10.0
inhibidores	0.7

Fórmula No. 3

componente	% en peso
glicoéter	76.0
glicol	10.0
aceite de ricino	12.0
inhibidores	2.0

Fórmula No. 4

componente	% en peso
glicoéter	70.0
glicol	9.0
aceite de ricino	20.0
inhibidores	1.0

En la fórmula No. 1 se le adicionó alcohol butílico puesto que el aceite de ricino es completamente soluble en los alcoholes, además éste se utilizaba en formulaciones desarrolladas en 1941 y se pretendía observar el efecto en las características del líquido para frenos. Los resultados obtenidos en el laboratorio fueron los siguientes:

Pto. de eb. a reflujo equilibrado = 170 °C @ 585 mmHg

pto. de eb. a reflujo equilibrado = 177 °C @ 760 mmHg

BPRE = punto de ebullición a reflujo equilibrado

Se observó que con la presencia del alcohol se obtiene un BPRE muy bajo del que se pretende obtener (250 °C como mínimo) sin que cubriera una de las características importantes del líquido para frenos.

En la fórmula No. 2 se observó que a pesar de incrementar la concentración del glicóeter (éter butílico de dietilenglicol y éter etílico de dietilenglicol) y la presencia del glicol (propilenglicol) se obtuvo un BPRE bajo, obteniendo los resultados siguientes:

BPRE = 185 °C @ 585 mmHg

BPRE = 192.5 °C @ 760 mmHg

Densidad 25/25 °C = 1.02 g/cc

pH = 8.4

Los glicóeteres (éter etílico de dietilenglicol y éter butílico de dietilenglicol) usados en la fórmula No. 3 nos proporcionaron un BPRE bajo a pesar de haber utilizado un glicol (dipropilenglicol) de mayor punto de ebullición, los resultados obtenidos en el laboratorio fueron los siguientes:

BPRE = 189 °C @ 585 mmHg

BPRE = 196.6 °C @ 760 mmHg

Densidad 25/25 °C = 1.02 g/cc

pH = 7.9

En la fórmula No. 4 sólo se usó un glicóeter (éter butílico de dietilenglicol) y un glicol (propilenglicol) teniendo --

mayor cantidad de aceite de ricino obteniendo los resultados siguientes:

BPRE = 195 °C @ 585 mmHg

BPRE = 202.7 °C @ 760 mmHg

Densidad 25/25 °C = 0.995 g/cc

pH = 8.1

De estas pruebas preliminares se observó que si se aumenta la cantidad de aceite de ricino el BPRE se incrementa gradualmente, pero en pruebas frías se observa un aumento considerable en la viscosidad.

Estas observaciones sirvieron para tener una visión de las cantidades y materiales que se pueden utilizar para obtener las características deseadas del líquido para frenos por lo que se procedió a realizar las formulaciones siguientes:

Fórmula No. 1

componente	% en peso
poliglicol	74.0
aceite de ricino	25.0
inhibidores	1.0

Fórmula No. 2

componente	% en peso
pluracol	56.0
poliglicol	6.0
aceite de ricino	10.0
glicoéter	27.0
inhibidores	1.0

Fórmula No. 3

componente	% en peso
pluracol	53.0
glicoéter	25.0
poliglicol	3.0
aceite de ricino	18.0
inhibidores	1.0

En las tres formulaciones se modificó ligeramente la concentración del aceite de ricino, puesto que en las pruebas -- preliminares se observó que en este rango de concentración se obtenía el equilibrio tanto en BPRE como en pruebas frías posteriormente se realizaron pruebas de laboratorio, determinando BPRE, pH, viscosidad a -40 °C como pruebas relevantes, y de acuerdo a los resultados obtenidos se realizaron las demás pruebas cuyos resultados se presentan en el capítulo siguiente.

CAPITULO VI

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Del desarrollo efectuado en el capítulo anterior se procedió a la realización de las pruebas complementarias de las formulaciones que se realizaron. Ya que los fluidos hidráulicos, además de ser agentes para la transmisión de potencia, - deben actuar como lubricantes de las bombas y de otros dispositivos del sistema. Para el funcionamiento eficaz de un sistema se requiere que el fluido hidráulico tenga las cinco características siguientes:

- 1.- Lubricar las partes móviles
- 2.- Resistir la descomposición química
- 3.- Evitar el enmohecimiento
- 4.- Evitar la corrosión
- 5.- Sellar partes de ajuste

Además debe cumplir con las siguientes especificaciones para poder considerarse como un buen producto, (estas se presentan en forma comparativa con los resultados obtenidos en el laboratorio de las formulaciones desarrolladas).

R E S U L T A D O S

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	FORMULA 1	FORMULA 2	FORMULA 3
-BPRIE (°C)	250.0 mfn.	253.5	248.5	257.6
-Densidad (g/cc)	--	1.03	1.06	1.03
-Valor de pH	7.5 a 11.5	7.6	8.3	8.0
-Estabilidad química (°C)	2.0	2.0	3.0	3.0
-Estabilidad térmica (°C)	3.0	3.0	3.0	4.0
-Viscosidad a -40 °C (sCt)	1800 máx.	1256.4	1576.6	1634.2
-Viscosidad a 100 °C (sCt)	1.5 mfn.	1.78	1.45	1.9
-Efecto sobre hule a 120 °C				
Dureza (GIDH)	15 máx.	9	10	9
Diámetro (mm)	0.005	0.004	0.008	0.018
-Evaporación a 100 °C (%)	80 máx.	76.49	78.9	83.77
-Fluidez y apariencia a baja temp.				
Inversión de burbuja (seg.)	10	9	9	10
Apariencia con carta	BIEN	TURBULENCIA	BIEN	BIEN
-Tolerancia al agua a -40 °C				
Inversión de burbuja (seg.)	10	9	9	10
Apariencia con carta	BIEN	TURBULENCIA	BIEN	BIEN
-Compatibilidad	BIEN	TURBULENCIA	BIEN	BIEN
-Corrosión (mg/cm ²)				
Acero estañado	0.2 máx.	0.1336	0.3584	0.1738
Acero	0.2	0.0290	0.0868	0.1093
Aluminio	0.1	0.0563	0.2772	0.0353
Fierro	0.2	0.2525	0.2258	0.1367
Latón	0.4	0.0627	0.0633	0.0436
Cobre	0.4	0.0164	0.0186	0.1371

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	R E S U L T A D O S		
		FORMULA 1	FORMULA 2	FORMULA 3
Oxidación (mg/cm ²)				
Fierro	0.05	0.038	0.111	0.1738
Aluminio	0.03	0.0118	0.078	0.0939

[REDACTED]

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que la cantidad de lubricante favorece las pruebas a alta temperatura pero las pruebas a baja temperatura no se cubren al 100 por ciento y el efecto sobre el hule lo contrarresta perfectamente el tipo de glicol que se utilizó.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se elaboró un líquido para frenos utilizando aceite de ricino como materia prima desempeñando la función de lubricante.

De acuerdo a las especificaciones de un líquido para frenos convencional, el aceite de ricino proporciona buenos resultados por sus características, un punto de congelación relativamente bajo, su compatibilidad con líquidos polares de baja viscosidad, poca acción sobre el hule estireno-butadieno y elevado punto de ebullición, por tal motivo se recomienda el aceite de ricino como lubricante, en las formulaciones de líquido para frenos.

El poliglicol que se utilizó queda limitado a un solo componente que podría usarse más bien como un modificador que ayuda a evitar el hinchamiento de las gomas.

El pluracol (copolímero) se considera que es el de mayor aplicación sirviendo como solvente tanto del aceite de ricino como de los inhibidores inorgánicos presentes en la formulación del líquido para frenos con buenas características físicas y químicas.

Los resultados obtenidos en las formulaciones desarrolladas no pueden considerarse como definitivas, ya que para seleccionar apropiadamente los cuatro componentes principales que constituyen la formulación de un líquido para frenos implica conocer los cambios en los diseños automotrices, adaptándose a las necesidades actuales.

Finalmente la utilización del aceite de ricino en futuras formulaciones de líquido para frenos tendrá la misma función, de ser un buen lubricante.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALTON, E. Bailely. 1961.
Aceites y Grasas Industriales.
2ª Ed., Reverté, México.
- 2.- A.S.T.M. 1988.
Standard Methods of Test for Distillation Range of
Volatile Organic Liquids.
D1078-63. A.S.T.M., USA.
- 3.- CURME, G. Oliver. 1888.
Glycols.
1ª Ed., Reinhold, USA.
- 4.- FULTON, R. 1933.
Hydraulic pressure transmitting fluid
to Puritan Co., Inc.
U.S. Patent 2238045
Oct. 3, 1933.
- 5.- KLAGES, Friedrich. 1960.
Tratado de Química Orgánica.
4ª Ed., Reverté, Barcelona.
- 6.- MUENCH, E., and Nicolai, R. 1933.
Rotary Machine or Power Engine.
to I. G. Farbenindustrie A. G.
U.S. Patent 1989564
Feb. 21, 1933.

- 7.- ROBOLD, G. P. 1978.
Conventional Brake Fluid State of the Art.
Org. Chem. Tech. Serv. Dev., Dow Chem. Co.
Midland MI USA,
Soc. Automot. Eng. Tech. Pap. Ser. 1978.
- 8.- SPERRY, Vickers. Sin año.
Manual de Hidráulica Industrial.
Sperry Rand Mexicana, México.
- 9.- TATTER, J. W. 1933.
Brake Fluid Composition.
to Lewis Defferential Co.
U.S. Patent 1928956
Oct. 3, 1933.
- 10.- VALENCIA, Andrade G. 1974.
Manual de Lubricación.
Vol. 1, Edicol, México.
- 11.- WINGROVE, A. S. y Caret, R. L. 1981.
Química Orgánica.
Harper and Row, USA.
- 12.- WOODHOUSE, J. C., and Weber, A. G. 1941.
Hidraulic Fluid.
to E. I. du Pont de Nemours and Co.
U.S. Patent 2232581
Feb. 18, 1941.