



ESPAÑA

10	ES	11	45 13 13	10	A3
		21			
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			7.9.76		

PATENTE DE INTRODUCCION

47	FECHA DE PUBLICIDAD	61	CLASIFICACION INTERNACIONAL
			H 01 F

64	TITULO DE LA INVENCIÓN
	UN APARATO ELECTROMAGNETICO TAL COMO UN TRANSFORMADOR, UNA BOBINA DE REACTANCIA SATURABLE O UNA BOBINA DE CHOQUE

68	PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION
	Fuente de Origen: El Modelo de Utilidad aleman nº G 7504899.6

71	SOLICITANTE (S)
	HARRY HIRST

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	The Spinney, Nore Marsh Road, Wootton Bassett, Wiltshire Inglaterra

72	INVENTOR (ES)

73	TITULAR (ES)
	El mismo solicitante

74	REPRESENTANTE
	D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

El invento se refiere a aparatos electromagnéticos, a métodos de fabricación de estos aparatos, a chapas estampadas destinadas a ser empleadas en los núcleos magnéticos de dichos aparatos así como a métodos de fabricación de dichas chapas estampadas. A título ilustrativo, el invento se describirá con relación a unos transformadores pero sin embargo queda entendido que el invento es aplicable a otros aparatos electromagnéticos tales como bobinas de reactancia saturables y bobinas de inducción o de choque.

Actualmente, el método convencional consiste en hacer el núcleo magnético de un aparato electromagnético tal como un transformador por medio de un paquete de chapas de hierro estampadas y se hace la bobina de cobre. En la mayoría de las industrias, es conveniente que el coste de fabricación de dichos aparatos se mantenga en el valor mínimo compatible con unas normas dadas de calidad y/o rendimiento. Por consiguiente, se suelen estampar las chapas destinadas a ser utilizadas en el núcleo magnético partiendo de material en forma de hoja de tal manera que se reduzca al mínimo el desperdicio del material en forma de hoja. Una forma de chapa laminada que puede ser estampada sustancialmente sin desperdicio está constituido por un elemento en forma de E con un elemento en forma de I dispuesto transversalmente a los tres brazos paralelos y que tiene uno de sus bordes longitudinales en contacto con los bordes extremos de los tres brazos paralelos. Para preparar estas chapas estampadas sin desperdicio, los elementos en forma de I consisten en el metal que ha sido retirado de la hoja para formar los espacios entre los tres brazos paralelos del elemento en forma de E.

En un transformador fabricado con chapas de este tipo, la bo-

bina rodea el brazo del núcleo constituido por el brazo central de los tres brazos paralelos de los elementos en forma de E. En la práctica se ha comprobado que con esta técnica "sin desperdicio" o "sin chatarra", de fabricación de las chapas estampadas, el tamaño de la ventana formada por la separación entre los tres brazos paralelos del elemento en forma de E es conveniente en numerosos transformadores para contener las bobinas de cobre de un tamaño compatible con el tamaño de un núcleo dado para obtener un transformador u otro aparato de características dadas. Esto quiere decir que en numerosos transformadores estas ventanas no son pequeñas hasta el punto de que unas bobinas suficientemente importantes no puedan situarse en ellas y no son amplias hasta el punto de que el tamaño más pequeño de bobina que podría ser utilizado con un tamaño dado de chapa estampada deje un espacio vacío excesivo en las ventanas, representando dicho espacio excesivo de hecho un desperdicio de hierro ya que desde el punto de vista de las propiedades electromagnéticas de un transformador u otro aparato dado, el espacio no lleno en la ventana no constituye ninguna ventaja.

En los años recientes, el precio del cobre ha subido sustancialmente y, para evitar un incremento correspondiente en el precio de los aparatos electromagnéticos, se ha producido la necesidad de disponer de materiales distintos del cobre para realizar la bobina eléctrica. Se ha propuesto ya utilizar aluminio, cuyo precio es ahora sustancialmente inferior al del cobre. Sin embargo, la resistencia eléctrica del aluminio es más elevada que la del cobre y por tanto para obtener un hilo de resistencia dada, el hilo de aluminio debe ser de mayor diámetro que el hilo de cobre. Esto hace que no sea

práctico utilizar hilo de aluminio con el tipo de chapa
estampada sin desperdicio del tipo descrito más arriba ya
que las ventanas no serían suficientemente amplias para
recibir una bobina de hilo de aluminio de un tamaño adecua-
do al tamaño del núcleo, con el fin de obtener un transfor-
mador u otro aparato de características dadas.

Se ha propuesto con el objeto de emplear aluminio
en bobinas electromagnéticas utilizar aluminio bajo la for-
ma de una ancha tira u hoja que se enrolla en forma de bo-
bina. La razón por la cual se ha elegido el aluminio en for-
ma de hoja es que la hoja de aluminio puede obtenerse facil-
mente en el comercio y ya que las espiras individuales de
la bobina de hoja pueden aislarse las unas de las otras in-
tercalando una tira de material aislante entre la capa de
hojas de aluminio, no es necesario desarrollar unos métodos
para revestir la superficie de la hoja con un aislante. Es-
tas bobinas de hoja de aluminio han demostrado ser adecuadas
solamente en transformadores de un tamaño incluido entre ta-
maño medio y gran tamaño, y generalmente no son utilizables
prácticamente por varios motivos. Por ejemplo, las bobinas
resultantes son todavía bastante voluminosas cuando se in-
tercala entre las capas de tira de aluminio una tira de ma-
terial aislante que tiene la misma anchura que la tira de
aluminio; si el fabricante de transformadores desea disponer
de la posibilidad de fabricar transformadores u otros aparatos
de diferentes tamaños y características nominales, es
preciso que tenga en existencia tiras de aluminio de dife-
rentes anchuras para que pueda fabricar bobinas de diferentes
longitudes axiales (con el hilo, pueden enrollarse a voluntad
bobinas de cualquier longitud deseada).

Estas bobinas de hoja de aluminio (en razón de su anchura) deben situarse normalmente (o enrollarse) las unas encima de las otras para que las pérdidas magnéticas sean mínimas. Cuando el fabricante de transformadores desea obtener un flujo de dispersión superior a lo normal (o un acoplamiento controlado entre primario y secundario) es necesario situar el primario y el secundario el uno al lado del otro sobre el brazo principal del transformador (a veces se sitúa un shunt magnético entre estos devanados).

En estas circunstancias, no se utilizará una hoja ancha ya que esto conduciría a corrientes de circulación indeseables y a unos puntos calientes muy localizados en los devanados. Estas corrientes de circulación se deben a las diferencias de tensión de carga a través de la anchura de la hoja debido a las diferencias de acoplamiento magnético a través de su anchura y pueden ser igualadas utilizando un gran número de tiras estrechas en paralelo. Para obtener un funcionamiento satisfactorio en estas condiciones, debe utilizarse hilo o tiras estrechas aisladas (las fugas totales son iguales en este caso a la suma de todas las fugas de las espiras individuales en serie).

El presente invento tiende principalmente a reducir el problema de coste mencionado más arriba sin que se presente el problema debido a las bobinas realizadas con hoja de aluminio. En un aspecto del invento, éste proporciona un aparato electromagnético tal como un transformador que utiliza una bobina de hilo de aluminio y un núcleo magnético hecho de chapas estampadas provistas de una ventana cuyo tamaño es tal que las bobinas de una dimensión adecuada al tamaño de la chapa estampada pueda situarse en ella, hacién-

dose dichas chapas estampadas con material en forma de hoja sustancialmente sin desperdicio del material en forma de hoja. En un modo de realización preferido, las chapas estampadas incluyen unos elementos en forma de E y de I en los cuales los elementos en forma de I está constituidos por el metal separado de la hoja para formar los espacios entre los tres brazos paralelos de los elementos en forma de E.

Se describirá ahora el invento más detalladamente, a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una vista en planta de una chapa estampada destinada a ser utilizada en el núcleo magnético del transformador según un modo de realización del invento;

La figura 2 es una vista en planta de una pieza de metal en forma de hoja que ilustra como dos chapas estampadas ilustradas en la figura 1 pueden ser cortadas en esta hoja sustancialmente sin desperdicio;

La figura 3 es una vista en perspectiva de una bobina eléctrica enrollada en una bobina, con el objeto de utilizarla en el transformador;

La figura 4 es una vista en sección transversal de la bobina representada en la figura 3 e ilustra una fase del ensamblado del transformador;

La figura 5 es una sección similar a la figura 4 que representa una fase mas avanzada del montaje del transformador;

La figura 6 es una vista similar a la figura 1 pero que representa una chapa estampada del tipo utilizado en los transformadores convencionales.

La figura 7 ilustra como la chapa estampada de

la figura 6 puede realizarse partiendo de un metal en forma de hoja sustancialmente sin desperdicio;

La figura 8 es un esquema que representa un bobina de choque según un modo de realización del invento;

5 La figura 9 es un esquema que representa una bobina de reactancia saturable de acuerdo con un modo de realización del invento;

La figura 10 es un esquema que representa una variante de realización de una bobina de reactancia saturable que incorpora el invento;

10 La figura 11 es una vista en planta de una chapa estampada de acuerdo con otro modo de realización del invento;

La figura 12 es una vista en planta de una pieza de metal en forma de hoja que ilustra como las dos chapas estampadas que se ilustran en la figura 11 pueden cortarse en ella con poco desperdicio;

Las figuras 13 y 14 son unas vistas similares respectivamente a las figuras 11 y 12 para ilustrar un modo de realización diferente del invento;

20 Las figuras 15 y 16 son igualmente unas vistas similares respectivamente a las figuras 11 y 12, que ilustran otro modo de realización diferente del invento;

Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos adjuntos, las chapas estampadas que se ilustran están constituidas por un elemento en forma de E2 dotado de tres brazos paralelos 4, 6, 8 con unas separaciones 10 y 12 entre ellos, un brazo 14 transversal a los brazos paralelos 4, 6, 8 y que forma parte integrante de los mismos, y un elemento en forma de I16. Unos agujeros de tornillo 18 han sido pre-

vistos en los elementos 2 y 16.

Si, como se representa en la figura 1, la anchura del brazo central 6 de los tres brazos paralelos 4, 6, 8 del elemento 2 es x , las dimensiones relativas de los brazos y de los espacios de la chapa estampada que se representa en la figura 1 son los siguientes:

<u>Brazo/Espacio</u>	<u>Anchura</u>	<u>Longitud</u>
Brazo 4	$1/2x$	$3x$
Brazo 6	x	$3x$
10 Brazo 8	$1/2x'$	$3 \ 1/2x$
Espacio 10	x	$3x$
Espacio 12	x	$3x$
Brazo 14	$1/2 \ x$	$4x$
Elemento 16	$1/2 \ x$	$3 \ 1/2x$

Se observará igualmente que la distancia desde más izquierda del brazo 8 hasta el borde derecho del brazo 14 es $4x$, y por tanto el contorno de la chapa estampada 2 es un cuadrado. Ya que el brazo 14 está en ángulos rectos respecto a los brazos 4, 6, 8, el brazo 8 tiene una porción extrema $8'$ que sobresale a una distancia $1/2x$ más allá de las extremidades de los brazos 4,6.

La chapa estampada que se ilustra en la figura 1, puede, si se realizan dos chapas estampadas de este tipo, cortarse a partir de una pieza rectangular de metal en forma de hoja que mide $4x$ por $5x$ sin desperdicio, si las líneas de corte están dispuestas de la manera ilustrada en la figura 2. La figura 2 lleva los mismos números de referencia que la figura 1 pero con el sufijo a para indicar las partes de una de las chapas troqueladas y el sufijo b para indicar las partes de la otra chapa troquelada. Igualmente,

los elementos en forma de I 16a 16b están sombreados para que se distingan más claramente de los dos elementos en forma de E.

Preferentemente, el corte de las chapas se efectúa mediante una operación de estampado. Si se desea, es posible estampar más de dos chapas a partir de una sola hoja simultáneamente. Esto puede hacerse sin desperdicio si la hoja es divisible en rectángulos que miden 4x por 5x.

Las chapas estampadas pueden hacerse con hierro para transformador de tipo convencional y, como es normal, las caras opuestas estarán provistas de un revestimiento aislante constituido por una capa de barniz o mediante oxidación.

Para realizar el transformador, las chapas estampadas se ensamblan en un paquete, conjuntamente con las bobinas de hilo de aluminio. Como se representa en las figuras 3 a 5, se enrollan en primer lugar las bobinas en un carrete 20 que está constituido por un tubo rectangular 22 cuyas dimensiones son tales que se adapta netamente sobre los brazos centrales 6 de las chapas estampadas 2 en forma de E y una pestaña 24 de forma rectangular dirigida hacia el exterior, en cada extremidad. Se enrolla en primer lugar una bobina primaria 26 de hilo de aluminio sobre la porción tubular 22 del carrete 20. A continuación se enrolla una capa de aislante 28 alrededor de la bobina primaria 26 y a continuación se enrolla una bobina secundaria 30 encima del aislante 28. Las operaciones de enrollamiento de las bobinas en el carrete 20 pueden realizarse de una manera convencional. El material con el cual se fabrica el carrete 20 es también preferentemente un material aislante eléctrico con-

vencional utilizado a este efecto, por ejemplo una materia plástica sintética.

Como se representa en las figuras 4 y 5, las chapas estampadas se ensamblan con la bobina introduciendo en primer lugar el brazo central 6 de las chapas estampadas en forma de E en la porción tubular rectangular 22 del carrete 20. Las pestañas 24 están constituidas de modo que se adaptan fácilmente en los espacios 10, 12 de los elementos 2 en forma de E y por tanto, como se ilustra en la figura 4, las porciones extremas salientes 8' de los brazos 8 de los elementos 2 en forma de E pueden utilizarse en cooperación con los bordes de las pestañas 24 como elementos de guiado para posicionar correctamente los elementos en forma de E 2 y el carrete 20 los unos respecto a los otros durante el montaje.

Después de introducir los elementos en forma de E, se colocan en su posición los elementos en forma de I 16 como se indica en la figura 5 con un borde longitudinal 16' en contacto, o por lo menos en comunicación magnética, con los bordes extremos 4' y 6' de los brazos 4 y 6 del elemento 2 en forma de E y con un borde extremo 16" en contacto, o por lo menos en comunicación magnética, con el borde longitudinal interno 8" del brazo 8 en la porción extrema saliente 8' del mismo. Las chapas estampadas pueden a continuación sujetarse en su posición, de la manera usual, por ejemplo introduciendo unos tornillos a través de los agujeros de tornillo 18. De manera convencional, el contacto entre los bordes del elemento 16 y el elemento 2 ha de ser firme y tan íntimo como sea posible para reducir la reluctancia magnética introducida en el núcleo por cualquier entrehierro

en estos puntos. Se prefiere igualmente, según se ilustra en la figura, que se introduzca algún elemento en forma de E2 en el tubo 22 a partir de la derecha como se ilustra en esta figura, y algún elemento a partir de la izquierda.

5 Si la chapa estampada está dotada de aislante solamente en un lado, las chapas estampadas sucesivas que se introducen deben disponerse de modo que en el núcleo ensamblado el brazo más largo esté situado alternativamente por encima y por debajo de la bobina enrollada (como se ve en la figura

10 4) para asegurar que la superficie aislada del aluminio esté siempre en el mismo lado, asegurando que cada chapa estampada esté aislada de sus vecinas. Si las chapas estampadas están aisladas en ambos lados, el brazo más largo de todas las chapas del núcleo ensamblado puede estar situado

15 ya sea encima ya sea por debajo de la bobina según las necesidades. Los dos métodos de montaje no se mezclarán. En un modo de realización preferido, se introducirán en primer lugar tres elementos dos en forma de E a partir por ejemplo de la parte derecha y a continuación tres elementos a partir

20 de la parte izquierda y a continuación otros tres elementos a partir de la derecha, y así sucesivamente hasta que el paquete tenga el espesor deseado. Como consecuencia de esta operación los entrehierros que se forman en el circuito magnético en los puntos de contacto entre los bordes

25 de los elementos 16 y de los elementos cooperantes 2 se distribuirán uniformemente entre el lado izquierdo y el lado derecho del transformador, según puede verse en las figuras 4 y 5 y por tanto la reluctancia magnética del paquete en conjunto estará equilibrada por lo que a los lados izquierdo

30 do y derecho del transformador se refiere.

El hilo de aluminio puede obtenerse en el comercio y puede ser utilizado para las bobinas 26 y 30. Este hilo puede aislarse utilizando cualquier material aislante convencional, por ejemplo un esmalte sintético, por ejemplo
5 acetal de polivinilo.

La resistibilidad del aluminio es superior a la del cobre. Por consiguiente, para que un hilo de aluminio presente la misma resistencia por unidad de longitud que el hilo de cobre de una sección transversal dada, la sección
10 transversal del hilo de aluminio debe ser igual a 1,6 veces la sección transversal del hilo de cobre. Por tanto, una bobina, tal como las bobinas 26 y 28 hecha de hilo de aluminio y que presenta un número dado de espiras necesitará mas espacio que una bobina de hilo de cobre de la misma resistencia por unidad de longitud y teniendo el mismo número de
15 espiras. Se ha comprobado que el tamaño de las ventanas formadas por los espacios 10 y 12 en las chapas estampadas descritas con referencia a las figuras 1 a 5, con relación a las dimensiones de los brazos de las chapas estampadas, está apropiado para recibir las bobinas eléctricas de hilo
20 de aluminio.

La producción económica de transformadores que funcionan de manera satisfactoria exige que los tamaños de los brazos del núcleo, de las ventanas del núcleo y de las
25 bobinas estén interrelacionadas adecuadamente. Esto se entenderá más claramente considerando los siguientes ejemplos numéricos, los cuales demostrarán igualmente las ventajas que pueden conseguirse mediante la utilización del invento. En los ejemplos que siguen, se utiliza una mezcla de unidades métricas con unidades FPS ya que actualmente esta mezcla
30

es convencional en la industria de los transformadores.

Ejemplo 1a (i)

Se describirá un transformador convencional típico que utiliza las chapas estampadas convencionales exentas de desperdicio, y bobinas de cobre.

La chapa estampada se representa en la figura 6. Está constituida por un elemento en forma de E 50 que tiene tres brazos 52, 54 y 56 paralelos los unos a los otros y de igual longitud y por un brazo 58 dispuesto transversalmente a los otros. La chapa estampada incluye también un elemento en forma de I 60 dispuesto paralelamente al brazo 58 y que tiene un borde longitudinal 60' en contacto con los bordes extremos de los tres brazos 52, 54 y 56.

El número de referencia 62 indica los espacios entre los brazos 52, 54 y 56, constituyendo estos espacios las ventanas que reciben la bobina o las bobinas del transformador terminado. Como se ve en el dibujo, si x es la anchura del brazo central 54, las varias dimensiones de la chapa estampada son las siguientes:

	<u>Brazo/espacio</u>	<u>Anchura</u>	<u>Longitud</u>
20	Brazo 52	$1/2 x$	$1 \ 1/2 x$
	Brazo 54	x	$1 \ 1/2 x$
	Brazo 56	$1/2 x$	$1 \ 1/2 x$
	Brazo 58	$1/2 x$	$3 x$
25	Espacio 62	$1/2 x$	$1 \ 1/2 x$
	Elemento 60	$1/2 x$	$3 x$

Dos chapas de este tipo pueden estamparse simultáneamente sustancialmente sin desperdicio, partiendo de una hoja de metal que mide $3x$ por $4x$ según se representa en la figura 7. En variante, una sola chapa estampada que

se representa en la figura 6 puede fabricarse partiendo de una hoja de metal que mide $3x$ por $2x$ como podrá entenderse estudiando la parte de la figura 7 situada bien a la izquierda o bien a la derecha de la línea de puntos 70. En este caso, el metal retirado para formar los espacios 62 estará en dos piezas que tendrán que ser unidas conjuntamente según se representa por la línea de puntos 74 en la figura 6, para formar el elemento 60.

Se supone que las bobinas primaria y secundaria se enrollan la una encima de la otra sobre un carrete, por ejemplo del tipo ilustrado en las figuras 3 y 4. Lo que sigue ilustra numéricamente un transformador típico que utiliza las chapas estampadas de la figura 6:

	Características:	600 V/A (a 200 voltios entrada y salida)
15	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ² .
	Dimensión x :	44,45 mm (1,75 pulg.)
	Espesor del paquete:	69,8 mm (2,75 pulg.)
	Espesor del hierro en el núcleo:	6,34 kg (14 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	1,47 mm (0,058 pulg.).
20	Bobina primaria:	
	Espiras	205
	Espiras/capa	40
	Capas	6
	Bobina secundaria:	
25	Espiras	210
	Espiras/capa	40
	Capas	6
	Longitud total del hilo:	131 metros (144 yardas)
	Peso total de cobre en bobinas:	1,997 kg (4,41 libras)
30	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	8,339 kg (18,41 lib.)

Regulación obtenida: 2,5% con factor de potencia unitario

Esta disposición de las bobinas ocupa aproximadamente 21,01 mm (0,859 pulg.) de los 22,22 mm (0,875 pulg.) del espacio de la ventana (siendo 22,22 mm - 0,875 pulg. el equivalente de $x/2$ siendo x , de 44,45 mm - 1,75 pulg., como he indicado más arriba.

Ejemplo 1a (ii)

En este ejemplo, el transformador utiliza las chapas estampadas de la figura 1, pero con el objeto de demostrar que estas chapas no son económicas cuando se utiliza hilo de alambre, se emplea también hilo de alambre en este ejemplo.

Características:	600 V/A a 200 voltios entrada y salida
Densidad de flujo:	15.000 líneas/cm ²
15 Dimensión x :	33 mm
Espesor del paquete:	82, 5 mm
Peso de hierro en el núcleo:	6,93 kg (15,3 libras)
Diámetro del hilo de cobre:	1,47 mm (0,058 pulg.)
Bobina primaria:	
20 Espiras	231
Espiras/capa	60
Capas	4
Bobina secundaria:	
Espiras	236
25 Espiras/capa	60
Capas	4
Longitud total de hilo utilizado:	135 metros (149 yardas)
Peso total de cobre en bobinas:	2,09 kg (4,62 libras)
Peso total de cobre y hierro en	
30 el transformador:	9,02 kg (19,92 libras)

Regulación obtenida: 2,0% aproximadamente con factor de potencia unitario

Con este transformador, aunque la potencia nominal de 600 VA y la densidad de flujo de 15.000 líneas/cm² son idénticas a las del ejemplo 1a(i) y aunque la regulación sea comparable con la del ejemplo 1a(i), se utiliza más cobre y más hierro y por tanto el transformador es más pesado y más costoso que el del ejemplo 1a(i). Igualmente, el cobre ocupará tan solo aproximadamente 16,8 mm (0,661 pulg.) del espacio de ventana disponible de 33 mm (1,3 pulg.)

Este ejemplo no representa un transformador convencional sino que se ha incluido a título de comparación ya que utiliza las chapas estampadas empleadas en el invento pero con el hilo de cobre convencional.

15 Ejemplo 1b

En este ejemplo, el transformador está hecho de acuerdo con el invento.

	Características:	600 V/A a 200 voltios entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
20	Dimension <u>x</u> :	33 mm
	Espesor del paquete:	82,5 mm
	Peso total de hierro en el núcleo:	6,93 kg (15,3 libras)
25	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	1,8 mm (0,072 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	232
	Espiras/capa	48
	Capas	5
30	Bobina secundaria:	

Espiras	240
Espiras/capa	48
Capas	5

Longitud total de hilo utilizada: 149 metros (165 yardas)

5 Peso total de aluminio en las bobinas: 1,05 kg (2,331 lib.)

Peso total de aluminio y hierro en el transformador: 7,986 kg (17,631 lib.)

Regulación obtenida: 2,8% con factor de potencia unitario

10 Se observará que aunque la potencia de 600 VA y la densidad de flujo de 15.000 líneas/cm² de este ejemplo sean idénticas a las de los ejemplos 1a(i) y 1a(ii), y aunque la regulación de 2,8% sea todavía comparable con la regulación de 2,5% y 2,0% respectivamente, de los ejemplos 1a(i) y 1a(ii), el peso total de las bobinas y del núcleo
15 es inferior al de los ejemplos 1a(i) y 1a(ii). Además, no solamente el peso total de aluminio es sustancialmente inferior al peso total del cobre utilizado en los ejemplos 1a(i) y 1a(ii), sino que el aluminio es sustancialmente más económico que el cobre (un 50% aproximadamente) y por tanto se
20 obtiene un ahorro de coste considerable. Es exacto que en el ejemplo 1b se utiliza una ligera cantidad suplementaria de hierro respecto al ejemplo 1a(i), pero el coste de este es compensado con creces por el ahorro realizado en el coste de las bobinas. Se estima que el coste del transformador del
25 ejemplo 1b será inferior en un 20% al del ejemplo 1a(i).

Aunque la regulación de 2,8% del ejemplo 1b es ligeramente superior a la regulación de 2,5% del ejemplo 1a(i) se encuentra todavía dentro de límites aceptables.

30 En el ejemplo 1b, las bobinas de aluminio utilizan de hecho tan solo 22 mm de los 33 mm disponibles del espacio

de la ventana. Sin embargo, esto no tiene importancia ya que ese espacio de ventana desperdiciado representa muy poco en hierro suplementario en comparación con la cantidad de hierro utilizado en el transformador de especificación comparable del ejemplo 1a(i). En cualquier caso, como se ha indicado, el coste suplementario del hierro suplementario está compensado con creces por el ahorro realizado en el coste de las bobinas. Para realizar una construcción sin desperdicio, de hecho no se desperdicia hierro en las ventanas.

10 Se observará que el espacio ocupado por las bobinas del ejemplo 1b es superior al espacio de ventana disponible del ejemplo 1a(i) y por tanto que estas bobinas no pueden emplearse con las chapas estampadas del ejemplo 1a(i). Como se ha indicado más arriba, las bobinas de aluminio exigen un espacio suplementario porque el hilo de aluminio de resistencia dada debe ser más grueso que el hilo de cobre de la misma resistencia puesto que el aluminio presenta una mayor resistibilidad que el cobre. También se ha indicado más arriba que la sección transversal del hilo de aluminio debe ser igual
15 1,6 veces la sección transversal del hilo de cobre para obtener la misma resistencia. Sin embargo, en el ejemplo 1b, se ha utilizado un factor de 14:1 para la sección transversal del hilo de aluminio en comparación con el hilo de cobre del ejemplo 1a(i) porque el calor específico del aluminio es superior al del cobre y por tanto, aunque la resistencia más elevada resultante del aluminio da lugar a una cantidad de calor más importante que en el caso de 1,6:1, la elevación de temperatura real facilitada por dicho calor será inferior
20 a la que se produciría en el cobre con una producción de calor equivalente. Igualmente, el espacio de ventana no utiliza-
25
30

do del ejemplo 1b permite una circulación de aire más libre alrededor de las bobinas y por tanto el calor generado se disipa más fácilmente en la atmósfera.

Se observará en lo que antecede que cuando se utiliza una chapa estampada del tipo descrito con referencia a la figura 1, puede ser obtenida mediante una técnica exenta de desperdicio tal como la que se describe con referencia a la figura 2 y que puede utilizarse bobinas de aluminio en lugar de bobinas de cobre para obtener un importante ahorro de coste en la fabricación de los transformadores. Dicho ahorro de coste es por tanto una ventaja principal del invento. Unas ventajas suplementarias son los ahorros de peso; la chapa estampada es perfectamente cuadrada y por tanto puede montarse fácilmente con las bobinas horizontales o verticales ya que las sujeciones de extremidad y/o las patas utilizadas usualmente pueden sujetarse en cualquier lado; el montaje es más cómodo que cuando se utiliza la chapa estampada de la figura 6 ya que la porción saliente 8' del brazo 8 actúa como guía para cooperar con el borde de la pestaña 24 del carrete 20 y también porque esta pieza de extremidad saliente actúa como "tope" que sitúa los elementos en forma de I 16 en la posición correcta.

Además, se ha descubierto que una gama de 8 tamaños (definidos cada uno por la dimensión x) permite obtener una amplia gama de transformadores de acuerdo con el invento. Esto se debe a que se ha comprobado que la gama de diferentes transformadores que pueden fabricarse con un valor dado de x en la chapa estampada convencional de la figura 6 es muy inferior a la gama que puede realizarse de acuerdo con el invento utilizando las chapas estampadas que se describen con referen-

cia a las figuras 1 a 5 con un solo valor dado de \underline{x} . Se entenderá que la cantidad de hierro en el núcleo puede ser alterada haciendo variar el espesor del paquete de chapas (es decir el número de chapas del paquete). Sin embargo, existe un límite práctico en esto, para evitar problemas de enrollamiento de las bobinas. El espesor del paquete no debe ser superior a 2,5 veces la dimensión \underline{x} ya que si se rebasa esta relación, las bobinas toman una forma excesivamente rectangular (como puede verse desde su extremidad) para que sea posible enrollarlas rápida y cómodamente.

Esta ventaja del invento puede entenderse haciendo de nuevo referencia a los ejemplos 1a (i) y 1b. Si el espesor del paquete del núcleo del ejemplo 1a (i) se altera, dentro de los límites mencionados más arriba, entre 44,45 mm y 69,8 mm (1,75 y 2,75 pulg.) (una variación más amplia que esta llegando a los valores extremos de \underline{x} a $2,5 \underline{x}$ no es práctica porque el tamaño de la ventana no es suficiente para alojar el número adecuado de espiras de la bobina necesaria para la potencia resultante en KVA), pueden realizarse unos transformadores con potencia incluida entre 250 VA y 600 VA y una densidad de flujo de 15.000 líneas/cm², gracias a un diseño adecuado de las bobinas. Sin embargo, en el ejemplo 1b, haciendo variar el espesor del paquete desde \underline{x} hasta $2,5 \underline{x}$, es decir entre 33 mm y 82,5 mm pueden fabricarse transformadores de potencia incluida entre 95VA y 600 VA con un diseño adecuado de las bobinas.

Es preferible que la gama de tamaños sea tal que \underline{x} esté incluido entre 14 mm y 64 mm, y en particular es preferible que los ocho tamaños sean los siguientes:

	Tamaño nº 1	\underline{x}	=	14 mm
	Tamaño nº 2	\underline{x}	=	19 mm
	Tamaño nº 3	\underline{x}	=	23 mm
	Tamaño nº 4	\underline{x}	=	28 mm
5	Tamaño nº 5	\underline{x}	=	33 mm
	Tamaño nº 6	\underline{x}	=	44 mm
	Tamaño nº 7	\underline{x}	=	54 mm
	Tamaño nº 8	\underline{x}	=	64 mm

Por tanto, el fabricante de transformadores puede tener fácilmente en existencia esta gama de tamaños obteniendo así una gran flexibilidad de fabricación de transformadores.

Los ejemplos 1a(i), 1a(ii) y 1b han demostrado las ventajas del transformador de acuerdo con el invento cuando \underline{x} es igual a 33 m (tamaño nº 5) habiendo sido elegido este tamaño para el ejemplo principal ya que se encuentra en el centro de la gama preferida. Los ejemplos siguientes, en los que se comparan transformadores de potencia similar realizados por una parte de manera convencional utilizando hilo de cobre y por otra parte chapas estampadas de la figura 6 realizadas de acuerdo con el invento, demostrarán que el resto de los ocho tamaños indicados más arriba facilitan también las ventajas mencionadas y demostrarán que esta gama de tamaños permite obtener una amplia gama de transformadores, en comparación con la gama que puede ser obtenida con los transformadores convencionales.

Ejemplo 2a - Transformador convencional

Características:	12,5 KVA (a 400 voltios de entrada y 400 voltios de salida)
30 Densidad del flujo:	9.000 líneas/cm ²

	Dimensión x :	114,3 mm (4,5 pulg.)
	Espesor del paquete:	165, 10 mm (6,5 pulg.)
	Peso del hierro en núcleo:	99,66 kg (220 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	tira de 7,62 x 2,66 mm (0,3 x 0,105 pulgadas)
5	Bobina primaria:	
	Espiras	112
	Espiras/capa	20
	Capas	6
10	Bobina secundaria:	
	Espiras	117
	Espiras/capa	20
	Capas	6
	Longitud total de hilo:	169 metros (185 yardas)
15	Peso total de cobre en las bobinas:	30,57 kg (67,5 libras)
	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	130,23 kg (287,5 libras)
	Regulación resultante:	4% aproximadamente con un factor de potencia unitario
20	En este transformador, las bobinas ocupan aproximadamente 40, 64 mm (1,6 pulg.) de los 57,15 mm (2,25 pulg.) del espacio de la ventana.	
25	Con este valor de x , la variación disponible en la potencia es de 8,5 KVA a 12,5 KVA, que se obtiene haciendo variar el espesor del paquete entre 111,3 mm y 165, 1 mm (4,5 y 6,5 pulg.), y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad del flujo varía entre 11.000 líneas/cm ² y 9.000/cm ² .	
	<u>Ejemplo 2b - Transformador de acuerdo con el invento</u>	
30	Características:	2,5 KVA (a 400 voltios de entrada y 400 voltios de salida)

	Densidad del flujo:	12.300 líneas/cm ²
	Dimensión <u>x</u> :	64 mm
	Espesor del paquete:	160 mm
	Peso total del hierro en el núcleo:	50,28 kg (111 libras)
5	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	tiras de 7,87 mm x 36,83 mm (0,31 x 0,145 pulgadas)
	Bobina primaria:	
	Espiras	149
10	Espiras/capa	22
	Capas	7
	Bobina secundaria:	
	Espiras	158
	Espiras/capa	22
15	Capas	8
	Longitud total de hilo utilizada:	Aproximadamente 210 metros (230 yardas)
	Peso total de aluminio en bobinas:	16,08 kg (35,5 libras)
	Peso total de aluminio y hierro en el transformador	66,36 kg (146,5 libras)
20	Regulación obtenida, aproximadamente	6%

Las bobinas ocuparán aproximadamente 59,5 mm (2,35 pulg.) de los 64 mm disponibles del espacio de la ventana (2,52 pulg.).

Se estima que el coste del transformador según este ejemplo es aproximadamente inferior en un 35% respecto al coste del transformador de características similares del ejemplo 2a.

Con este valor de x, la variación posible de potencia es de 2 KVA a 12,5 KVA, que se obtiene haciendo variar el espesor del paquete entre 64 mm y 160 mm y gracias a un

diseño adecuado de las bobinas. La densidad de flujo varía entre 15.000 y 12.300 líneas/cm².

Ejemplo 3a - Transformador convencional

	Características:	8 KVA (a 400 voltios de entrada y salida)
5	Densidad del flujo:	11.500 líneas/cm ²
	Espesor del paquete:	165,1 mm (6,5 pulg.)
	Dimensión \underline{x} :	88,9 mm (3,5 pulg.)
	Peso del hierro en el núcleo:	60,24 kg (133 libras)
	Diámetro del hilo de cobre utilizado para las bobinas:	5,08 x 2,54 mm (0,2 x 0,1 pulg.)
10	Bobina primaria:	
	Espiras	114
	Espiras/capa	23
	Capas	5
	Bobina secundaria:	
15	Espiras	117
	Espiras/capa	23
	Capas	6
	Longitud total de hilo utilizada:	152,63 metros (167 yardas)
	Peso total del cobre en bobinas:	17,66 (39 libras)
20	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	77,91 kg (172 libras)
	Regulación obtenida:	2,4% aproximadamente con factor de potencia unitario.

En este transformador, las bobinas ocupan aproximadamente 38,10 mm (1,5 pulg.) del espacio disponible de 44,45 mm (1,75 pulg.) de la ventana.

Con este valor de \underline{x} , la variación posible de la potencia es de 2,25 KVA a 8 KVA, que se obtiene haciendo variar el espesor del paquete entre 88,9 mm y 165,1 mm (3,5

y 6,5 pulg.), y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad de flujo varía entre 12.500 líneas/cm² y 11.500 líneas/cm².

Ejemplo 3b - Transformador según el invento

5	Características:	8 KVA (a 400 voltios de entrada y salida)
	Densidad del flujo:	12.300 líneas/cm ²
	Dimensión <u>x</u> :	64 mm
	Espesor del paquete:	160 mm
	Peso del hierro en el núcleo:	50,28 kg (111 libras)
10	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	7,87 mm x 2,11 mm (0,31 x 0,095 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	149
	Espiras/capa	22
	Capas	7
15	Bobina secundaria:	
	Espiras	155
	Espiras/capa	22
	Capas	7
	Longitud total de hilo utilizada:	187,37 metros (205 yardas)
20	Peso total de aluminio en bobinas:	10,45 kg (21 libras)
	Peso total de aluminio y hierro en el transformador:	59,79 kg (132 libras)
	Regulación obtenida:	4% aproximadamente con factor de potencia unitario.

25 Las bobinas ocuparán aproximadamente 43 mm (1,7 pulg.) del espacio disponible de 64 mm (2,52 pulg.) en la ventana.

El coste del transformador de este ejemplo se estima inferior en 30% aproximadamente respecto al coste de transformador de potencia similar del ejemplo 3a.

30 Con este valor de x, la variación posible de potencia

es de 1,5 KVA a 8 KVA que se obtiene haciendo variar el espesor del paquete entre 64 mm y 160 mm, y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad del flujo varía entre 15.000 líneas/cm² y 12.300 líneas/cm².

5 Ejemplo 4a - Transformador convencional.

	Características:	✓ 4,24 KVA (a 400 voltios de entrada y de salida)
	Densidad del flujo:	12.000 líneas/cm ²
	Dimensión <u>x</u> :	7,62 mm (3 pulg.)
	Espesor del paquete:	139, 70 mm (5,5 pulg.)
10	Peso del hierro en el núcleo:	37,37 kg (82,5 libras)
	Diámetro del hilo de cobre	3 mm (0,116 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	149
	Espiras/capa	34
15	Capas	5
	Bobina secundaria:	
	Espiras	156
	Espiras/capa	34
	Capas	5
20	Longitud total del hilo:	1,77 metros (195 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	10,87 kg (24 libras)
	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	48,24 kg (106,5 libras)
25	Regulación resultante:	2,6% aproximadamente con factor de potencia unitario.

En este transformador las bobinas ocuparán aproximadamente 35,56 mm (1,4 pulg.) del espacio de 38,10 mm (1,5 pulg.) disponible en la ventana.

Con este valor de x, la variación posible de potencia es de 1,5 KVA a 4,25 KVA, que se consigue haciendo variar el

30

espesor del paquete entre 76,2 mm y 139,7 mm (3 y 5,5 pulg.) y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad del flujo varía entre 13.500 y 12.000 líneas/cm².

Ejemplo 4b -- Transformador según el invento

- | | | |
|----|---|---|
| 5 | Características: | 4,25 KVA (a 400 voltios de entrada y de salida) |
| | Densidad del flujo: | 12.300 líneas/cm ² |
| | Dimensión x : | 54 mm |
| | Espesor del paquete: | 135 mm |
| | Peso total de hierro en el núcleo: | 30,12 kg (66,5 libras) |
| 10 | Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas: | 5,33 x 0,17 mm
(0,21 x 0,07 pulg.) |
| | Bobina primaria: | |
| | Espiras | 207 |
| | Espiras/capa | 28 |
| 15 | Capas | 8 |
| | Bobina secundaria: | |
| | Espiras | 215 |
| | Espiras/capa | 28 |
| | Capas | 8 |
| 20 | Longitud total de hilo utilizada: | 224 metros (246 yardas) |
| | Peso total de aluminio en las bobinas: | 5,77 Kg (12,75 libras) |
| | Peso total de aluminio y hierro en el transformador: | 35,90 kg (79,25 libras) |
| 25 | Regulación obtenida: | 3,5% aproximadamente con factor de potencia unitario. |

Las bobinas ocuparán aproximadamente 38 mm (1,5 pulg.) del espacio disponible de 54 mm (2,13 pulg) en la ventana.

- El coste del transformador según este ejemplo se estima inferior aproximadamente en un 30% respecto al coste del transformador de características similares al del ejem-
- 30

plo 4a.

Con este valor de \underline{x} , la variación posible de potencia es de 0,75 KVA a 4,25 KVA, que se consigue haciendo variar el espesor del paquete entre 54 mm y 135 mm, y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad del flujo varía entre 15.000 y 12.300 líneas/cm².

Ejemplo 5a - Transformador Convencional

	Características:	2,25 KVA (a 200 voltios de entrada y salida)
10	Densidad del flujo:	14.500 líneas/cm ²
	Dimensión \underline{x} :	63,5 mm (2,5 pulg.)
	Espesor del paquete:	111,4 mm (4,5 pulg.)
	Peso del hierro en el núcleo:	21,29 kg (47 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	3 mm (0,120 pulg.)
15	Bobina primaria:	
	Espiras	90
	Espiras/capa	27
	Capas	4
	Bobina secundaria:	
20	Espiras	92
	Espiras/capa	27
	Capas	4
	Longitud total del hilo:	86 m (96 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	5,70 kg (12,6 libras)
25	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	26,99 kg (59,6 libras)
	Regulación resultante aproximadamente 2% con factor de potencia unitario.	

En este transformador, las bobinas ocuparán aproximadamente 30 mm (1,2 pulg.) del espacio disponible de 31,7

mm (1,25 pulg.) de la ventana.

Con este valor de x , la variación posible en la potencia es de 0,7 KVA a 2,25 KVA, que se obtiene haciendo variar el espesor del paquete entre 63,5 mm y 111,4 mm (2,5 y 4,5 pulg.) y con un diseño adecuado de las bobinas. La densidad del flujo varía entre 15.000 y 14.500 líneas/cm².

Ejemplo 5b - Transformador según el invento

	Características:	2,25 KVA (a 200 voltios de entrada y salida)
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
10	Dimensión x :	44 mm
	Espesor del paquete:	110 mm
	Peso total del hierro en el núcleo:	16,53 kg (36,5 libras)
15	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	5,08 mm x 0,2 mm (0,2 x 0,08 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	130
	Espiras/capá	23
	Capas	6
20	Bobina secundaria:	
	Espiras	136
	Espiras/capa	23
	Capas	6
	Longitud total del hilo utilizado:	115 metros (127 yardas)
25	Peso total del aluminio en las bobinas:	3,21 kg (7,1 libras)
	Peso total de aluminio y hierro en el transformador:	19,75 kg (43,6 libras)
	Regulación obtenida, 4% aproximadamente con factor de potencia unitario.	
30	Las bobinas ocuparán aproximadamente	31, 7 mm (1,25

pulg.) del espacio disponible de 44 mm (1,73 pulg.) de la ventana.

El coste de transformador de este ejemplo se estima inferior en un 30% aproximadamente respecto al coste del transformador de características similares del ejemplo 5a.

Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende entre 0,35 KVA y 2,25 KVA sustancialmente con la misma densidad de flujo, gracias a una variación del espesor del paquete entre 44 mm y 110 mm.

10 Ejemplo 6a - Transformador convencional

	Características:	300 VA a 200 voltios de entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	38,10 mm (1,5 pulg.)
15	Espesor del paquete:	57,15 mm (2,25 pulg.)
	Peso del hierro en el núcleo:	3,35 kg (8,5 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	1,01 mm (0,040 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	288
20	Espiras/capa	48
	Capas	6
	Bobina secundaria:	
	Espiras:	297
	Espiras/capa	48
25	Capas	7
	Longitud total del hilo:	155 m (171 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	1,13 kg (2,5 libras)
	Peso total del cobre y del hierro en el transformador:	4,98 kg (11 libras)
30	Regulación resultante:	2,8% aproximadamente con factor de

potencia unitario.

En este transformador, las bobinas ocuparán aproximadamente 18,54 mm (0,73 pulg.) del espacio de ventana disponible de 1905 mm (0,75 pulg.)

- 5 Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende desde 130 VA hasta 300 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, consiguiéndose mediante la variación del espesor del paquete entre 38,10 mm y 57,15 mm (1,5 pulg. y 2,25 pulg.)

10 Ejemplo 6b - Transformador según el invento

	Características:	300 VA a 200 voltios de entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	28 mm
15	Espesor del paquete:	70 mm
	Peso total de hierro en el núcleo:	4,19 kg (9,25 libras)
	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	1,32 mm (0,052 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	320
20	Espiras/capa	56
	Capas	6
	Bobina secundaria:	
	Espiras	331
	Espiras/capa	56
25	Capas	6
	Longitud total del hilo:	180 metros (199 yardas)
	Peso total del aluminio en las bobinas:	0,665 kg (1,47 libras)
	Peso total de aluminio y de hierro en el transformador:	4,85 kg (10,72 libras)
30	Regulación obtenida:	3,3% aproximadamente con factor de po-

tencia unitario.

Las bobinas ocuparán aproximadamente 21 mm (0,82 pulg.) del espacio de ventana disponible de 28 mm (1,1 pulg.)

El coste de transformador de este ejemplo se estima en un 15% inferior aproximadamente con relación al coste del transformador de características similares del ejemplo 6a.

Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende desde 50 VA a 300 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, que se obtiene mediante la variación del espesor del paquete entre 28 y 70 mm.

Ejemplo 7a - Transformador convencional

	Características:	175 VA a 200 voltios de entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas / cm ²
15.	Dimensión x :	31, 7 mm (1,25 pulg.)
	Espesor del paquete:	50,8 mm (2 pulg.)
	Peso de hierro en el núcleo:	2,35 kg (5,2 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	0,710 mm (0,028 pulg.)
	Bobina primaria:	
20	Espiras	393
	Espiras/capa	55
	Capas	8
	Bobina secundaria:	
	Espiras	415
25	Espiras/capa	55
	Capas	8
	Longitud total del hilo:	183 metros (201 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	0,647 kg (1,43 libras)
	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	3,00 kg (6,63 libras)
30	Regulación resultante:	3,8% aproximadamente con factor de

potencia unitario.

En este transformador, las bobinas ocuparán aproximadamente 15,24 (0,6 pulg.) del espacio de ventana disponible de 15,87 mm (0,625 pulg.)

- 5 Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende entre 70 VA y 175 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, haciendo variar el espesor del paquete entre 31,7 mm y 50,8 mm (1,25 y 2 pulg.).

Ejemplo 7b - Transformador según el invento

- | | | |
|----|---|--|
| 10 | Características: | 175 VA a 200 voltios de entrada y salida ₂ |
| | Densidad del flujo: | 15.000 líneas/cm ² |
| | Dimensión x : | 23 mm |
| | Espesor del paquete: | 57,5 mm |
| | Peso total del hierro en el núcleo: | 2,35 kg (5,2 libras) |
| 15 | Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas: | 0,85 mm (0,034 pulg.) |
| | Bobina primaria: | |
| | Espiras | 480 |
| | Espiras/capa | 70 |
| | Capas | 7 |
| 20 | Bobina secundaria: | |
| | Espiras | 500 |
| | Espiras/capa | 70 |
| | Capas | 7 |
| | Longitud total del hilo: | 225 metros (250 yardas) |
| 25 | Peso total del aluminio en las bobinas: | 0,356 kg (0,786 libras) |
| | Peso total de aluminio y hierro en el transformador: | 2,71 kg (6 libras) |
| | Regulación resultante: | 5,8 % aproximadamente con factor de potencia unitario. |
| 30 | Las bobinas ocuparán aproximadamente | 17 mm (0,68 |

pulg.) del espacio de ventana disponible de 23 mm (0,91 pulg.).

El coste de transformador de este ejemplo se estima inferior aproximadamente en un 12% respecto al coste del transformador de características similares del ejemplo 7a.

Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende entre 30 VA y 175 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, que se consigue haciendo variar el espesor del paquete entre 23 mm y 57,5 mm.

10 Ejemplo 8a - Transformador convencional

	Características:	95 VA a 200 voltios de entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	25,4 mm (1,0 pulg.)
	Espesor del paquete:	44,45 mm (1,75 pulg.)
15	Peso total de hierro en el núcleo:	1,31 kg (2,91 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	0,45 mm (0,018 pulg.)
	Bobina primaria:	
	Espiras	556
	Espiras/capa	59
20	Capas	10
	Bobina secundaria:	
	Espiras	589
	Espiras/capa	59
	Capas	10
25	Longitud total del hilo:	215 metros (238 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	0,32 kg (0,71 libras)
	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	1,63 kg (3,62 libras)
30	Regulación resultante:	4,4% aproximadamente con factor de potencia unitario.

En este transformador, las bobinas ocuparán aproximadamente 12,7 mm (0,5 pulg.) del espacio de ventana disponible de 12,7 mm (0,5 pulg.).

5 Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende desde 30 VA a 95 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, haciendo variar el espesor del paquete entre 25,4 mm y 44,45 mm (1 y 1,75 pulg.).

Ejemplo 8b - Transformador según el invento

	Características:	95 VA a 200 voltios entrada y 200 voltios salida
10	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	19 mm
	Espesor del paquete:	47,5 mm
	Peso total de hierro en el núcleo:	1,31 kg (2,91 libras)
	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	0,530 mm (0,021 pulg.)
15	Bobina primaria:	
	Espiras	695
	Espiras/capa	89
	Capas	8
	Bobina secundaria:	
20	Espiras	725
	Espiras/capa	89
	Capas	9
	Longitud total del hilo utilizado:	258 metros (285 yardas)
	Peso total de aluminio en las bobinas:	0,154 kg (0,342 libras)
25	Peso total de aluminio y hierro en el transformador:	1,47 kg (3,252 libras)
	Regulación obtenida:	aproximadamente 5% con factor de potencia unitario.

30 Las bobinas ocuparán aproximadamente 12,7 mm (0,5 pulg.) del espacio de ventana disponible de 19 mm (0,75 pulg.)

El coste del transformador de este ejemplo se estima inferior en un 12% aproximadamente respecto al coste del transformador de características similares del ejemplo 8a.

Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende entre 15VA y 95VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, haciendo variar el espesor del paquete entre 19 y 47,5 mm.

Ejemplo 9a - Transformador convencional

	Características:	15VA a 200 voltios entrada y salida
10	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	19 mm (0,75 pulg.)
	Espesor del paquete:	25,4 mm (1 pulg.)
	Peso de hierro en el núcleo:	0,425 kg (0,94 libras)
	Diámetro del hilo de cobre:	0,19 mm (0,0076 pulg.)
15	Bobina primaria:	
	Espiras	1315
	Espiras/capa	112
	Capas	12
	Bobina secundaria:	
20	Espiras:	1580
	Espiras/capa	112
	Capas	14
	Longitud total del hilo:	358 metros (395 yardas)
	Peso total del cobre en las bobinas:	0,093 kg (0,207 libras)
25	Peso total de cobre y hierro en el transformador:	0,519 kg (1,147 libras)
	Regulación obtenida:	18,5% aproximadamente con factor de potencia unitario.

En este transformador, las bobinas ocuparán aproximadamente 8,38 mm (0,33 pulg) del espacio de ventana dis-

ponible de 9,52 mm (0,375 pulg.).

Con este valor de x , la variación posible de potencia se extiende entre 8 VA y 15 VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, haciendo variar el espesor del paquete entre 19 y 25,4 mm (0,75 y 1 pulg.).

Ejemplo 9b - Transformador según el invento

	Características:	15 VA a 200 voltios entrada y salida
	Densidad del flujo:	15.000 líneas/cm ²
	Dimensión x :	14 mm
10	Espesor del paquete:	35 mm
	Peso total de hierro en el núcleo:	0,525 kg (1,16 libras)
	Diámetro del hilo de aluminio utilizado para las bobinas:	0,224 mm
	Bobina primaria:	
15	Espiras	1280
	Espiras/capa	140
	Capas	10
	Bobina secundaria:	
	Espiras	1450
20	Espiras/capa	140
	Capas	11
	Longitud total del hilo utilizado:	360 metros (398 yardas)
	Peso total de aluminio en las bobinas:	0,038 kg (0,085 libras)
25	Peso total de aluminio y hierro en el transformador:	0,563 kg (1,254 libras)
	Regulación obtenida:	13% aproximadamente con factor de potencia unitario.

Las bobinas ocuparán aproximadamente 8,4 mm (0,33 pulg.) del espacio de ventana disponible de 14 mm (0,552 pulg.).

El coste de transformador en este ejemplo se estima inferior en un 10% respecto al coste del transformador de características similares del ejemplo 9a.

5 Con este valor de \underline{x} , la variación posible de potencia se extiende desde 3VA hasta 15VA, sustancialmente con la misma densidad de flujo, haciendo variar el espesor del paquete entre 14 y 35 mm.

10 Puede verse que en cada uno de los ejemplos 1b a 8b, la potencia máxima en KVA disponible (dentro de los límites especificados de \underline{x} a $2,5\underline{x}$ del espesor del paquete), por cada valor de \underline{x} , es igual a 6,25 veces la potencia mínima en KVA, y se observará que esta gama es considerablemente más amplia que la que puede obtenerse con los transformadores convencionales de los ejemplos 1a(i) y 2a a 8a. Se entiende que
 15 los transformadores convencionales que se describen en los ejemplos 1a(i) y 2a a 8a con los cuales se han comparado los transformadores según el invento, son transformadores típicos que pueden ser adquiridos en el comercio y por tanto se considera que las ventajas del invento pueden conseguirse
 20 en transformadores de utilización práctica.

Se considera que los valores específicos de \underline{x} indicados más arriba y definidos como siendo los tamaños números 1 a 8, son los valores óptimos. Sin embargo, si es preciso fabricar una gama diferente de tamaños, es preferible conservar las relaciones entre los diferentes valores de \underline{x} . Por
 25 ejemplo, si en el tamaño número 1 de esta variante de gama el valor de \underline{x} es \underline{y} mm, la gama preferida de tamaños será:

30	Tamaño nº 1	\underline{x}	= \underline{y} mm
	Tamaño nº 2	\underline{x}	= $19\underline{y}/14$ mm
	Tamaño nº 3	\underline{x}	= $23\underline{y}/14$ mm

	Tamaño nº 4	\underline{x}	=	28y/14 mm
	Tamaño nº 5	\underline{x}	=	33y/14 mm
	Tamaño nº 6	\underline{x}	=	44y/14 mm
	Tamaño nº 7	\underline{x}	=	55y/14 mm
5	Tamaño nº 8	\underline{x}	=	64y/14 mm

Hasta ahora el invento ha sido descrito de manera detallada con relación a transformadores. Como se ha indicado más arriba, sin embargo, el invento puede aplicarse a otros aparatos electromagnéticos.

10 La figura 8 es una diagrama que ilustra como las chapas estampadas de las figuras 1 y 2 pueden utilizarse en una bobina de choque. La bobina de choque 100 se representa esquemáticamente alrededor del brazo de núcleo constituido por el núcleo central 6 del paquete de chapas. Esta bobina puede formarse en un carrete pero no es el caso de la que se representa en la figura 8. En las bobinas de choque puede ser conveniente que la reluctancia magnética del circuito magnético sea relativamente importante. Con esta finalidad, pueden situarse unos separadores 102, 104 y 106, de material no magnético tal como materia plástica, entre los elementos 16 en I y los respectivos elementos dos en forma de E asociados para formar unos entrehierros entre los elementos en I y entre los elementos en E.

25 Es preferible utilizar la misma gama de tamaños de chapas estampadas, según se define por la dimensión \underline{x} , en los transformadores de la manera descrita más arriba detalladamente, cuando el dispositivo electromagnético está constituido por una bobina de choque. En comparación con las bobinas de choque de la técnica anterior pueden conseguirse las mismas ventajas en las bobinas de choque según el invento y el

30

espacio de ventana adicional disponible en las construcciones según el invento es particularmente ventajoso en el caso de las bobinas de choque ya que la bobina de choque puede requerir más espacio que las bobinas de transformadores y este es particularmente el caso cuando la bobina de choque está hecha de aluminio. Por tanto se entiende que la bobina 100 que se representa en la figura 8 está hecha de hilo de aluminio.

En la figura 9, una bobina de reactancia saturable que incorpora el invento se ilustra esquemáticamente. Como en el caso de transformadores, la reluctancia magnética del circuito magnético ha de ser mantenida en un valor mínimo y por tanto los elementos 16 en forma de I se representan en contacto íntimo con los elementos 2 en forma de E. Las bobinas de corriente alterna 110 y 112 conectadas en serie se representan enrolladas alrededor de los brazos constituidos por los brazos 4 y 8 de los elementos en forma de E2. Las bobinas 110 y 112 están enrolladas de tal manera que si el flujo magnético inducido por la bobina 110 fluye hacia arriba en el brazo 8, el flujo producido al mismo tiempo por la bobina 112 fluye hacia abajo en el brazo 4. Un devanador de control de corriente continua 114 rodea el brazo del núcleo constituido por los brazos centrales 6 del paquete de elementos de chapas en forma de E y está dispuesto para ser utilizado de tal manera que el flujo producido fluya hacia arriba en el brazo 6, según se ve en la figura 9.

La utilización del invento en bobinas de reactancia saturables puede facilitar las ventajas descritas más arriba en particular con relación a transformadores, y es particularmente ventajosa ya que, aunque se utilice en el invento

hilo de aluminio, existe un espacio de ventana adecuado para recibir las tres bobinas 110, 112 y 114.

En la variante de realización de la bobina de reactancia saturable que se representa en la figura 10, se han
5 previsto dos núcleos magnéticos separados 120 y 122 . Cada uno de ellos está hecho según se describe con referencia a las figuras 1 a 5. Los dos devanados 110 y 112 de la bobina de reactancia saturable están situados en los brazos constituídos por los brazos centrales 6 de los elementos en forma
10 de E de los respectivos núcleos diferentes y están conectados en serie y enrollados de modo que mientras la corriente circula en el sentido horario en un núcleo según se ve en la figura 10, la corriente circula en el sentido antihorario en el otro núcleo. El devanado de control de corriente continua
15 está situado alrededor de ambos devanados de corriente alterna 110 y 112 y pasa a través de las ventanas de los dos núcleos.

En el caso de bobinas de reactancia saturables, se prefiere igualmente que los tamaños de las chapas estampadas, definidos por la dimensión x , sean las que se describen con referencia a los transformadores.
20

Las chapas estampadas utilizadas en el invento descritas aquí utilizan un elemento en forma de E y un elemento en forma de I dispuesto para interconectar las extremidades del elemento en forma de E. Las chapas estampadas están
25 realizadas utilizando una técnica "sin desperdicio" que hace que si x es la anchura del brazo central de los tres brazos paralelos del elemento en forma de E, la longitud de los espacios o "ventanas" entre los tres brazos paralelos (es decir la dimensión del espacio medida paralelamente a dichos
30

tres brazos) es $3x$. De acuerdo con otros modos de realización del invento que se describirán ahora con referencia a las figuras 11 a 16, si se tolera una pequeña cantidad de desperdicio de material, la longitud de estas ventanas puede ser aumentada de modo que presenten una longitud superior a $3x$. La cantidad de desperdicio depende del grado en que la longitud de las ventanas rebasa el valor $3x$. Por ejemplo, si las ventanas miden $3,5x$ en el sentido de su longitud, el desperdicio de material será de 2,28%. Esto es particularmente ventajoso cuando se utilizan estas chapas para bobinas de choque o para bobinas de reactancia saturables en las cuales puede ser necesario disponer de un espacio más importante que en los transformadores.

Haciendo referencia a la figura 11 de los dibujos adjuntos, la chapa estampada que se representa incluye un elemento en forma de E 202 provisto de tres brazos paralelos 204, 206, 208 con unas separaciones 210 y 212 entre ellos, un brazo 214 situado transversalmente a los brazos paralelos 204, 206, 208 y que forma parte integrante de los mismos y un elemento en forma de I, 216. Se han previsto unos agujeros para tornillo 218 en los elementos 202 y 216.

Si, como se representa en la figura 11, el ancho del brazo central de los tres brazos paralelos 204, 206, 208 del elemento 202 es x , las dimensiones relativas de los brazos y de los espacios de la chapa estampada que se representa en la figura 11 son las siguientes:

	<u>Brazo/espacio</u>	<u>Anchura</u>	<u>Longitud</u>
	Brazo 204	$0,5x$	$3,5x$
	Brazo 206	x	$3,5x$
30	Brazo 208	$0,5x$	$4x$

Espacio 210	<u>x</u>	3,5 <u>x</u>
Espacio 212	<u>x</u>	3,5 <u>x</u>
Brazo 214	0,5 <u>x</u>	4 <u>x</u>
Elemento 216	0,5 <u>x</u>	3,5 <u>x</u>

5 Se observará ahora que la distancia desde la extremidad situada más a la izquierda del brazo 208 hasta el borde derecho del brazo 214 es 4,5x, por tanto el contorno de la chapa estampada 202 es un rectángulo de 4,5x por 4x. Ya que el brazo 214 está en ángulos rectos respecto a los
 10 brazos 204, 206, 208, el brazo 208 tiene una porción de extremidad 208' que sobresale a una distancia 0,5x más allá de las extremidades de los brazos 204, 206.

La chapa estampada que se ilustra en la figura 11 puede, si se realizan dos chapas estampadas de este tipo,
 15 ser cortada a partir de una pieza rectangular de metal en forma de hoja que mide 4,5 x por 5x con desperdicios reducidos, si las líneas de corte están dispuestas de la manera indicada en la figura 12. La figura 12 lleva los mismos números de referencia que la figura 11 con el sufijo a para
 20 indicar las partes de una de las chapas estampadas y el sufijo b para indicar las partes de la otra chapa estampada. El número de referencia 219 de la figura 2 indica dos piezas cuadradas de metal que de hecho se desperdician durante la
 25 operación de recorte. Estas piezas de metal representan las extremidades de los brazos 216 que no se necesitan debido a la porción saliente 218' del brazo 218 del elemento en forma de E. Este desperdicio representa el 2,28% del material.

La chapa estampada de las figuras 13 y 14 es similar a la de las figuras 11 y 12 salvo que los tres brazos 204,
 30 206, 208 tienen todos la misma longitud, es decir 3,5x, y el

brazo 216 tiene una longitud de $4x$. En tal caso, por tanto, las piezas rectangulares de metal 219 que se desperdician durante la operación de corte se retiran de las extremidades de los brazos 208a, 208b, como se indica en la figura 14.

En el modo de realización de las figuras 15 y 16, se retiran unas piezas de metal triangulares 221, midiendo la base del triángulo x y midiendo la altura $0,5x$. Se desperdicia una pieza procedente de los brazos 216b, 208b y la otra pieza procedente de los brazos 208a, 216a, dando lugar a que el elemento en forma de I 216 se una al brazo 208 (figura 15) a lo largo de una línea diagonal 223.

Preferentemente, el corte de las chapas de las figuras 11 a 16 se efectúa mediante una operación de estampado. Si se desea, pueden estamparse más de dos chapas a partir de una misma hoja simultáneamente. Esto puede efectuarse con pocos desperdicios (2,28%) si la hoja es divisible en rectángulos que miden $4,5x$ por $5x$. Las chapas estampadas pueden hacerse con hierro para transformadores de tipo convencional y según se suele hacer, una o ambas caras que estará provista de un revestimiento aislante realizado con un barniz o mediante oxidación.

La cantidad de desperdicio en los tres modos de realización de las figuras 11 a 16 es el mismo cuando las dimensiones relativas son las mismas. Sin embargo, el modo de realización de las figuras 11 y 12 ha de ser preferido ya que la porción saliente 208' del brazo 208 asegura un tope positivo contra el cual puede situarse el elemento en forma de I.

Las chapas estampadas que se ilustran en las figuras 11 a 16 se ensamblan con unas bobinas para formar aparatos

electromagnéticos tales como transformadores, bobinas de reactancia saturables y bobinas de choque, por ejemplo según se describe con referencia a las figuras 3 a 5 y 8 a 10. Como en el caso de las chapas estampadas de las figuras 1 y 2 es preferible que la dimensión x esté incluida en la gama de 14 a 64 mm, y en particular que dicha dimensión tenga uno de los siguientes valores particulares:

- (1) $x = 14$ mm
- (2) $x = 19$ mm
- 10 (3) $x = 23$ mm
- (4) $x = 28$ mm
- (5) $x = 33$ mm
- (6) $x = 44$ mm
- (7) $x = 54$ mm
- 15 (8) $x = 64$ mm

Por tanto, como en el caso de las chapas estampadas de las figuras 1 y 2, es preferible que el fabricante de chapas estampadas fabrique esta gama de tamaños para su almacenado por el fabricante de transformadores.

20 Se entenderá que, aunque tenga la forma de una I, el elemento 216 puede estar en contacto con el elemento en forma de E 202 en el núcleo ensamblado, en particular en transformadores y bobinas de reactancia saturables, pero si se desea el elemento 216 puede estar ligeramente separado, por ejemplo mediante separadores de plástico, del elemento 202
 25 en el núcleo ensamblado, por ejemplo como en el caso de las bobinas de choque que se describe con relación a la figura 8. En tal caso, la chapa estampada puede mantener una forma exactamente rectangular, y por tanto la referencia a las chapas
 30 de forma "rectangular" que se hace en las reivindicaciones,

ha de ser entendida en este contexto.

Varias modificaciones pueden ser introducidas en el alcance del invento. Por ejemplo, aunque la longitud de los brazos 204 y 206 ha sido representada como siendo de $3,5x$ en las figuras 11 a 16, estos brazos pueden tener cualquier valor superior a $3x$. En tal caso, en la chapa de las figuras 11 y 12 la longitud del brazo 208 será superior a la longitud de los brazos 204 y 206 en $0,5x$. En las figuras 11 y 12, cuanto más largos son los brazos 204, 206 y 208 del elemento en forma de E, tanto más largas serán las piezas de material 219 que se desperdician. En el caso de las figuras 13 y 14, ya que el brazo 216 debe tener una longitud de $4x$, si se aumenta la longitud de los brazos 204, 206 y 208 más allá de $3,5x$, algún material procedente de las extremidades de los elementos en forma de \ddagger 216a y 216b deberá también ser retirada y desperdiciada. Preferentemente, para evitar desperdicios excesivos, los brazos 204 y 206 no tendrán una longitud superior a $4,5x - 5x$.

Aunque las bobinas primaria y secundaria han sido descritas como estando situadas la una encima de la otra según se representa en las figuras 4 y 5, estas bobinas pueden situarse la una al lado de la otra. Igualmente, aunque se haya supuesto en la descripción del hilo de aluminio que este tiene una sección transversal circular, es posible utilizar hilo con otra sección transversal. En particular, el término "hilo" que se utiliza en las siguientes reivindicaciones debe entenderse como incluyendo dentro de su alcance hilo en forma de tira cuya anchura es sustancialmente inferior a la longitud y a la anchura de las "ventanas" del núcleo magnético, de modo que esta estrecha tira pueda enrollarse en

bobina que tienen una pluralidad de espiras, lo mismo que el hilo de sección transversal circular puede enrollarse también en bobinas que incluye una multiplicidad de espiras.

5 Debe entenderse que aunque las dimensiones de los
5 varios brazos de las chapas estampadas utilizadas en el invento han sido indicadas con precisión en función de x (por ejemplo $0,5x$) estos valores pueden variar dentro de los límites de fabricación prácticos. Las referencias a estas
10 dimensiones en las siguientes reivindicaciones deben por tanto ser interpretadas en este contexto.

En resumen, la presente patente de introducción que se solicita deberá recaer en las siguientes

REIVINDICACIONES

15 1. Un aparato electromagnético tal como un transformador, una bobina de reactancia saturable o una bobina de choque, que comprende un núcleo magnético hecho de una pila de chapas estampadas, en la que cada chapa incluye un
20 elemento en forma de E y un elemento en forma de I en comunicación magnética con cada uno de los tres brazos paralelos del elemento en forma de E, y una bobina de - aluminio que rodea uno de los brazos de dicho núcleo constituido por brazos de dichos elementos en forma de E; caracte-
25 rizado porque en cada elemento en forma de E (2; 202). si la anchura del brazo central (6; 206) de los tres brazos paralelos (4, 6, 8; 204, 206, 208) es x , la separación (10, 12, 210 212) entre dicho brazo central (6; 206) y cada uno de los bra-
30 zos externos (4, 8; 204, 208) de dichos tres brazos es x , la anchura de cada uno de dichos brazos externos (4, 8; 204, 208)

y del brazo (14; 214) situado transversalmente a estos últimos es $0,5x$, la longitud de dicho brazo transversal (14; 214) es $4x$, la longitud del brazo central (6; 206) y de un primero de dichos brazos externos (4; 204) es igual por lo menos a $3x$, la longitud del segundo brazo externo (8; 208) es igual por lo menos a $3,5x$; porque dicho elemento en forma de I (16; 216) tiene una longitud igual por lo menos a $3,5x$ y una anchura de $0,5x$; y porque dicha bobina de aluminio es alambre.

5

10

2. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el valor de x está dentro de los límites de 14 mm y 64 mm.

15

3. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque x tiene uno de los siguientes valores:

(1) $x = 24$ mm

(2) $x = 19$ mm

(3) $x = 23$ mm

(4) $x = 28$ mm

20

(5) $x = 33$ mm

(6) $x = 44$ mm

(7) $x = 54$ mm

(8) $x = 64$ mm

25

4. Un aparato según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque en cada elemento en forma de E (2) la longitud del brazo central (6) y de un primero de dichos brazos externos (4) es de $3x$, la longitud del segundo brazo externo (8) es de $3,5x$ de tal manera que la porción extrema libre del brazo (8) sobresale a una distancia de $0,5x$ más allá de

30

5 las extremidades libres del brazo central y del primer brazo
externo (4, 6); porque cada elemento en forma de I (16) tie-
ne una longitud de $3,5x$ y una anchura de $0,5x$; y porque cada
elemento en forma de I está dispuesto con un borde longitudi-
nal en comunicación magnética con los bordes extremos libres
del brazo central (6) y de dicho brazo extremo (4) de un ele-
mento cooperante en forma de E (2) y con un borde extremo en
comunicación magnética con el borde longitudinal interno de
10 dicho segundo brazo externo (8) de dicho elemento cooperante
en forma de E (2)- (figura 1).

5. Un aparato según la reivindicación 1, 2 ó 3, ca-
racterizado porque la configuración de cada chapa estampada es
15 sustancialmente rectangular y tiene una dimensión superior a
 $4x$ paralelamente a dichos tres brazos paralelos (204, 206,
208) y una dimensión de $4x$ transversalmente a estos, la anchu-
ra de los cuatro brazos (204, 208, 214, 216) que forman el
rectángulo es de $0,5x$, y los espacios rectangulares (210,
212) entre el brazo central (206) de los tres brazos parale-
20 los y los brazos externos respectivos (204, 208) de dichos
tres brazos paralelos tiene cada uno una anchura de x y una
longitud superior a $3x$ (Figuras 11 a 16).

25 6. Un aparato según la reivindicación 5, caracteri-
zado porque la longitud de dichos espacios (210, 212) no es
superior a $5x$.

7. Un aparato según la reivindicación 5, caracteri-
zado porque la longitud de dichos espacios (210, 212) es de
30 $3,5x$.

5 8. Un aparato según la reivindicación 5, 6 ó 7, caracterizado porque un brazo externo (208) de dichos tres brazos paralelos (204, 206, 208) de dicho elemento en forma de E (202) tiene una longitud superior en $0,5x$ respecto a los otros brazos (204, 206) de dichos tres brazos, teniendo dicho brazo (208) una forma rectangular, y porque dicho elemento en forma de I (216) es rectangular y mide $3,5x$ por $0,5x$ (Figura 11).

10 9 Un aparato según la reivindicación 5, 6 ó 7, caracterizado porque dichos tres brazos paralelos (204, 206, 208) de dicho elemento en forma de E (202) tienen todos la misma longitud, y dicho elemento en forma de I (216) es rectangular y mide $4x$ por $0,5x$ (Figura 13).

15 10. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque el brazo central (206) y un brazo externo (204) de los tres brazos paralelos (204, 206, 208) tienen cada uno una longitud de $3,5x$; el borde interno del segundo (208) de dichos brazos externos de dichos tres brazos mide $3,5x$ y el borde externo del mismo mide $4x$, dicho elemento en forma de I (216) tiene un borde que mide $3,5x$ y que está en comunicación magnética con las extremidades de dicho brazo central (206) y de dicho primer brazo externo (204) de dichos tres brazos
20 (204, 206, 208) de dicho elemento en forma de E (202) y un segundo borde que mide $4x$ teniendo dicho elemento en forma de I (216) y dicho otro brazo de dichos tres brazos unas extremidades inclinadas (223) que cooperan mutuamente para asegurar la
25 comunicación magnética entre el elemento en forma de I (216) y
30

dicho otro brazo (208) de dichos tres brazos (204, 206, 208).

11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de introducción que se solicita:

5 UN APARATO ELECTROMAGNETICO TAL COMO UN TRANSFORMADOR, UNA BOBINA DE REACTANCIA SATURABLE O UNA BOBINA DE CHOQUE.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cincuenta y una páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

10 Madrid, 7 de Septiembre de 1976

BERNARDO UNGRIA

p.p.

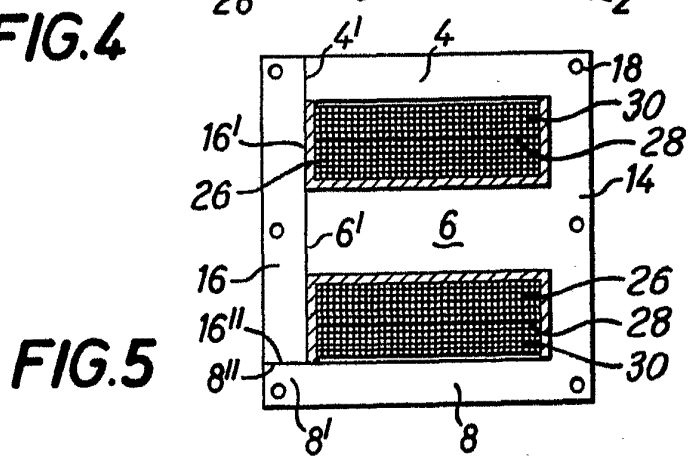
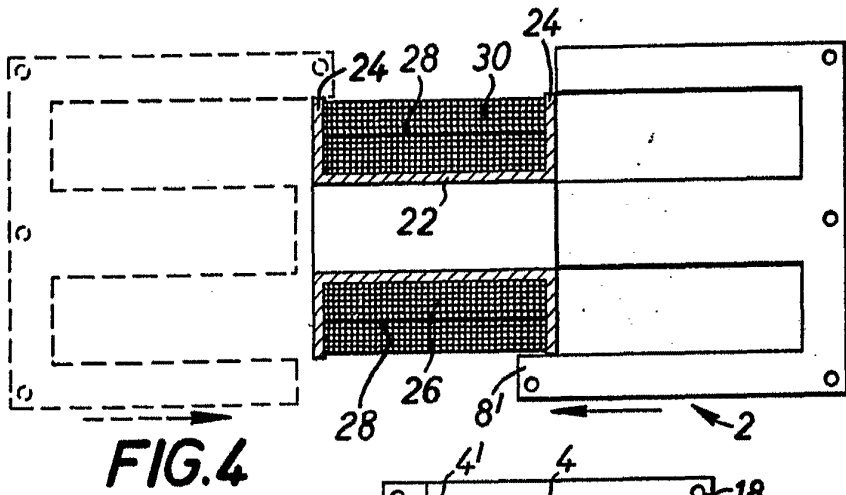
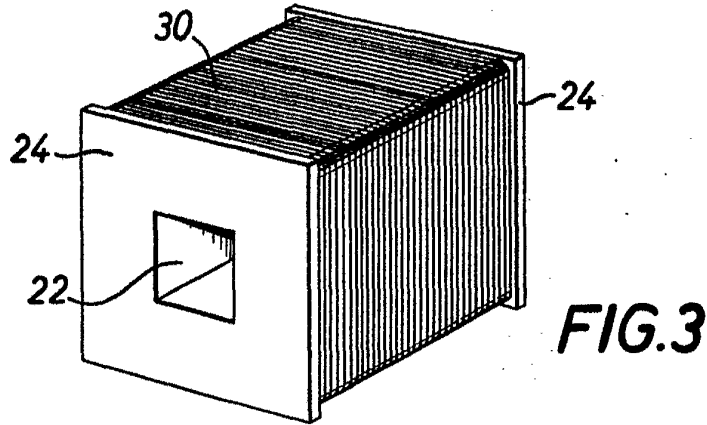


15

20

25

30

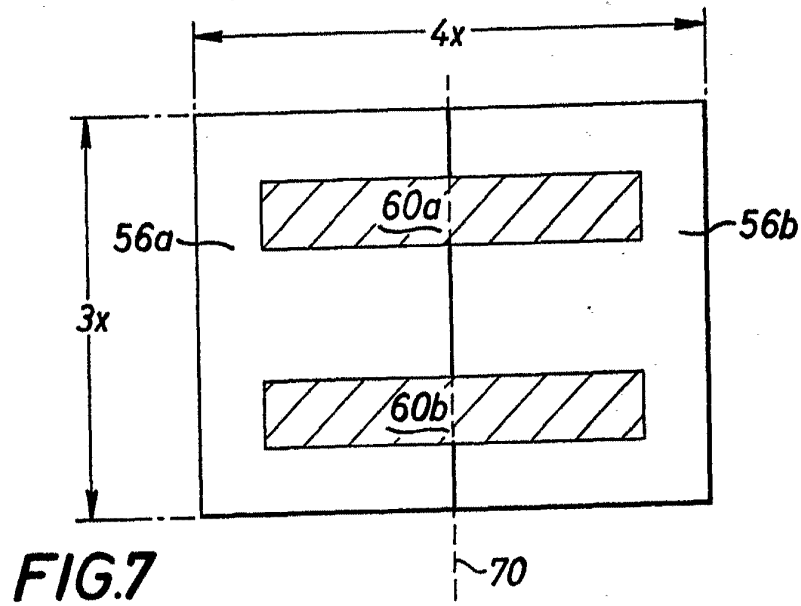
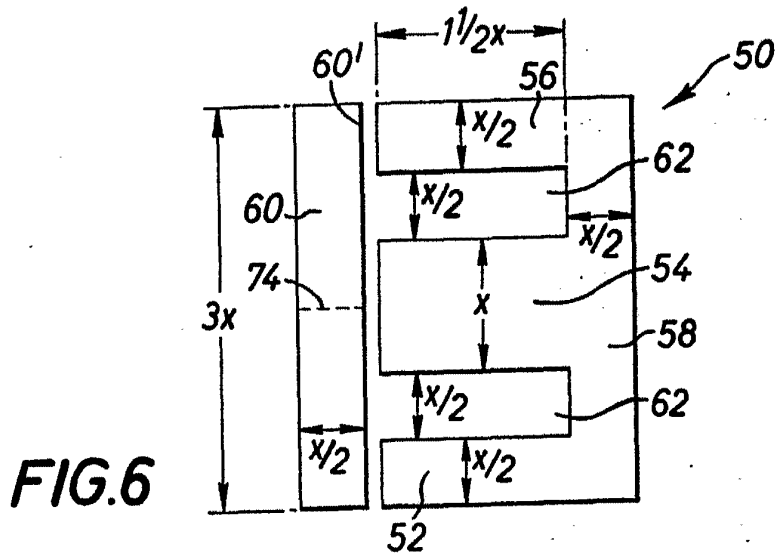


ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de Septiembre de 1.975

RICARDO URRUTIA

P. P.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 7 de Septiembre de 1938

REPUBLICA ESPAÑOLA

FIG.8

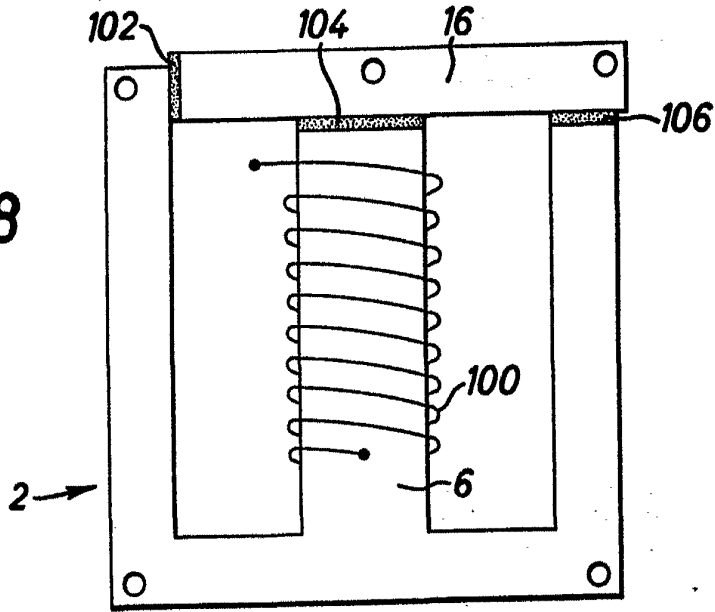
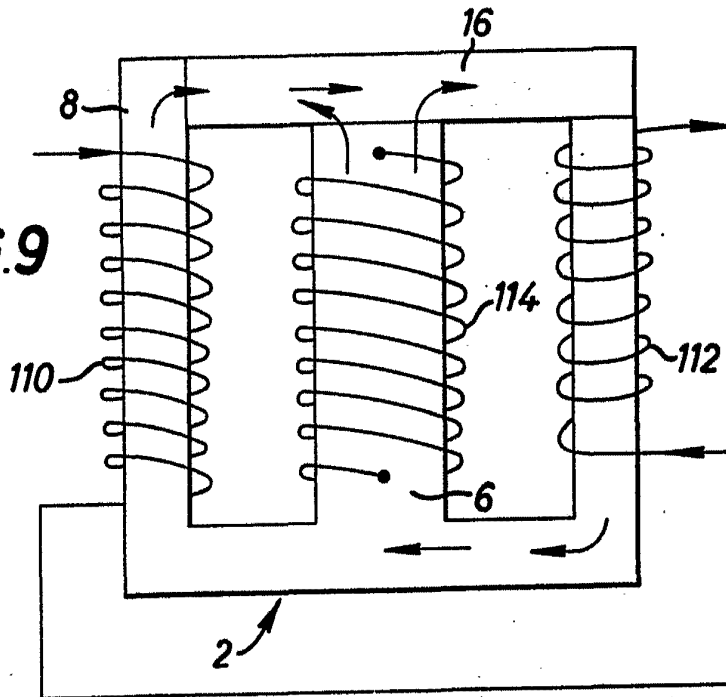


FIG.9



ESCALA VARIABLE
Madrid, 7 de Septiembre de 1976
BERNARDO UGREA
P.P.

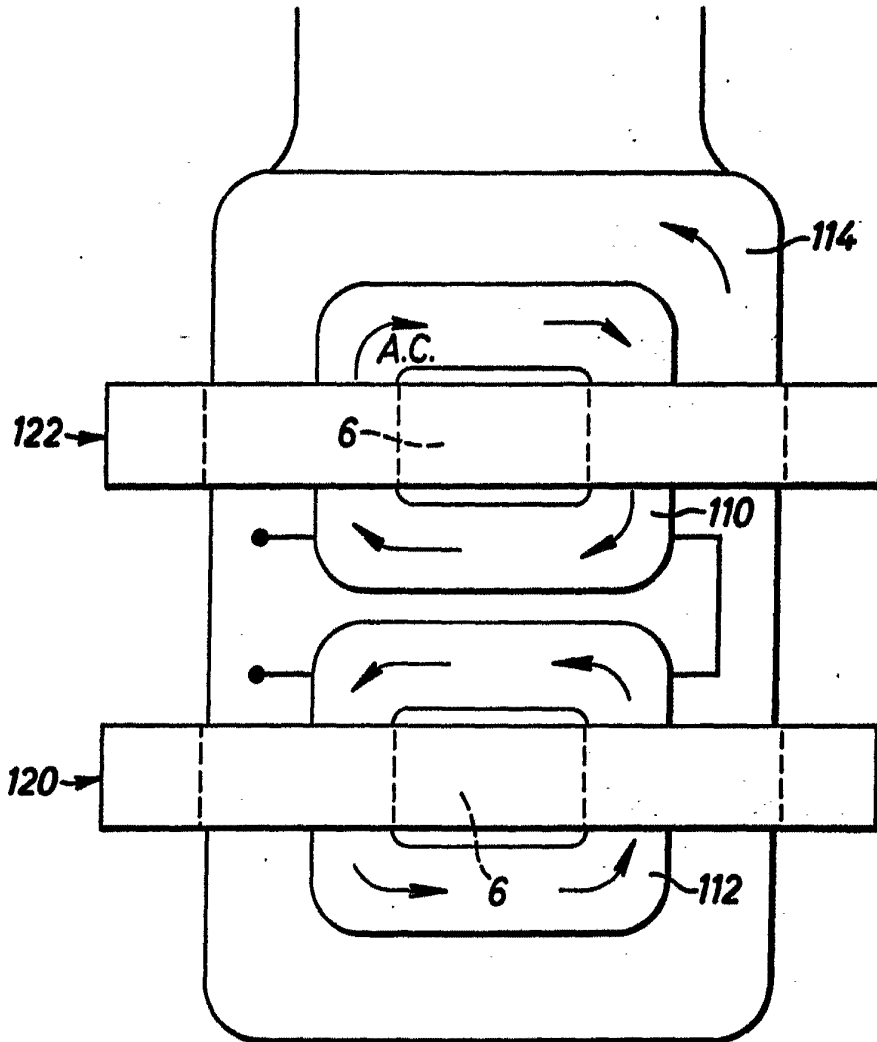


FIG.10

ESCALA VARIABLE
Madrid, 7 de Septiembre de 1976

BERNARDO UNGRIA

[Handwritten signature]

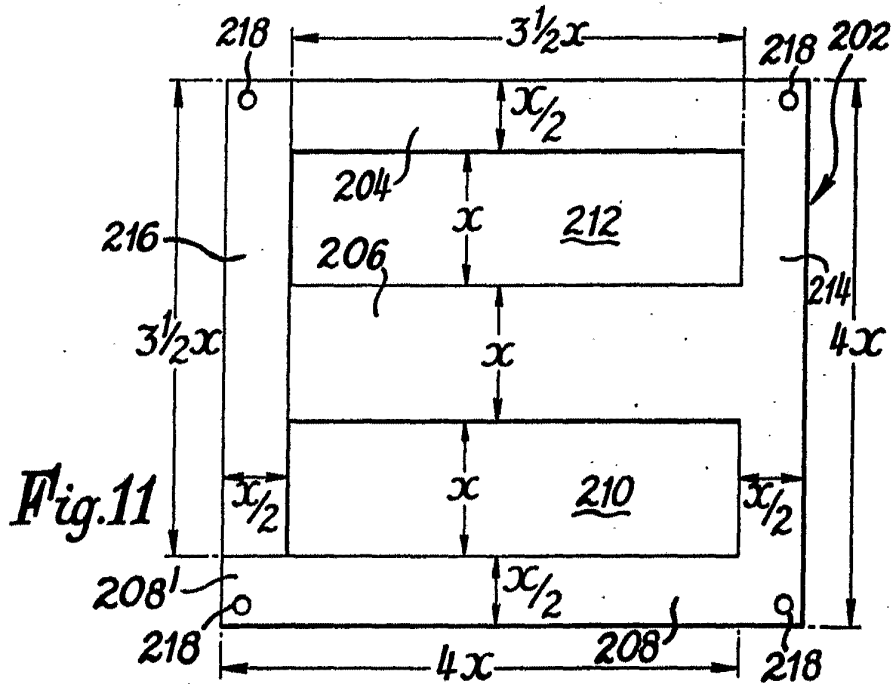


Fig. 11

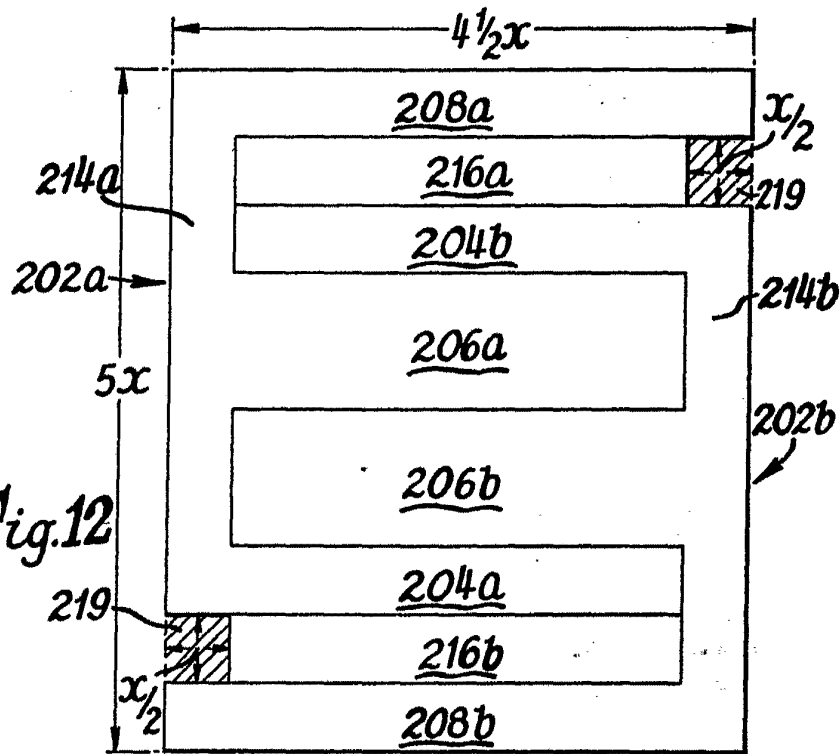
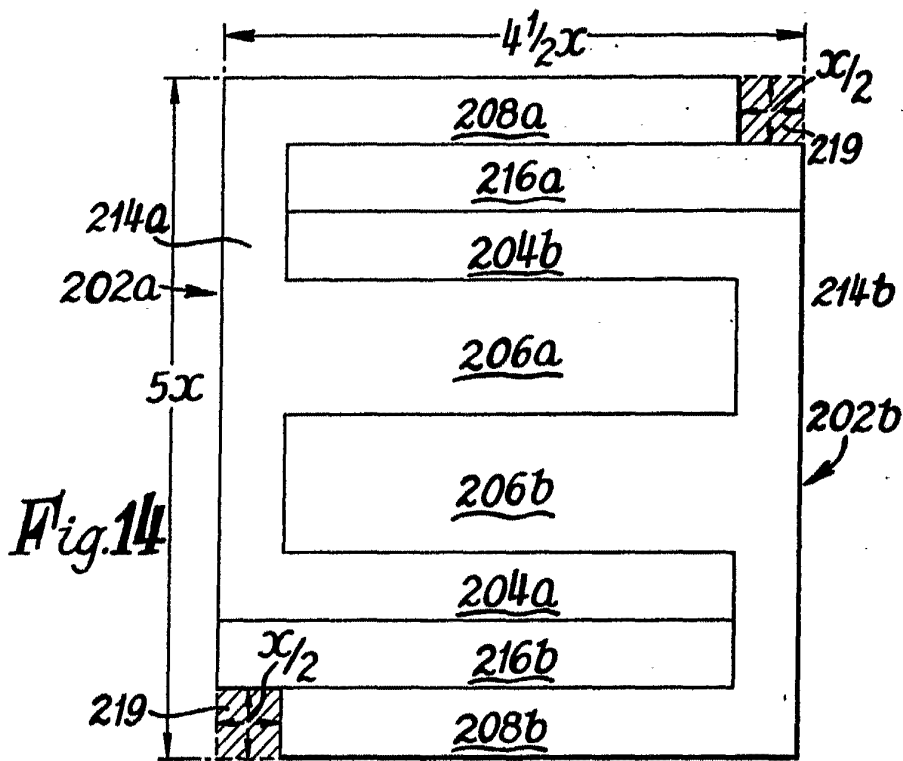
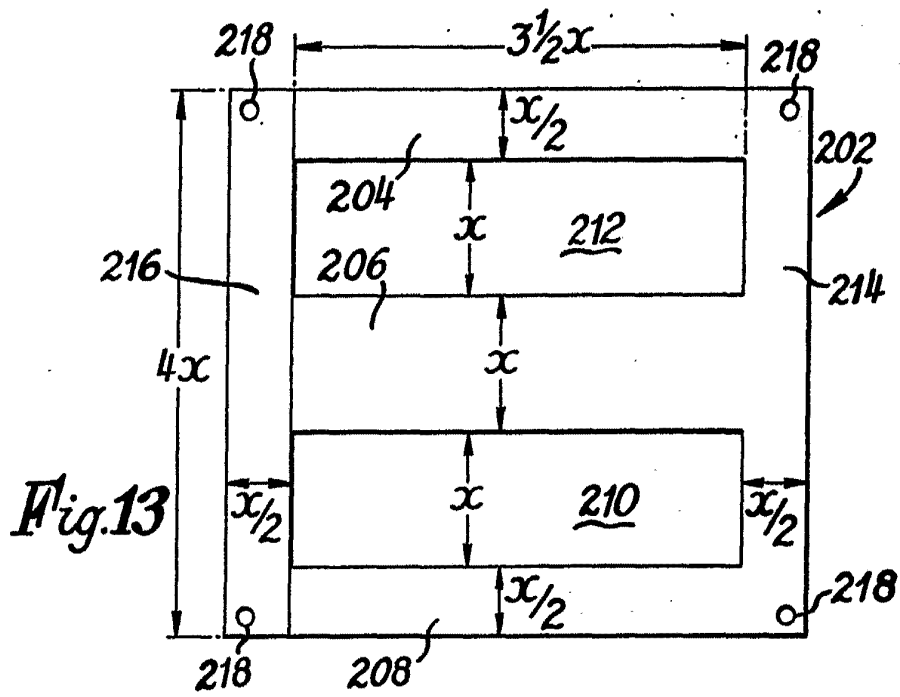


Fig. 12

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 7 de Septiembre de 1976
 BERNARDO UNGRIA
 P. 9.

[Handwritten signature]



ESCALA VARIANTE
Madrid, 7 de Septiembre de 1976
HERNANDEZ SANCHEZ

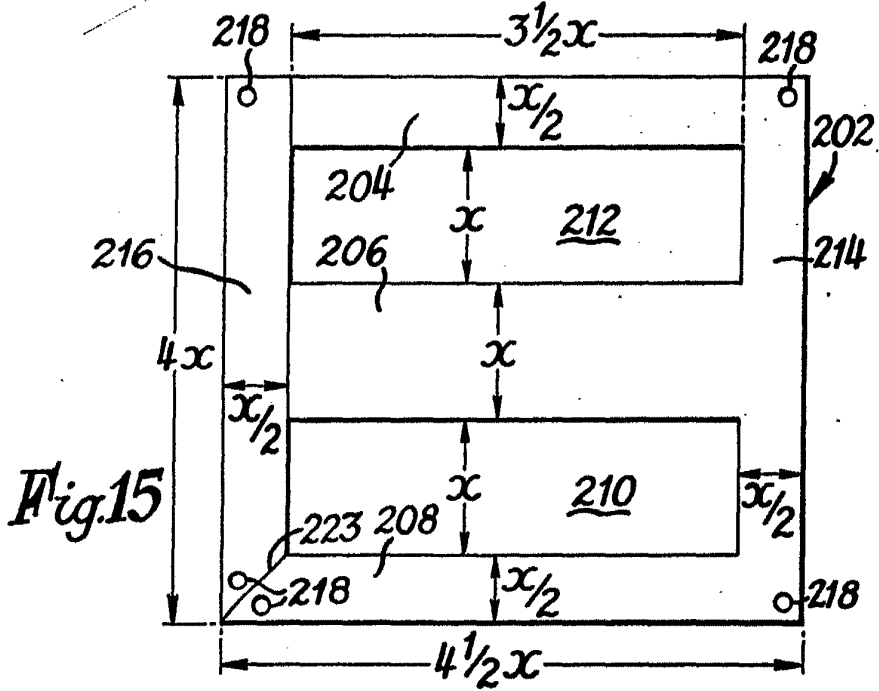


Fig. 15

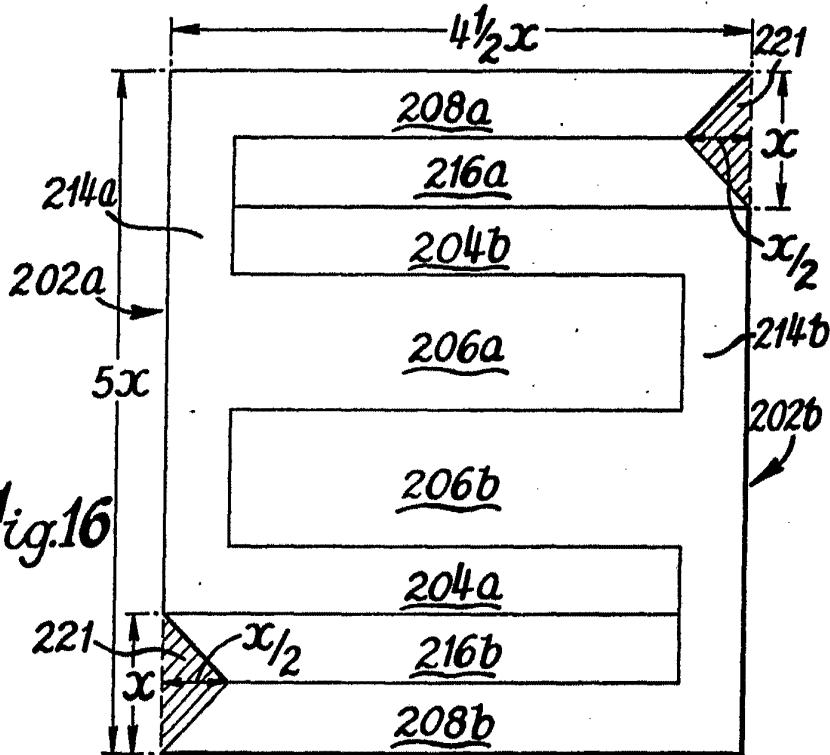


Fig. 16

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 7 de Septiembre de 1976
 HARRY HIRST
 9-9