

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

479544

19 ES	11 NUMERO	10 A1
	21 Y 479.544	
	23 FECHA DE PRESENTACION	
	11-4-1979	

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:	52 FECHA	53 PAIS
51 NUMERO		
896.525	14-4-1978	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01F 1/06 · C22C 38/02, C21D 1/36	

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO DE FABRICAR PASTILLAS MAGNETICAS PARA USO EN APARATOS ELECTRICOS"

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION (W.E. Case No. 47.099)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, Pensilvania 15222, EE.UU.

72 INVENTOR (ES)
Robert Francis Krause, Norman Michael Pavlik y Kurt Albert Grunert

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-71.572)

jga

Esta invención se refiere a un método de fabricar pastillas magnéticas a partir de microchapas estampadas, para uso en aparatos eléctricos.

La expresión "microchapas estampadas", tal como se define en las memorias descriptivas de las patentes de los EE.UU. Nos. 3.848.331 y 3.948.690, se aplica generalmente a pequeñas partículas rectangulares de acero de bajo contenido de carbono, que pueden transformarse, por un tratamiento adecuado, en pastillas, tales como núcleos magnéticos, que poseen características de gran permeabilidad y baja histéresis magnética, que son útiles en muchas aplicaciones, por ej. en reactancias para iluminación y otras, tales como las citadas en la memoria descriptiva de patente de los EE.UU. nº 3.235.675. Un acero de bajo contenido de carbono típico usado hasta ahora para hacer microchapas estampadas comprende alrededor de 0,10% de carbono, menos de 0,04% de azufre, menos de 0,60% de manganeso y alrededor de 0,10% de silicio, y un procedimiento típico de formar pastillas a partir de microchapas estampadas comprende las operaciones de someter las microchapas estampadas a un recocido descarburante y desoxidante de relajación de tensiones, aportarles después un recubrimiento aislante, y finalmente comprimir las microchapas estampadas recubiertas para formar una pastilla que tiene la forma deseada.

Se ha encontrado que los núcleos magnéticos hechos de este modo a partir de microchapas estampadas de acero corriente de bajo contenido de carbono muestran pérdidas del núcleo bastante altas, de nominalmente 11,56 a 15,42 vatios por kilogramo a una inducción de 14 kG, por

ejemplo.

El objeto principal de esta invención es proporcionar un método que reducirá sustancialmente las pérdidas en el núcleo de pastillas magnéticas hechas a partir de microchapas estampadas, y la invención se basa por consiguiente en un método de hacer pastillas magnéticas para uso en aparatos eléctricos, que incluye la operación de comprimir microchapas estampadas que se recubren con un material dieléctrico, para formar una pastilla magnetizable de configuración previamente determinada, caracterizado porque dichas microchapas estampadas son partículas obtenidas a partir de un material en chapa de aleación de hierro y silicio totalmente tratada y recubiertas con dicho material dieléctrico, y porque la operación de compresión va seguida de un recocido de relajación de tensiones de la pastilla en una atmósfera desoxidante.

Combinando el uso de material en chapa de aleación de hierro y silicio totalmente tratada como material de microchapa estampada con un recocido de relajación de tensiones después de la compresión, se obtiene un resultado inesperado y muy deseable. Concretando, se encontró que unas pastillas fabricadas de microchapas estampadas de acero ordinario de bajo contenido de carbono y sometidas después de la densificación a un recocido final de relajación de tensiones en un intento de reducir sus pérdidas en el núcleo habían experimentado realmente un aumento enorme de su nivel de pérdidas en el núcleo como resultado del recocido después de la densificación; incluso cuando se aplicaba un recocido similar de relajación de tensiones posterior a la densificación a pastillas fabricadas de microchapas estampadas obtenidas

nidas de material en chapa de aleación de hierro y silicio totalmente tratada, ocurría exactamente lo contrario, es decir las pérdidas en el núcleo de tales pastillas se reducían a un nivel significativamente inferior a las obtenibles con microchapas estampadas de acero de bajo carbono sólo comprimidas.

Como material para microchapas estampadas para los fines de la invención se prefiere el acero al silicio de grano orientado, totalmente tratado, que contiene de alrededor de 2,5% a alrededor de 3,5% de silicio, y hasta alrededor de 0,01% de carbono, y que se ha tratado de tal modo que existe una orientación cristalográfica previamente determinada en el material tal como se trata comercialmente. Esta orientación es usualmente de tipo (110) $[001]$ tal como se describe en los Indices de Miller, es decir el plano (110) está alineado en la dirección $[001]$, que es la dirección de laminación. Así pues, hay tres diferentes ejes de magnetización, cada uno de diferente magnitud en cuanto a la facilidad de magnetización se refiere. Utilizando estas características magnéticas que dependen de factores geométricos, los ingenieros de diseño pueden emplear este material orientado en forma de banda para obtener productos que tienen óptimas características eléctricas al menor coste, y, para sus consideraciones, el hecho de que el material del núcleo en forma de banda esté orientado es por lo tanto esencial.

El material orientado como el descrito se caracteriza además por estar en estado recristalizado secundario en el que el enorme crecimiento de grano marca el tamaño de grano fácilmente discernible a simple vista.

Así pues, cuanto mayor es el tamaño del grano, mejores son

las características magnéticas, especialmente las pérdidas en el núcleo, ya que el componente de corrientes de Foucault de las pérdidas del núcleo disminuye al aumentar el tamaño de grano. Típicamente, un sólo grano puede medir 2,5 cm en la dirección de laminación, por el espesor del producto laminado. Así pues, los metalúrgicos tratan de producir el mayor tamaño de grano posible.

En contraste con ello, la presente invención se refiere al uso de microchapas estampadas que tienen dimensiones de sólo una fracción del tamaño de un sólo grano del material orientado descrito anteriormente. Lo más ventajoso es que las microchapas estampadas a las que es aplicable el procedimiento de la presente invención toman la forma de "virutas de sierra" que se generan durante la fabricación de núcleos bobinados para transformadores de distribución. Así pues, la tecnología empleada para fabricar núcleos para transformadores empleando material orientado en forma de bandas, y la tecnología para formar núcleos magnéticos a partir de microchapas estampadas de los mismos materiales, no son la misma. Además, a causa del tamaño y el método de fabricar los núcleos magnéticos a partir de microchapas estampadas, es desde luego remota la posibilidad de emplear con ventaja las características de orientación.

Se describirán ahora realizaciones preferidas de la invención a modo de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos anexos, en los que:

la Figura 1 es una gráfica que ilustra el efecto de adiciones de estearato en la densidad de pastillas de recorte de hierro-silicio comprimidas uniaxialmente;

la Figura 2 es una gráfica que ilustra el efecto del factor de apelmazamiento en la permeabilidad a 10 kG de pastillas de recorte de hierro-silicio tras un recocido a 925°C, y

5 la Figura 3 es una gráfica que ilustra la dependencia de la frecuencia de las pérdidas en el núcleo en microchapas estampadas de acero de bajo contenido de carbono y microchapas estampadas de hierro-silicio.

EXPLICACION DE LAS LEYENDAS DE LAS FIGURAS

10 Figura 1

Eje de ordenadas: Factor de apelmazamiento en %

Eje de abscisas: Tanto por ciento en peso de estearato.

Figura 2

Eje de ordenadas: Permeabilidad

15 Eje de abscisas: Factor de apelmazamiento

Presión de compresión para las Figuras 1 y 2

- ▲ 8750 Kg/cm²
- 7000 Kg/cm²
- 5600 Kg/cm²

20 Figura 3

Eje de ordenadas: Pérdida de núcleos, en vatios por libra

Eje de abscisas: Frecuencia, en H₂

- - - - Microchapas estampadas normalizadas
- _____ Hipersil

25 La primera operación en la fabricación de pastillas reside en proporcionar microchapas estampadas obtenidas de material en chapa de aleación de hierro y silicio totalmente tratada, preferiblemente acero al silicio orientado que contiene de alrededor de 2,5% a alrededor de 3,5% de silicio, hasta 0,01% de carbono, y puede contener también de alre

dedor de 0,01% a 0,2% de manganeso, y de alrededor de 0,005% a 0,05% de azufre. Un contenido de silicio más trabajable es de alrededor de 2,75% a 3,3%, y un contenido preferido de silicio es de alrededor de 3,2%. Aunque parece ser satisfactorio un amplio intervalo de tamaños de partícula y espesores, es preferible que las microchapas estampadas estén formadas con una longitud comprendida entre alrededor de 1,27 mm y alrededor de 3,81 mm, una anchura de entre 0,25 mm y 0,51 mm, y un espesor de entre 0,13 mm y alrededor de 0,51 mm. Las microchapas estampadas pueden cortarse de chapas grandes por medio de cortadoras giratorias de alta velocidad, aproximadamente del mismo modo que el "recorte rutilante" fabricado para uso en adornos de árboles de Navidad o los cascos que usan los operarios de motocicletas, o puede proporcionarse en forma de virutas de sierra que normalmente se desechan y se producen durante la fabricación de núcleos bobinados de transformadores montados sobre un mandril y abiertos después con sierra.

La segunda operación comprende calentar o recocer las partículas de las microchapas estampadas para relajar las tensiones inducidas en el acero durante la formación de la microchapa estampada. Esencialmente, el calentamiento es un recocido de relajación de tensiones en una atmósfera no oxidante, de modo que puede obtenerse una estructura de núcleo de alta densidad o alto factor de apelmazamiento que finalmente mostrará unas excelentes características magnéticas. Así pues, se prefiere recocer las microchapas estampadas a una temperatura en el intervalo de alrededor de 700° a 1000°C. Este intervalo de temperatura es suficiente para relajar las tensiones inducidas

en las microchapas estampadas durante la primera etapa del corte de las partículas de la chapa principal. Aunque esta operación se recomienda para conseguir las características magnéticas óptimas, no es esencial en el procedimiento.

5 No obstante, se recupera una óptima ductilidad de modo que se obtienen una mayor densidad y mayores factores de apelmazamiento.

10 La tercera etapa comprende recubrir las microchapas estampadas con un material eléctricamente aislante. Las microchapas se aíslan preferiblemente unas de otras con el fin de dar las características requeridas de pérdidas en el núcleo dentro del núcleo acabado. El metilato de magnesio es un medio preferido para dar un recubrimiento aislante a las chapas estampadas, porque tal recubrimiento es muy delgado y es suficientemente flexible para resistir las presiones de moldeo. Aunque pueden emplearse otros recubrimientos aislantes, este recubrimiento proporciona suficiente resistencia interlaminar para mantener la pérdida en el núcleo requerida, así como otras características magnéticas.

15 La cuarta etapa consiste en montar las microchapas estampadas en un recipiente de configuración adecuada adaptada a una forma previamente determinada.

25 La quinta etapa comprende densificar las microchapas estampadas para formar una pastilla magnetizable, a presiones de desde 3.400 a 8.505 atmósferas.

30 La etapa final comprende recocer la pastilla para, fundamentalmente, relajar las tensiones inducidas en las microchapas estampadas durante la operación anterior de densificación.

Se investigaron partículas de "acero al silicio orientado", de las que se produjo una clase en forma de partículas rectangulares cizallando y cortando material en chapa, y de las que otra clase comprendía recorte de viruta de sierra generado como resultado de las operaciones de corte del núcleo en la fabricación de núcleos magnéticos. Ambos tipos de partículas tenían esencialmente la misma composición química.

Se observó una reducción en la pérdida en el núcleo cuando se recoció recorte de viruta de sierra. Una cantidad de recorte se molturó en molino de bolas para separar las partículas individuales y separar la mayor parte del material con huella de corte, se recoció para relajar las tensiones, se recubrió con metilato de magnesio, y se comprimió uniaxialmente a 8.505 atmósferas. Las pérdidas del núcleo a 10 kG eran de 9,46 W/kg. La pastilla se recoció después durante 4 horas a 925°C en una atmósfera de hidrógeno seco y se volvió a ensayar. La pérdida en el núcleo a 10 kG se redujo a 3,74 W/kg.

De modo similar, se produjeron microchapas estampadas, con dimensiones de 1,52 x 0,25 x 0,28 mm, que se habían obtenido a partir de una banda de 10,2 cm de anchura de material de hierro-silicio orientado. Las partículas se recoció para relajar las tensiones durante 1 hora a 800°C en una atmósfera de hidrógeno seco, se recubrieron con metilato de magnesio, y se comprimieron uniaxialmente formando un núcleo anular de ensayo a una presión de 8.505 atmósferas. La pérdida en el núcleo a 10 kG del núcleo tal como se obtuvo comprimido era de alrededor de 6,82 W/kg. El núcleo se recoció después duran-

te 4 horas a 925°C en una atmósfera de hidrógeno seco, tras lo cual la pérdida en el núcleo a 10 kG se redujo a alrededor de 2,2 W/kg.

Los resultados anteriores en los núcleos comprimidos y recocidos producidos a partir de aleaciones de hierro-silicio totalmente tratadas son opuestos a los que se habían observado anteriormente con pastillas estándar de microchapa estampada de acero de bajo contenido de carbono recocidas. Más particularmente, los ejemplos siguientes son representativos de la invención:

EJEMPLO 1

Se tomaron varios cientos de kilogramos de virutas de sierra de hierro-silicio orientado, que procedían de la operación de corte del núcleo, y se desengrasaron posteriormente. Se separaron del lote las tiras largas del recorte (de longitud superior a 2,54 cm) y varios desperdicios diversos no magnéticos, y se tomaron cuatro lotes de muestra de 2,3 kg. El tratamiento de los cuatro lotes consistió en una combinación de molturación en molino de bolas durante dos horas para deshacer las virutas de sierra agrupadas y separar los bordes rugosos, seguida de un recocido para relajar tensiones (1 hora a 800°C en hidrógeno seco y enfriamiento en el horno). Después del tratamiento, los cuatro lotes se recubrieron con metilato de magnesio para aislar las partículas individuales. Después, veinticuatro anillos magnéticos de ensayo, 6 de cada lote, se comprimieron uniaxialmente a una presión de 8.505 atmósferas. La pared de la matriz se limpió y se recubrió con un lubricante de estearato de zinc antes de cada compresión.

Los anillos de ensayo, que medían 2,54 mm de diámetro interior, 4,45 mm de diámetro exterior, y alrededor de 12 mm de altura, se recociéron a diversas temperaturas durante cuatro horas en una atmósfera de hidrógeno seca y se enfriaron en el horno. Más específicamente, un anillo de cada lote de muestra se recoció a una temperatura de 870°C, 925°C, 980°C, 1040°C y 1095°C. El anillo restante de cada lote se dejó en el estado en que salió de la compresión. Se determinó el factor de apelmazamiento de todos los anillos, y se midieron las características magnéticas en corriente alterna y continua, pérdida en el núcleo ($P_c/10$ kG), permeabilidad ($\mu/10$ kG), coercividad (H_c) y remanencia magnética (B_r).

EJEMPLO II

El trabajo anterior ha mostrado que las características magnéticas, particularmente la permeabilidad, dependen fuertemente de la densidad (factor de apelmazamiento ó P.F.) de la pastilla de microchapa estampada, a causa de interacciones magnetostáticas entre las partículas, así como en cuanto al efecto de la densidad de la pastilla en la magnetización de saturación aparente de la muestra. Por lo tanto, se hizo un intento de mejorar la densidad de las pastillas de recorte de hierro-silicio orientado añadiendo lubricantes en partículas a las virutas sueltas antes de la compresión. Se mezclaron partículas de recortes de microchapa estampada, que previamente se habían molturado en molino de bolas, recocido para relajar tensiones, y recubierto, con diversas fracciones (0, 1/8, 1/4, 1/2, 3/4 y 1 por ciento en peso) de lubricante de estearato de zinc, y se comprimieron uniaxialmente a pre-

siones de 5444, 6805 y 8506 atmósferas. Después de comprimirlos, los anillos se hornearon durante una hora a 425°C para expulsar el estearato, y después se recocieron durante 1 hora a 925°C en hidrógeno seco, se enfriaron en el

5 horno, se bobinaron y se ensayaron.

EJEMPLO III

Unas muestras de chapa de acero al silicio completamente tratado de 0,28 mm de espesor se cortaron en tiras de 10,2 cm de ancho y aproximadamente 122 cm de

10 longitud, se hendieron, y se trocearon en partículas de microchapas de dimensiones 1,52 x 0,25 x 0,28 mm. Una muestra de 90 g de este material se recoció para relajar tensiones durante 1 hora a 800°C en hidrógeno seco, se enfriaron en el horno, se recubrieron con metilato de magnesio, y se comprimieron uniaxialmente formando un anillo de

15 ensayo a 8506 atmósferas. El anillo se recoció (4 horas, 925°C en hidrógeno seco, enfriadas en el horno). Se investigó la dependencia de la pérdida en el núcleo y la frecuencia de magnetización del anillo recocido, midiendo las

20 características magnéticas en corriente alterna a frecuencias de 30, 40, 60, 200, 400, 100 y 2000 Hz.

RESULTADOS Y DISCUSION

Recorte de acero al silicio orientado

El efecto de los tratamientos de recocido

25 previo, molturación en molino de bolas y recocido sobre las características magnéticas en corriente continua y alterna a 10 kG de las pastillas de recorte de acero al silicio orientado se muestra en la Tabla I. Las características magnéticas de las muestras de ensayo comprimidas

30 sin tratamiento posterior, densificadas a partir de virutas

de recorte no recocidas, son significativamente peores que las de las partículas recocidas para relajar tensiones y comprimidas. Por ejemplo, la pérdida en el núcleo de los anillos sólo comprimidos densificados a partir de virutas no recocidas es aproximadamente el doble de la pérdida de los anillos densificados a partir de partículas recocidas. Esta gran diferencia en las pérdidas en el núcleo se debe al estado altamente endurecido por deformación plástica de las virutas no recocidas. Aunque el endurecimiento por deformación plástica, debido a la operación de corte con sierra, disminuirá la densidad de la pastilla a cualquier presión de compresión fija y por lo tanto aumenta la pérdida en el núcleo, las características magnéticas intrínsecas de las virutas de recorte se perjudican usualmente en mayor grado por el endurecimiento por deformación plástica. Así pues, estos dos efectos inter-relacionados dan como resultado la deficiente calidad magnética de las pastillas comprimidas a partir de virutas de sierra no recocidas.

TABLA I

Efecto del tratamiento y el recocido en las propiedades magnéticas de núcleos anulares de recorte de Hipersil (presión de compresión, 8.750 Kg/cm²)

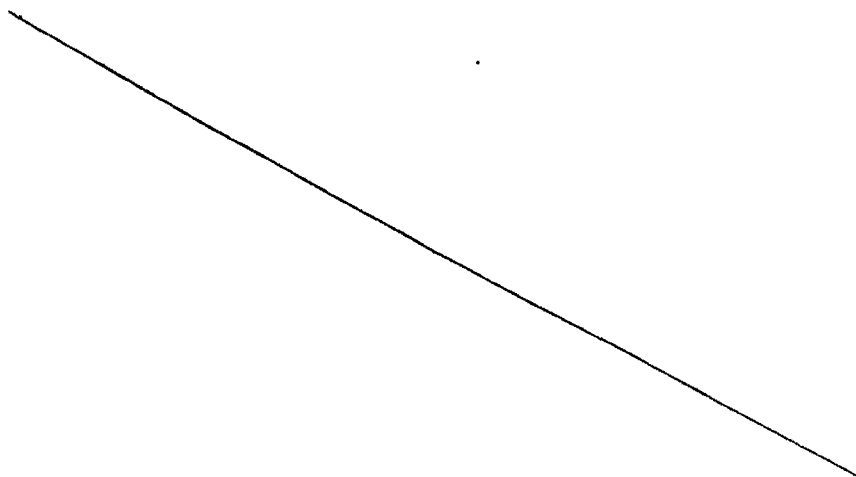


TABLA I (Cont.)

Tratamiento de recocido posterior	Tratamiento antes de la densificación				
	P.F.* (%)	P _c /10 kG (W/Kg)	μ/10 kG	H _c ⁺ (Oe)	B _r ⁺ (kG)
Molituración en molino de bolas más recocido de relajación de tensiones					
Ninguno	90	9,5	145	3,8	1,6
4 hrs- 870 C	89	4,4	187	0,6	0,7
4 hrs- 925 C	89	3,7	187	0,6	0,6
4 hrs- 980 C	89	7,5	174	0,6	0,3
4 hrs- 1040 C	89	6,2	170	0,7	0,5
4 hrs- 1095 C	89	6,8	172	0,7	0,9
Sólo recocido de relajación de tensiones					
Ninguno	89	9,0	125	4,1	1,6
4 hrs- 870 C	89	4,2	181	0,6	0,5
4 hrs- 925 C	89	4,2	172	0,7	0,7
4 hrs- 980 C	89	7,9	168	0,4	0,9
4 hrs- 1040 C	89	6,6	165	0,6	0,5
4 hrs- 1095 C	89	8,1	159	0,6	0,7

23049

TABLA I (Cont.)

Tratamiento de recocido posterior	Tratamiento antes de la densificación				
	P.F.* (%)	P _c /10 kG (W/Kg)	μ/10 kG	H _c [†] (Oe)	B _r [†] (kG)
5 Sólo molturación en molino de bolas					
Ninguno	85	19,1	99	7,2	2,2
4 hrs- 870 C	83	4,6	116	0,9	0,5
4 hrs- 925 C	84	4,4	120	0,4	0,7
10 4 hrs- 980 C	88	7,0	107	0,8	0,5
4 hrs- 1040 C	84	6,8	105	0,4	0,5
4 hrs- 1095 C	84	8,1	105	0,6	0,6
15 Sin tratamiento previo					
Ninguno	84	19,4	92	7,0	1,3
4 hrs- 870 C	84	4,8	112	0,6	0,5
4 hrs- 925 C	85	4,4	103	0,6	0,5
4 hrs- 980 C	84	7,7	96	0,4	0,7
20 4 hrs- 1040 C	84	7,9	94	0,4	0,5
4 hrs- 1095 C	84	8,6	98	0,6	0,6

* P.F. - Factor de apelmazamiento (tanto por ciento de la densidad teórica)

25 [†]H_c y B_r se determinaron a partir de un campo aplicado de 100 Oe.

30 La operación de molturación en molino de bolas para deshacer las virutas de sierra unidas parece tener poco efecto en la calidad magnética global de los núcleos anulares comprimidos (Tabla I), aunque el trabajo

posterior ha mostrado que la molturación en molino de bolas de las virutas de recorte aumenta de modo importante la densidad de empaquetamiento suelto de las virutas (un aumento de alrededor de 30%) y asegura un llenado más uniforme de la matriz y unas piezas comprimidas más consistentes. Por lo tanto, la molturación en molino de bolas o un tratamiento similar, aunque no es esencial, es una operación recomendada para la optimización de la calidad magnética de una pastilla comprimida.

El efecto del recocido de las pastillas de recorte comprimidas se ilustra también en la Tabla I. Las características magnéticas, particularmente la pérdida en el núcleo se mejoran enormemente a causa de la relajación de las tensiones residuales nuevamente introducidas en la muestra. Esta mejora es completamente opuesta a la que se observa cuando unas microchapas estampadas estándar de acero de bajo contenido de carbono se recuecen después de la densificación. Cuando unas pastillas de microchapa estampada estándar, recubiertas con aislamiento de metilato de magnesio, se recuecen durante cualquier tiempo y se enfrían en el horno, la pérdida en núcleo aumenta de 2 a 10 veces por encima de la pérdida medida en el anillo de ensayo antes del recocido. Se supone que este aumento de la pérdida se debe a una rotura del aislamiento en puntos de contacto entre partículas en la pastilla. Como resultado, aunque la histéresis se reduce debido a la reducción de tensiones residuales, se generan mayores corrientes de Foucault en la muestra, que causan un aumento importante en la pérdida total observada en el núcleo. Este aumento de la pérdida por corriente de

Foucault es mucho mayor que la reducción de pérdida de histéresis, y por ello da como resultado un aumento importante en las pérdidas totales de la muestra.

La variación de la pérdida en el núcleo y la permeabilidad con la temperatura del recocido posterior (Tabla I) indica que se forma un óptimo aparente en las propiedades magnéticas después del recocido a 925°C, óptimo que parece independiente del tratamiento anterior. Una comparación de las características magnéticas de los anillos recocidos indica que el recocido de relajación de tensiones de las partículas antes de la operación de compresión es necesario si se quieren conseguir propiedades óptimas, particularmente la permeabilidad. Esto está relacionado con la superior densidad de las pastillas pre-recocidas y el efecto de esta densidad sobre las características magnéticas medidas de los anillos comprimidos. (Fig. 1).

El efecto de la presión de compresión y la adición de un lubricante en partículas de estearato de zinc en la densidad de núcleos anulares de recortes de Hipersil comprimidos se muestra en la Fig. 1, y la variación de calidad magnética se presenta en la Tabla II. La Fig. 1 muestra que la adición de un tanto por ciento muy pequeño de estearato de zinc altera de modo importante la densidad de las pastillas comprimidas, teniendo lugar el mayor aumento con la adición de 1/8 a 1/4% de lubricante. La mejora relativa de la densidad con la lubricación disminuye al aumentar la presión de compresión. La adición de 1/8% de estearato de una pastilla comprimida a 5444 atmósferas aumenta el factor de apelmazamiento de 82 a

86,5%, o sea un cambio de 4,5 unidades por ciento, mientras la adición de 1/8% de estearato a una pastilla comprimida a 8506 atmósferas da como resultado un aumento en la densidad de sólo 2,3 unidades por ciento. A medida que el tanto por ciento de estearato se aumenta por encima del óptimo de 1/8 a 1/4%, la densidad de la pastilla empieza a disminuir porque el estearato empieza a consumir un volumen cada vez mayor en la pastilla, disminuyendo así la densidad global de la muestra.

TABLA II

Efecto de las adiciones de estearato de zinc en las características magnéticas de virutas de recorte de Hipersil* (post-recocidas 1 h. a 925°C)

Estearato de zinc (%)	P.F.* (%)	P _c /10 kG (W/Kg)	μ/10 kG	H _c (Oe)	B _r (kG)
Comprimidas a 5.600 Kg/cm ²					
0	82,0	3,83	90	0,8	0,4
1/8	86,6	3,52	132	0,8	0,4
1/4	86,3	3,43	128	0,7	0,5
1/2	85,5	3,43	123	0,6	0,4
3/4	85,2	3,43	122	0,7	0,5
1	83,8	3,37	109	0,7	0,4

TABLA II (cont.)

Estearato de zinc (%)	P.F.* (%)	P _c /10 kG (W/Kg)	μ/10 kG	H _c (Oe)	B _r (kG)
Comprimidas a 7.000 Kg/cm ²					
0	86,2	3,61	125	0,8	0,5
1/8	88,8	3,37	155	0,7	0,6
1/4	88,9	3,34	146	0,5	0,6
1/2	88,1	3,30	138	0,8	0,5
3/4	86,8	3,41	129	0,6	0,5
1	86,1	3,50	108	0,7	0,4
Comprimidas a 8.750 Kg/cm ²					
0	88,9	3,32	157	0,9	0,6
1/8	91,0	3,30	184	0,9	0,6
1/4	91,3	3,21	171	0,9	0,6
1/2	89,3	3,21	146	0,7	0,4
3/4	88,2	3,23	134	0,8	0,4
1	88,1	3,23	134	0,8	0,4

25

* Antes de mezclar con estearato, el recorte se molturó en molino de bolas, se recoció para relajar tensiones, y se recubrió.

30

Las características magnéticas de las pastillas comprimidas con adición de estearato de zinc y recocidas después para relajar tensiones durante 1 hora a 925°C

23049

se muestran en la Tabla II. La pérdida en el núcleo, así como la permeabilidad, mejoran al aumentar la densidad, independientemente de si el aumento de densidad se consiguió aumentando la presión de compresión o por adición de un lubricante de partículas. Aunque la relación entre la densidad y la pérdida del núcleo no es particularmente significativa, sí lo es el cambio de permeabilidad al aumentar la densidad. Esta relación se muestra en la Fig. 2.

Microchapas estampadas de acero al silicio orientado

Las características magnéticas de microchapas estampadas de acero al silicio orientado producidas por hendidura y cortado, que después se recocieron, recubrieron, comprimieron en un núcleo anular de ensayo, y se recocieron durante cuatro horas a 925°C, son significativamente mejores que las de los núcleos comprimidos a partir de recorte de viruta de sierra de acero al silicio orientado que se trataron de modo similar. La pérdida a 10 kG y la permeabilidad de la pastilla de microchapa estampada eran de 2,2 W/kg y 211 kG respectivamente, y en cambio eran de 3,7 W/kg y 187 kG medidas en el mejor anillo de ensayo de recorte (Tabla I).

Una comparación de las características de pérdida del anillo de ensayo de microchapa de acero al silicio con las características de pérdida de una pastilla de microchapa de acero de bajo contenido de carbono normalizada se muestra en la Fig. 3. Las características de pérdida a 60 Hz indican que el comportamiento de pérdida de la pastilla de silicio es significativamente mejor, a todos los niveles de inducción, que la muestra normalizada de microchapa estampada de acero de bajo contenido

de carbono. Asimismo, la dependencia de la frecuencia de las pérdidas de ambas muestras, Fig. 3, indica que la muestra de acero al silicio es significativamente mejor en todo el intervalo de frecuencias e inducciones investigadas.

5 Sin embargo, de las pendientes de las curvas de pérdida-frecuencia se deduce que, a frecuencias sustancialmente más altas que las investigadas, la pérdida en núcleo de la pastilla de microchapa estampada de acero de bajo contenido de carbono normalizada era superior a la de la muestra de acero al silicio, debido a un menor componente de pérdida por corrientes de Foucault en la pastilla de acero de bajo contenido de carbono.

10

El término "totalmente tratado", según se aplica en esta memoria a material en chapa de aleación de hierro y silicio, tal como chapa de acero al silicio de grano orientado conocido por hipersil, se refiere al estado en que se encuentra de ordinario tal material cuando es suministrado por los fabricantes, y en cuyo estado las superficies de chapa de aleación de hierro y silicio orientada están cubiertas con un delgado revestimiento de vidrio de silicato formada como parte del proceso de fabricación de acero para chapas. Tales revestimientos, que comprenden primordialmente vidrio de silicato de magnesio, tienen usualmente un espesor inferior al 10% del espesor total de la chapa.

15

20

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta Solicitud de Patente de Invención, en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un método de fabricar pastillas magnéticas para uso en aparatos eléctricos, que incluye la operación de comprimir microchapas estampadas, que están recubiertas con un material dieléctrico, para formar una pastilla magnetizable de configuración predeterminada, caracterizado porque dichas microchapas estampadas son partículas obtenidas de material en chapa de aleación de hierro y silicio orientadas totalmente tratadas, y recubiertas con dicho material dieléctrico, y porque la operación de compresión va seguida de un recocido para relajar las tensiones de la pastilla en una atmósfera desoxidante.

20 2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho material en chapa de aleación de hierro y silicio tiene un contenido de silicio de sustancialmente 2,5% a 3,5%.

25 3ª.- Un método según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque dicho material en chapa de aleación de hierro y silicio tiene un contenido de silicio de sustancialmente 2,75% a 3,3%.

30 4ª.- Un método según las reivindicaciones 1ª, 2ª ó 3ª, caracterizado porque dicho material en chapa de aleación de hierro y silicio tiene un contenido de silicio de

sustancialmente 3,2%.

5 5ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho material en chapa de aleación de silicio y hierro es acero al silicio orientado.

6ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho material en chapa de aleación de hierro y silicio tiene un contenido de carbono de hasta 0,01%.

10 7ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho material dieléctrico es metilato de magnesio.

15 8ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el recocido de relajación de tensiones se efectúa a una temperatura sustancialmente en el intervalo de desde 900°C a 950°C.

20 9ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el recocido de relajación de tensiones se efectúa sustancialmente durante 4 horas.

25 10ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas microchapas estampadas son partículas sometidas a un recocido en una atmósfera desoxidante antes de ser recubiertas con dicho material dieléctrico.

30 11ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas partículas tienen dimensiones comprendidas sustancialmente entre 1,27 mm y 3,81 mm de longitud, de 0,25 mm a 0,51 mm de anchura, y de 0,13 mm a 0,36 mm de espesor.

12^a.- "UN METODO DE FABRICAR PASTILLAS
MAGNETICAS PARA USO EN APARATOS ELECTRICOS".

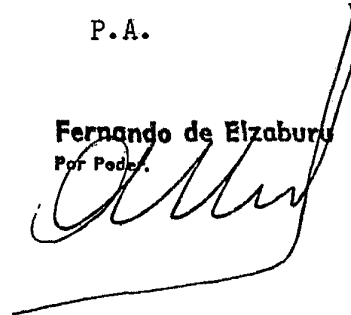
Tal y como se ha descrito en la Memoria que
antecede, representado en los dibujos que se acompañan y
5 con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintitrés hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 31. AGO. 1979

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.



5

10

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

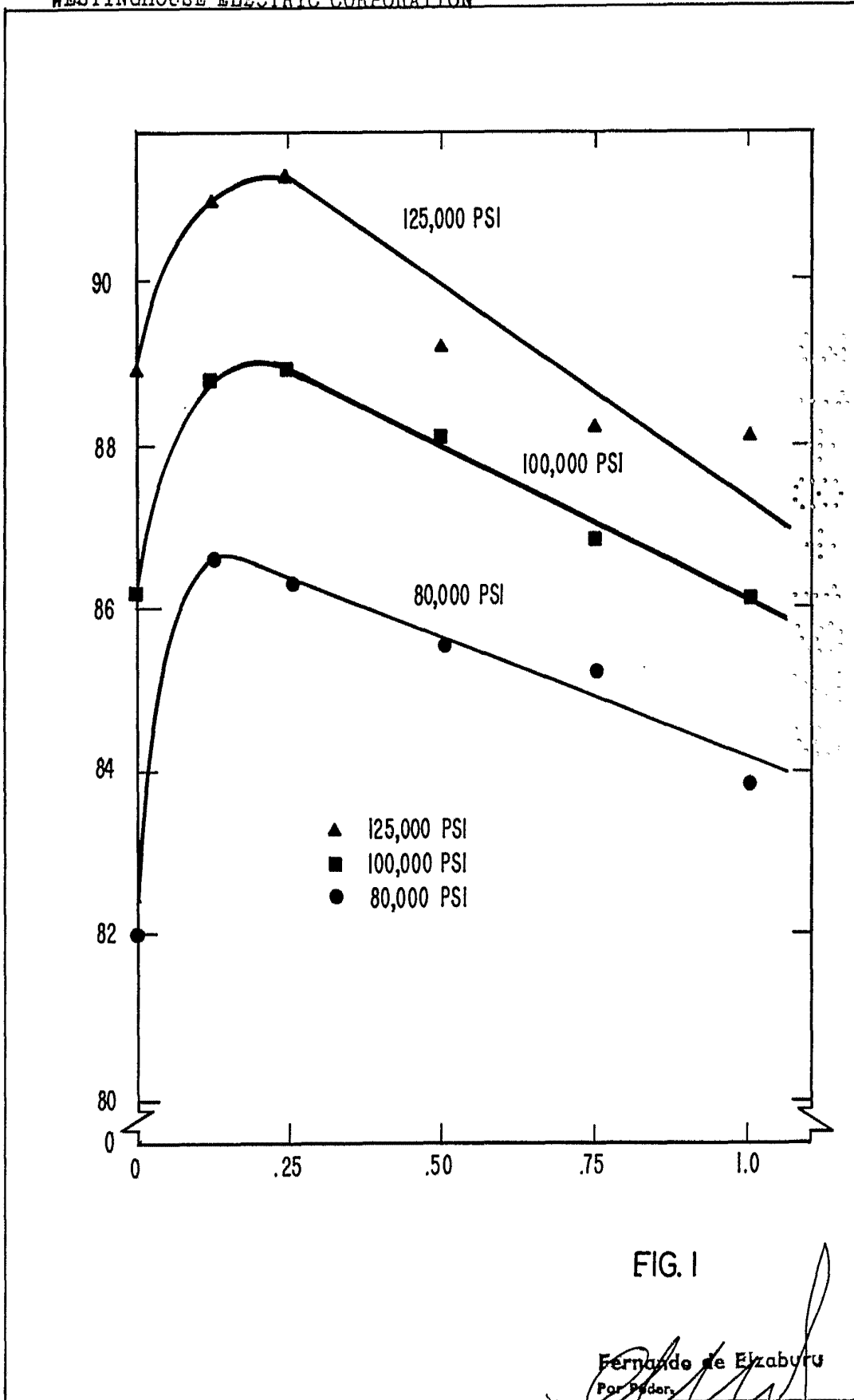


FIG. I

Fernando de Elizaburu
For Pider.

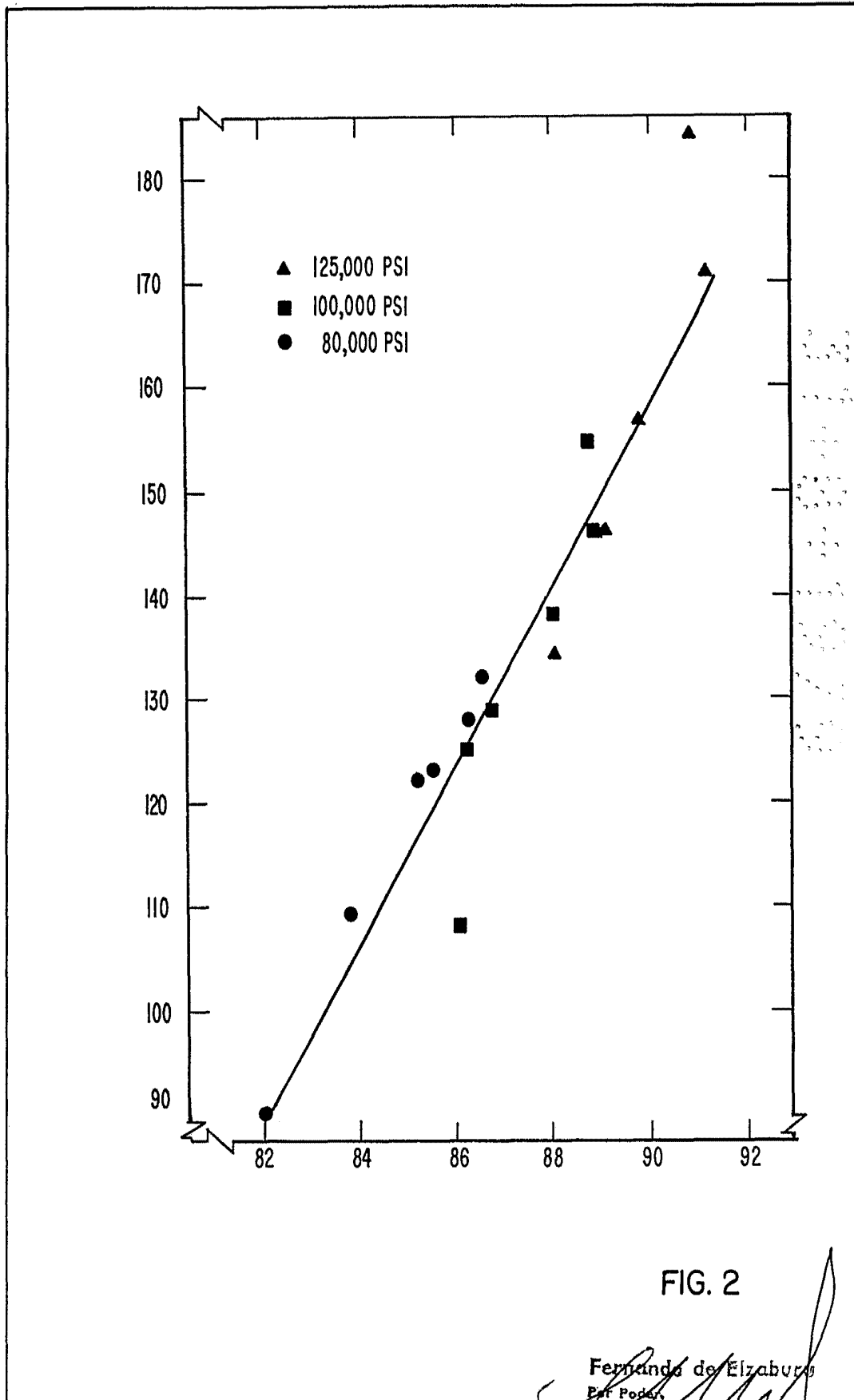


FIG. 2

Fernando de Elizaburo
En Poder.

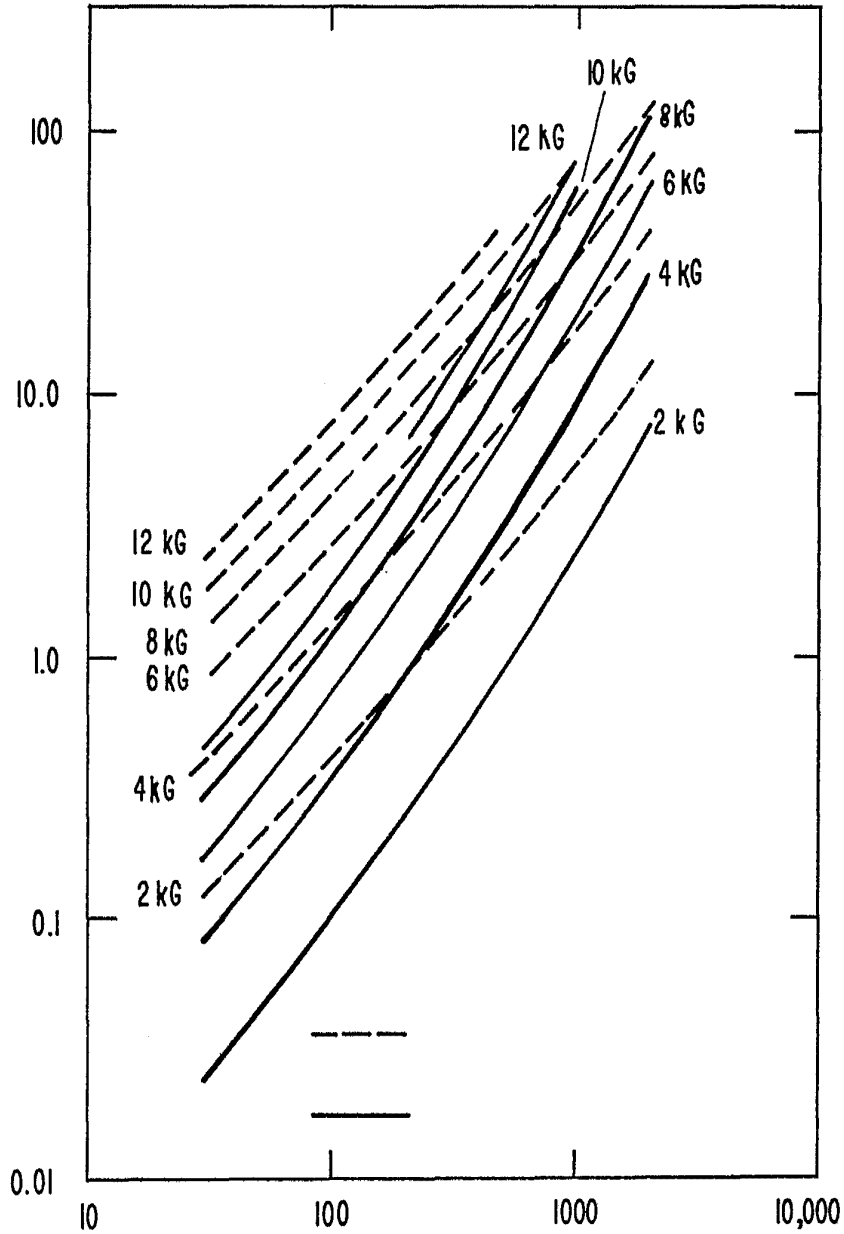


FIG. 3

Fernando de Elzaburu
Por Poder.