

3. 43382
A

Int. Cl.: C22C 29/00,
F 16D 69/02

PATENTE DE INVENCION

Case No. FDO 1534

CONCEDIDA

Memoria Descriptiva -1 JUN. 1976

sobre:

Procedimiento para controlar las caracteris-
ticas de fricción y el porcentaje de desgaste
de rotores de frenos de fundición gris.

..=..=..=..=.

Solicitante: FERODO LIMITED, entidad británica, residente en 77.
Fountain Street, Manchester M2 2EA, Inglaterra.

..=..=..=..=.

La presente invención se refiere a perfecciona-
mientos en frenos de vehículos.

Es sabido que las características de rozamien-
to de los materiales utilizados en los componentes
de los sistemas de frenado pueden variar en gran

5.

- medida, con la pérdida consiguiente de los efectos deseados de frenado, incluso entre lotes de materiales que tienen nominalmente las mismas características. Por ejemplo, la composición de un material del revestimiento de fricción de las pastillas de los frenos de disco o de las zapatas de los frenos de tambor debe controlarse estrictamente si se quiere alcanzar los coeficientes deseados de porcentaje de desgaste y de rozamiento. También ocurren variaciones en estas características del "contramiembro", es decir, por ejemplo, el mismo disco o tambor del freno, formado generalmente con fundición gris de grafito lamelar aún cuando el material sea en principio de la misma composición. Hemos comprobado que la variación de las características de rozamiento de dicho contramiembro de fundición se debe, sorprendentemente a una variación en el contenido del mismo de cantidades relativamente diminutas de impurezas.

- Según la presente invención, un procedimiento para controlar las características de rozamiento y la velocidad de desgaste de la fundición gris, comprende controlar el contenido de la fundición de un elemento (aparte del hierro o el silicio) que sea capaz de formar en el mismo unas partículas discretas duras y de elevada temperatura de fusión.

- Los elementos que son fundamentalmente responsables de la variación en las características de rozamiento y velocidad de desgaste incluyen los metales titanio, vanadio, y niobio; otros elementos tales como el wolframio al parecer no muestran este efecto, porque se cree que no se separan como partículas discretas de carburo.

- Así, controlando el contenido de éste elemento (y por lo tanto de las citadas partículas), en la fundición, se

puede reducir el grado de variación de las características de rozamiento de los contramiembros formados con fundición. El citado metal ó metales normalmente no estarán presentes en una cantidad superior al 0,15% en peso.

5. El metal fundamentalmente responsable de la variación en las características de rozamiento es el titanio, que forma un carburo duro de elevada temperatura de fusión, es decir, el denominado complejo carbonitruro de titanio, que normalmente es insoluble en la matriz de hierro. El titanio está presente casi siempre como impureza en hierro fundido hasta un nivel de aproximadamente un 0,1%; hemos determinado que una variación en el contenido de titanio, y/o del contenido de vanadio y/o del niobio, dentro de éste margen relativamente estrecho puede dar lugar a diferencias significativas en las características de rozamiento de los contramiembros, por lo demás de idéntica composición.
- 10.
- 15.

20. Se ha supuesto siempre que la fundición gris de grafito lamelar es consistente en términos de sus características de rozamiento, y por lo tanto la atención se ha dirigido durante muchos años a las causas "externas" de la variación de las características de rozamiento, y se ha pensado que el espesor del contramiembro metálico, el efecto de enfriamiento de las estructuras metálicas adyacentes y otros factores externos, eran los responsables de la variación. Se ha comprobado que el tamaño de las láminas de grafito en la fundición tiene muy poco o ningún efecto en las características normales de rozamiento y desgaste de los rotores de los frenos y por lo tanto, es ciertamente sorprendente que una variación en cantidades tan diminutas de titanio, vanadio y/o neobio proporcionen una variación tal en las características de rozamiento de la fundición gris. Los efectos de otras variacio-
- 25.
- 30.

nes que ocurren normalmente entre las composiciones de fundición gris utilizadas para contramiembros (rotores de freno) tales como el contenido de fosforo, la dureza de la matriz, etc., además de la estructura lamelar del grafito, que podrían afectar a las propiedades de rozamiento y desgaste son superadas sustancialmente, de manera sorprendente, por el efecto de las partículas discretas muy duras.

Controlando el contenido total de elementos tales como el titanio, el vanadio y/o el niobio a menos del 0,015% se asegura que el rozamiento y el desgaste del material de fricción utilizado convencionalmente para frenos de vehículos automóviles se encontrarán consistentemente en el extremo más elevado de la gama normal para dicho material, y controlando el contenido total de dichos elementos a más del 0,075% se asegura que el rozamiento y el desgaste se encuentren consistentemente en el extremo inferior de la gama dada normalmente por cada uno de los materiales. El límite superior se encontrará normalmente por debajo del nivel que provocaría importantes cambios estructurales en la fundición. No es posible especificar un límite exacto porque aunque, en general, se debe evitar tener presente más del 0,15% de cualquiera de estos elementos, estableciendo unos ajustes adecuados en la formulación del hierro fundido es posible recibir más de esta cantidad sin desviarse de una estructura de fundición gris.

Se comprenderá que los términos "elevado" y "bajo" se utilizan en sentido relativo: es necesario seleccionar condiciones standard para la determinación de las características de rozamiento del contramiembro. Es decir, en condiciones normales de funcionamiento, se debería seleccionar un material standard para los forros de fricción y una presión fi-

POOR
QUALITY

ja de frenado cuando se deben determinar las características de rozamiento. En estas condiciones, un coeficiente de rozamiento "elevado" podía ser hasta un 50% superior a un coeficiente de rozamiento "bajo".

5. El contenido del elemento capaz de formar un carburo duro de elevada temperatura de fusión (o un complejo del mismo) podría determinarse por cualquier procedimiento metalúrgico conocido; por ejemplo, el contenido del titanio podría determinarse espectrográficamente durante las pruebas normales de control de calidad de la colada, cuando se determina el contenido de silicio con el fin de comprobar las características de enfriamiento rápido de la fundición.

10. El contenido del metal que forma las partículas duras discretas puede alterarse al valor de control deseado, según sea necesario, por las técnicas metalúrgicas normales, por ejemplo, puede aumentarse el contenido de titanio añadiendo titanio a la colada, en forma de ferro-titanio.

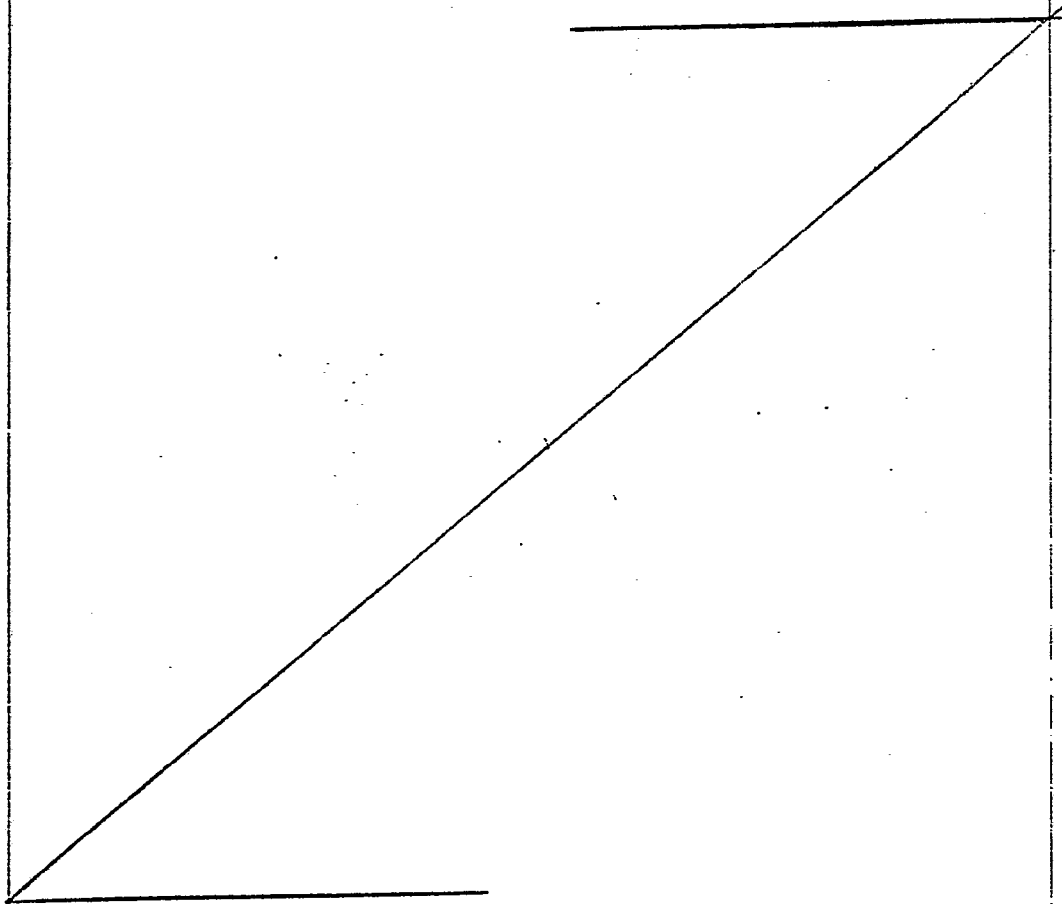
15. Aunque el titanio es el elemento que normalmente varía en la fundición, debido a las diferentes cantidades presentes en las materias primas utilizadas, pueden añadirse otros elementos que no están normalmente presentes en cantidades significativas. Puede utilizarse cualquier elemento que produzca partículas discretas muy duras, como por ejemplo el vanadio o el niobio anteriormente mencionados. Por ejemplo, en un aspecto muy preferido, se añade vanadio (en forma de ferro-vanadio) a una colada de fundición para controlar las características de rozamiento y la velocidad de desgaste; es decir, que el contenido de titanio en la colada de fundición se "rellena" utilizando vanadio como aditivo.

20. Los ejemplos que se indican en la tabla siguiente ilustran

tran unas realizaciones preferidas de la invención. En la Tabla, el resto hasta el 100% de las composiciones indicadas de fundición gris es, evidentemente, hierro. Los ejemplos V y VII ilustran el efecto obtenido añadiendo una cantidad controlada de vanadio a la fundición del ejemplo I, y el Ejemplo VIII muestra el efecto de añadir una cantidad controlada de titanio a la fundición del ejemplo II (la adición de estas cantidades controladas se efectuó por las técnicas metalúrgicas normales). Los ejemplos restantes pueden utilizarse para ilustrar el efecto del aumento gradual del contenido de titanio de manera controlada en diferentes composiciones de fundición gris.

5.

10.



T A B L A

Composición (%) y Propiedades	Ejemplo								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Carbono	3,20	3,32	3,23	3,42	3,20	3,60	3,20	3,32	3,30
Silicio	2,15	1,77	1,95	2,23	2,15	2,00	2,15	1,77	2,10
Manganeso	0,62	0,56	0,81	0,60	0,62	0,75	0,62	0,56	0,65
Azufre	0,06	0,07	0,03	0,103	0,06	0,035	0,06	0,07	0,03
Fósforo	0,075	0,11	0,058	0,06	0,075	0,010	0,075	0,11	1,30
Titanio	0,012	0,014	0,018	0,029	0,012	0,053	0,012	0,092	0,107
Vanadio	-	-	-	-	0,027	-	0,048	-	-
Rozamiento (Material A)	0,48	0,53	0,43	0,40	0,38	0,41	0,34	0,38	0,38
Desgaste del material (Material A)	22,0	26,1	16,1	11,2	12,3	9,5	11,2	8,5	7,6
Desgaste del disco (Material A)	1,2	2,0	0,9	0,5	0,9	0,4	0,30	0,2	0,4
Rozamiento (Material B)	-	0,52	0,48	0,44	0,48	0,40	0,38	-	0,39
Desgaste del material (Material B)	-	35,8	34,2	37,4	38,5	26,4	32,6	-	19,4
Desgaste del disco (Material B)	-	2,5	2,2	1,9	2,10	1,1	1,50	-	0,4

Desgaste del material: pérdida de espesor de cada pastilla de disco, en milésimas de milímetro.

Desgaste del disco: pérdida total de espesor de cada disco, en milésimas de milímetro.

T A B L A

Composición (%) y Propiedades			Ej
	I	II	III
Carbono	3,20	3,32	3,23
Silicio	2,15	1,77	1,95
Manganeso	0,62	0,56	0,81
Azufre	0,06	0,07	0,03
Fósforo	0,075	0,11	0,05
Titanio	0,012	0,014	0,01
Vanadio	-	-	-
Rozamiento (Material A)	0,48	0,53	0,43
Desgaste del material (Material A)	22,0	26,1	16,1
Desgaste del disco (Material A)	1,2	2,0	0,9
Rozamiento (Material B)	-	0,52	0,48
Desgaste del material (Material B)	-	35,8	34,2
Desgaste del disco (Material B)	-	2,5	2,2

Desgaste del material: pérdida de espesor de cada pastil.

Desgaste del disco: pérdida total de espesor de cada di.

Ejemplo						
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
3,23	3,42	3,20	3,60	3,20	3,32	3,30
1,95	2,23	2,15	2,00	2,15	1,77	2,10
0,81	0,60	0,62	0,75	0,62	0,56	0,65
0,03	0,103	0,06	0,035	0,06	0,07	0,03
0,058	0,06	0,075	0,010	0,075	0,11	1,30
0,018	0,029	0,012	0,053	0,012	0,092	0,107
-	-	0,027	-	0,048	-	-
0,43	0,40	0,38	0,41	0,34	0,38	0,38
16,1	11,2	12,3	9,5	11,2	8,5	7,6
0,9	0,5	0,9	0,4	0,30	0,2	0,4
0,48	0,44	0,48	0,40	0,38	-	0,39
34,2	37,4	38,5	26,4	32,6	-	19,4
2,2	1,9	2,10	1,1	1,50	-	0,4

pastilla de disco, en milésimas de milimetro.

ada disco, en milésimas de milimetro.

5. La Tabla muestra estos efectos cuando se probaron discos para frenos comparándolos con uno o ambos de dos tipos de calidad normal, comercialmente disponible, de pastillas para frenos de disco, denominadas posteriormente como Material A y Material B. A continuación se describirá el procedimiento utilizado para la prueba.

Procedimiento para la prueba.

10. Se montaron unas patillas para discos de freno de tamaño normal (Girling 16P) en un conjunto convencional de freno (Girling tipo 16P), utilizando los discos de tamaño apropiado (Ford Cortina) y se montaron en un dinamómetro de inercia de $29,5 \text{ Kg.m}^2$. Para cada prueba se utilizó una nueva serie de pastillas de frenos y los discos fueron pulidos antes de cada prueba.

15. La prueba consistió en 7 circuitos controlados por temperatura, cada uno con 200 aplicaciones de freno y tres horas de duración, diseñados para simular la marcha normal en una carretera de un vehículo de turismo. Se combinaron la velocidad de aplicación, la velocidad de liberación, la presión y la temperatura, en unas secuencias efectuadas al azar pero reproducibles para proporcionar un amplio abanico de energías cada una de las cuales representa diferentes niveles de prestación que se encuentran en el uso normal en carretera de los turismos.

25. Se emplearon presiones hidráulicas de 14,06 y 21,09 Kgm/cm^2 y velocidades de aplicación de hasta 112,65 km/h. Así la más elevada aplicación de energía sería el frenado desde 112,65 Km/h hasta la posición de reposo y la inferior desde 64,37 a 56,33 Km/h.

30. Los 7 circuitos estaban formados por dos circuitos

diseñados para simular un funcionamiento con esfuerzo ligero, 2 para simular un esfuerzo moderado y 2 para simular un funcionamiento de gran esfuerzo seguido por un circuito final de esfuerzo moderado. Las temperaturas se controlaron para cubrir las gamas que se indican a continuación.

Esfuerzo Ligero	70° - 140° C	Media 100° C
Esfuerzo moderado	90° - 210° C	Media 150° C
Gran esfuerzo	150° C - 300° C	Media 210° C

Se midió el rozamiento para cada aplicación de frenos trazándose automáticamente contra la temperatura. La cifra indicada en los ejemplos es el rozamiento medio registrado a 150° C en el circuito final de esfuerzo moderado.

Se midió cada pastilla en 4 puntos utilizando un micrómetro digital, que leía con una precisión de 0,0025 mm. Los discos se midieron con un micrómetro similar en 16 puntos situados alrededor del disco a una distancia de 19 mm del perímetro exterior. Las cifras que se dan en los ejemplos son las pérdidas totales de espesor en que se incurrió durante los 7 circuitos completos.

Los resultados pueden resumirse diagramáticamente tal como se representa en los dibujos adjuntos, en los que

La figura 1 es un gráfico de coeficiente de rozamiento trazado contra el contenido del metal que forma partículas discretas duras de elevada temperatura de fusión.

La figura 2 es un gráfico del desgaste del desgaste del material de rozamiento trazado contra el contenido de dicho metal; y

la figura 3 es un gráfico del desgaste del disco (función) trazado contra el contenido de dicho metal.

Puede verse que controlando el titanio o el titanio

más el vanadio (u otro de dichos metales o sistemas metálicos mixtos) dentro de la gama $0 - \underline{a}$, se obtienen elevados coeficientes de rozamiento (y elevados porcentajes de desgaste); controlando el contenido de titanio dentro de la gama $b - b^1$, se obtienen bajos coeficientes de rozamiento (y bajo porcentaje de desgaste), Es evidente que se puede controlar el contenido de titanio o metal similar dentro de la gama de \underline{a} a \underline{b} para obtener un coeficiente intermedio de rozamiento, pero la inclinación de la curva en esta región significará normalmente que el grado de control de las características de rozamiento no es tan exacto.

La posición de \underline{a} y \underline{b} varía según el material de fricción utilizado. Con el material A, \underline{a} se encuentra en un 0,015% de titanio y \underline{b} , en un 0,04%, mientras que con el material B, \underline{a} se encuentra en 0,02% de titanio y \underline{b} en 0,065%. Se verá claramente por los gráficos que la invención proporciona la posibilidad de controlar con exactitud las características de rozamiento de la fundición (por primera vez, que nosotros sabemos), llevando a la provisión de un procedimiento para asegurar la reproductibilidad de estas características de un lote a otro de fundición. Gracias a la invención, se puede ahora eliminar las diferencias que surgen en las características entre los contramiembros de un vehículo. o entre vehículos de cualquier marca particular, asegurando que el contenido de titanio o metal similar en el lote de hierro fundido se encuentra en el nivel deseado, y, si es necesario, controlando dicho contenido en el nivel deseado. El contenido de titanio o metal similar se aumenta fácilmente, como se ha descrito antes, pero la reducción de su contenido en una fundición es más bien difícil, exigiendo la dilución del material básico de fundición con material ferroso con un bajo contenido de dicho me

tal.

Otros materiales de fricción comercialmente disponibles proporcionan resultados similares a los obtenidos para los materiales comerciales de fricción anteriormente descritos.

5.

NOTA

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Inglaterra con el número 1861/74 de 15 de enero de 1.974, acciéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR LAS CARACTERISTICAS DE FRICCIÓN Y EL PORCENTAJE DE DESGASTE DE ROTORES DE FRENOS DE FUNDICIÓN GRIS, caracterizándose por lo siguiente:

10.

15.

20.

1.- Procedimiento para controlar las características de fricción y el porcentaje de desgaste de motores de frenos de fundición gris, caracterizados porque comprende controlar el contenido, en la fundición, de un elemento que sea capaz de formar en la misma partículas duras y discretas de elevada temperatura de fusión.

25.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el elemento es un metal seleccionado del grupo formado por el titanio, el vanadio y el niobio.

30.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque comprende controlar el contenido, en la citada fundición, por debajo de un 0,015% en peso, de un elemento capaz de formar en el mismo partículas discretas y duras de carburo de elevada temperatura de fusión.

5.

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque comprende controlar el contenido, en dicha fundición, por encima de un 0,065% en peso aproximadamente, de un elemento capaz de formar en la misma partículas duras y discretas de carburo de elevada temperatura de fusión.

10.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizados porque la colada de fundición gris contiene menos del 0,065% de titanio, y se añade vanadio en cantidad tal que se proporcione un contenido total de titanio más vanadio superior al 0,065%.

15.

6.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizados porque el contenido de dicho elemento se controla por encima de un 0,01% en peso aproximadamente.

7.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el contenido de dicho elemento se controla por encima de un 0,075% en peso aproximadamente.

20.

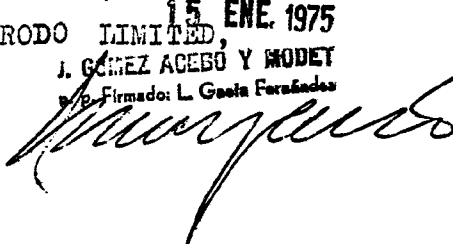
8.- Procedimiento para controlar las características de fricción y el porcentaje de desgaste de rotores de frenos de fundición gris, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

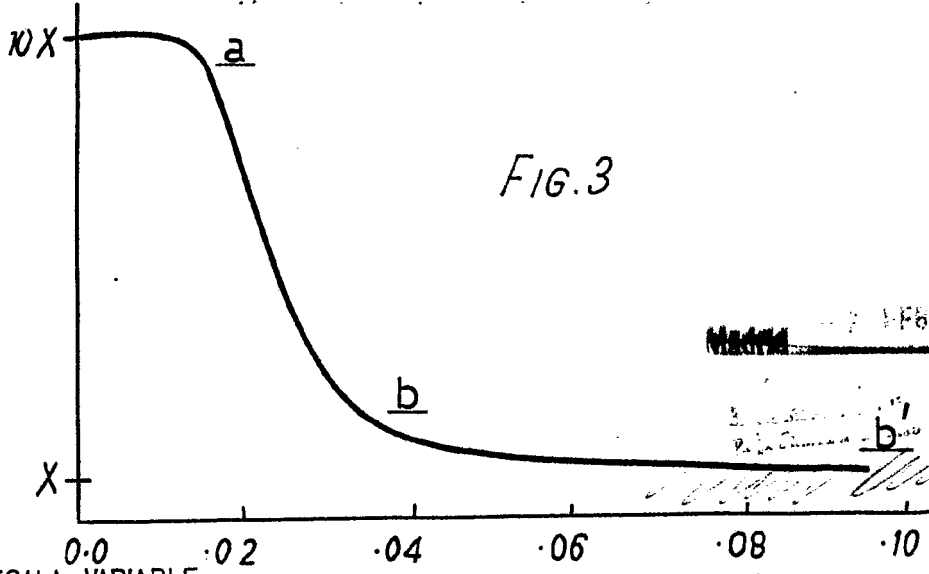
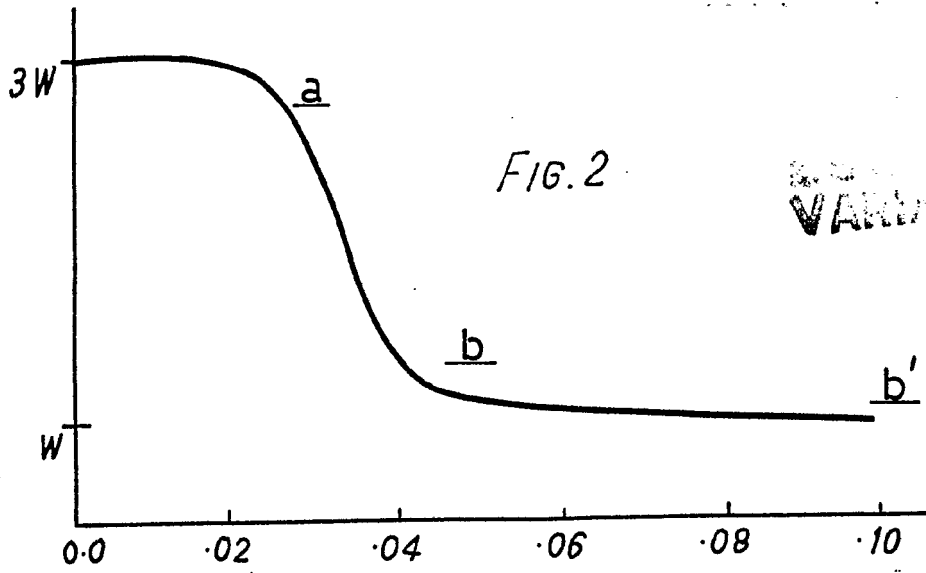
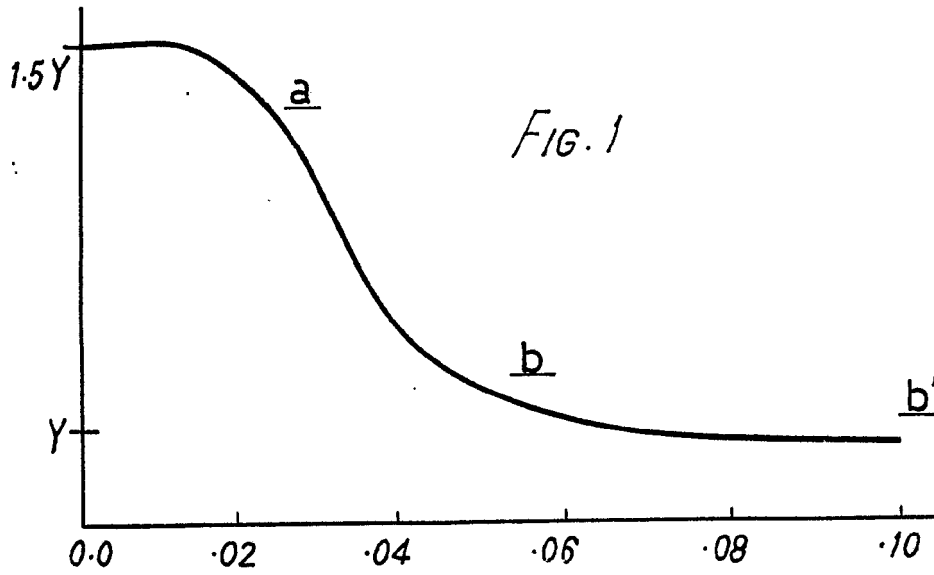
25.

Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

15 ENE. 1975
FERODO LIMITED,
J. GÓMEZ ACEBÓ Y MOJET
P. B. Firmado: L. García Fernández





ESCALA VARIABLE