

15 FEB. 1963



281877

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 26 de Octubre de 1962, con el n.º. 281.877

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION,
entidad norteamericana, establecida en 590, Madison Ave
nue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:
"DISPOSICION CON PROPIEDADES MEJORADAS DE TRANSMISION DE
SEÑALES ENTRE ELEMENTOS DELGADOS DE PELICULA MAGNETICA
CONECTADOS POR UNA BANDA DE ACOPLAMIENTO"

La presente invención se refiere a una disposi-
ción, con propiedades mejoradas de transmisión de señales
entre delgados elementos de película magnética conectados
por una tira conductora de acoplamiento, para transmitir
5 información, preferiblemente binaria, desde al menos un
elemento controlador, de delgada película magnética, a
al menos un elemento controlado de delgada película mag-
nética.

Los elementos de película magnética son ya conc-
10 cidos en la técnica. Son adecuados para elementos de in-

15 F



5 interrupción o conmutación rápida, lo que explica su aplica
ción preferida en la técnica de conmutación de los calcu-
ladores electrónicos y sistemas de tratamiento o manipula
ción de datos. También se sabe ya que los elementos de pe-
10 lícula magnética con anisotropía magnética uniaxial pueden
ser conectados funcionalmente por líneas de acoplamiento
en forma de tira conductora, y que la información binaria
puede ser transferida desde un primer elemento de pelícu-
la magnética (controlador) a un segundo elemento (contro-
15 lado) de película magnética, sucesivamente acoplados. Por
la técnica del acoplamiento de núcleos magnéticos se sabe
que para la transmisión de señales desde un primer núcleo
magnético a un segundo núcleo sucesivamente acoplado hay
que tener en cuenta ciertas prescripciones de dimensiona-
20 miento y condiciones de adaptabilidad (sintonía), a fin
de obtener propiedades de transmisión de señales energéti-
camente favorables. Este problema se resuelve para los nú-
cleos magnéticos eligiendo adecuadamente el número de
arrollamientos de los núcleos magnéticos controlador y
25 controlado, respectivamente. Ahora bien, debido a la prin-
cipal diversidad topológica entre circuitos de acoplamien-
to de núcleos magnéticos y circuitos de acoplamiento de
películas magnéticas, las prescripciones de dimensiona-
miento conocidas en la técnica de acoplamiento de núcleos
30 magnéticos no pueden ser trasladadas a los circuitos de
acoplamiento con elementos de película magnética delgada,
y hasta ahora no se sabía de qué modo podía resolverse el
problema de la adaptabilidad (sintonía) en circuitos de
acoplamiento de películas magnéticas.

30 Por consiguiente, es objeto principal de la pre-

281877

15 F



5 sente invención y solicitud de patente habilitar una disposición de acoplamiento entre elementos de película magnética controladores y controlados, con ventajosas condiciones de adaptabilidad, merced a la cual se logra una mejora en la transmisión de señales energéticas, con respecto a los circuitos de acoplamiento anteriormente conocidos que comprenden elementos de película magnética delgada.

10 Otro objeto de este invento consiste en unas prescripciones de dimensionamiento respecto a la forma geométrica de los elementos de película magnética y de las tiras conductoras de acoplamiento que los conectan, al efecto de lograr una mejora de la transmisión de señales energéticas.

15 Es asimismo objeto de esta invención demostrar que las inductividades iniciales de los elementos de película magnética controladores y controlados en un circuito de acoplamiento pueden ser sintonizadas por el procedimiento de dar una adecuada forma geométrica a los elementos de película magnética y a las tiras de acoplamiento que los conectan.

25 Finalmente, es objeto de esta patente de invención una disposición para la transferencia de información binaria a lo largo de varias etapas en la realización de un registro de traslación de dos tiempos, como ilustración especial de su aplicación, merced a la cual se establece un sentido inequívoco y prefijado de traslación o cambio de información, por el hecho de habilitarse para la transmisión de la señal energética una favorable condición de adaptabilidad respecto a dicho sentido, y una condición

30

281877



de adaptabilidad desfavorable, conscientemente establecida, en el sentido opuesto a aquél.

5 En general, el dispositivo de acoplamiento conforme a la invención, que comprende una tira conductora de acoplamiento, una disposición de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas, mutuamente interconectadas por la tira conductora de acoplamiento, y medios deflectores para desviar temporal o transitoriamente las magnetizaciones de las disposiciones de delgadas capas magnéticas, se caracteriza por el hecho de que, con el propósito de mejorar las propiedades de transmisión de señales, la anchura de la tira de acoplamiento en el lugar donde se sitúa la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras es distinta en comparación con la anchura de la tira de acoplamiento en el lugar de situación de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas; de que las extensiones lineales totales en sentidos paralelo y ortogonal al eje longitudinal de la tira de acoplamiento son diferentes entre sí al menos en una de las dos disposiciones de delgadas capas magnéticas; de que la mayor anchura de la tira de acoplamiento está en el lugar de situación donde también la disposición de delgadas capas magnéticas presenta la mayor extensión lineal total en sentido ortogonal respecto al eje longitudinal de la tira de acoplamiento; y de que en ambas disposiciones de delgadas capas magnéticas, los productos del espesor de las delgadas capas magnéticas por la extensión lineal total respecto al eje longitudinal de la tira de acoplamiento son diferentes entre sí.

30 Los precedentes y otros objetos, características

281877



y ventajas de la invención se ilustrarán y explicarán con mayor detalle en la descripción, más particular, que sigue con referencia a los dibujos adjuntos. En estos dibujos:

5 - la figura 1 representa una disposición básica del dispositivo de acoplamiento conforme a la invención, con dos elementos de delgada película magnética interconectados por una tira de acoplamiento, de anchura variable;

10 - la figura 2 representa una sección recta del dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 1;

 - la figura 3 representa el circuito eléctrico equivalente del dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 1;

15 - la figura 4 representa una primera alternativa del dispositivo de acoplamiento conforme a la invención, con una disposición de delgadas capas magnéticas controladoras que comprende tres películas magnéticas independientes acopladas en serie por medio de la tira de acoplamiento;

20 - la figura 5 ilustra una segunda alternativa del dispositivo de acoplamiento, con una disposición de delgadas capas magnéticas controladas, que comprende tres películas magnéticas independientes acopladas en paralelo por medio de la tira de acoplamiento;

25 - la figura 6 representa otra alternativa del dispositivo de acoplamiento, con una disposición de delgadas capas magnéticas controladoras que comprende dos películas magnéticas independientes acopladas en serie, y una disposición de delgadas capas magnéticas controladas que

30

291877



15

comprende dos películas magnéticas independientes acopladas en paralelo;

5 - la figura 7 representa un dispositivo de acoplamiento con delgadas películas magnéticas conectadas en serie y que constituyen la disposición de delgadas capas magnéticas controlada;

10 - la figura 8 representa un dispositivo de acoplamiento con películas magnéticas acopladas en paralelo y que constituyen la disposición de delgadas capas magnéticas controlada;

- la figura 9 ilustra un dispositivo de acoplamiento para la transmisión de señales a lo largo de dos etapas;

15 - la figura 10 ilustra esquemáticamente la característica idealizada para la inducción B y la intensidad de campo H de un elemento de película magnética;

20 - las figuras 11a y 11b representan esquemáticamente las características para el flujo magnético Φ y la intensidad de corriente I para diversas formas geométricas de película magnética y tira de acoplamiento, resultantes de la característica B/H de la fig. 10; la fig. 11a ilustra la característica Φ/I para un elemento de película magnética de forma rectangular, cuyo eje longitudinal corre paralelamente a la tira de acoplamiento, en tanto que la fig. 11b presenta la característica Φ_2/I para un elemento de delgada película magnética de forma rectangular cuyo eje longitudinal corre ortogonalmente respecto a la tira de acoplamiento;

25 - la figura 12a ilustra esquemáticamente la característica B/H para un elemento de película magnética

281877



controlador, cuando se le hace funcionar de manera controlable en relación con la dirección "dura";

5 - la figura 12b ilustra esquemáticamente la característica B/H para un elemento de delgada película magnética controlado, cuando se le hace trabajar de manera controlable respecto a la dirección "fácil" con una previa tensión (polarización) magnética en el sentido duro;

10 - las figuras 13a y 13b ilustran esquemáticamente las características Φ/I resultantes de las características B/H de la fig. 12a y de la fig. 12b, respectivamente, merced a las cuales se ve que cuando la forma geométrica de los elementos de película magnética y las tiras de acoplamiento se elige adecuadamente dichas características
15 presentan la misma inductividad inicial con respecto al elemento de película magnética tanto controlador como controlado;

20 - la figura 14 ilustra esquemáticamente un registro de cambio o traslación en dos tiempos, con propiedades de transmisión no recíprocas, para información binaria;

- la figura 15 representa una sección recta del registro de cambio en dos tiempos de la fig. 14;

25 - la figura 16 ilustra la disposición estructural del conductor para producir los campos de polarización en el registro de cambio de dos tiempos conforme a la fig. 14;

30 - la figura 17 ilustra esquemáticamente la oportuna sucesión de la corriente excitadora, para hacer funcionar el registro de cambio de dos tiempos;

281877



15

- la figura 18 representa esquemáticamente la oportuna sucesión de los campos excitadores que actúan con referencia a los elementos A del registro de cambio de dos tiempos;

5

- la figura 19 representa esquemáticamente la oportuna sucesión de los campos excitadores que actúan con referencia a los elementos B del registro de cambio de dos tiempos; y

10

- la figura 20 representa la curva crítica de un elemento de película magnética y, al objeto de analizar cualitativamente el modo de trabajo del registro de cambio de dos tiempos de la fig. 14, muestra también en representación vectorial los campos de control que actúan sobre un elemento de película magnética controlado, en sentido de avance y de retroceso, bajo la influencia de elementos de película magnética controladores contiguos de la derecha y la izquierda.

15

20

Todas las formas de realización del presente invento que a continuación se describen tienen en común el acoplamiento de delgados elementos de película magnética por medio de un conductor de acoplamiento en forma de tira. Los elementos de película magnética que representan elementos conmutadores electromagnéticos de gran velocidad constan de delgadas capas magnéticas. Una delgada capa magnética es un material ferromagnético (por ejemplo, 20% de hierro, sobre un substrato o material subyacente. El espesor preferido para los delgados elementos de película magnética se encuentra comprendido entre los límites de 100 y 30.000 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm}$). Hay que prestar importancia especial a las capas magnéticas de magnetización

25

30

281877



uniformemente alineada; hemos de distinguir entre delgadas capas magnéticas isótropas y anisótropas. La magnetización de delgadas capas magnéticas isótropas permanece siempre en aquella posición en la cual haya sido fijada por un proceso de conmutación, por ejemplo, producido por aplicación de un campo magnético externo, en tanto que las capas magnéticas anisótropas presentan ciertas direcciones preferidas para la magnetización. En delgadas capas magnéticas con anisotropía uniaxial, la magnetización se alinea paralela a cierta dirección preferida, que se llama también "dirección fácil" y que puede adoptar uno o dos estados estables que difieren uno de otro en 180°. Si la magnetización de una capa magnética de anisotropía uniaxial es desviada de la dirección fácil por aplicación de un campo magnético externo, dicha magnetización revierte o se vuelve a la dirección preferida inmediata siguiente siempre que el citado campo magnético externo se anula.

La información binaria UNO y CERO, respectivamente, se representa en general con elementos delgados de película magnética mediante la posición paralela o antiparalela de la magnetización, con referencia a una dirección prefijada. Un delgado elemento de película magnética puede pasar o cambiar de la posición UNO a la posición CERO o viceversa bien sea por movimiento de pared o por conmutación o cambio rotacional, con el auxilio de campos magnéticos que actúan desde fuera. Los procesos de cambio de la magnetización producidos por conmutación rotacional son preferidos a causa de que el tiempo de conmutación es considerablemente más corto, del orden de magnitud de los



nanosegundos ($1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$). Durante la conmutación rotacional, la inversión o cambio de magnetización tiene lugar por medio de una rotación generalmente coherente de la magnetización a la nueva dirección.

5 Primeramente se describe una disposición básica del dispositivo de acoplamiento conforme a la invención, que representa dos delgados elementos de película magnética acoplados por medio de una tira conductora de acoplamiento de anchura variable; la fig. 1 representa la
10 vista superior y la fig. 2 la sección recta de dicho dispositivo de acoplamiento. Dos delgados elementos de película magnética 1 y 2 están acoplados por medio de una tira conductora en bucle cerrado 3, de modo que la parte que se encuentra por encima de los elementos se designa como conductor de avance y la parte que se halla debajo de los elementos se llama conductor de retorno. Cada uno de los dos elementos de película magnética está representado por una delgada capa magnética, continua y de forma casi rectangular, de espesor d . El lado mayor del rectángulo se designa con a , y el menor con b . Los dos elementos de película magnética están desplazados entre sí en unos 90° , y dispuestos de modo tal que el lado a del elemento 1 y el lado b del elemento 2 corren paralelamente al eje longitudinal 4 de la tira conductora. La anchura de la tira conductora 3 se ajusta a las medidas relativas de los delgados elementos de película magnética; esto es, la tira conductora tiene por encima y por debajo del elemento 1 una anchura aproximadamente igual al lado b de la capa magnética, en tanto que por encima y por debajo del elemento 2 dicha tira conductora tiene una
20
25
30

201077



anchura aproximadamente igual al lado a de la capa magnética. La transición de la parte pequeña a la parte ancha de la tira conductora tiene lugar de modo continuo. La distancia w_1 entre el conductor de avance y el conductor de retorno en el lugar de situación del elemento 1, y la respectiva distancia w_2 del elemento 2 están en la misma relación que la anchura b de la tira conductora con referencia al elemento 1 y la anchura a de la tira conductora con referencia al elemento 2. La razón que aconseja esta medida se explicará más adelante.

Los dos delgados elementos de película magnética 1 y 2 constan de delgadas capas magnéticas del tipo mencionado al principio. La magnetización uniformemente alineada de dichos elementos puede ser desviada, conmutada o cambiada desde una posición de reposo a una dirección determinada, por medio de campos magnéticos exteriormente aplicados que se colocan paralelamente al plano de las capas. En la consideración de carácter general que sigue, no necesita suponerse en principio la anisotropía de las capas magnéticas. Supóngase que la magnetización del elemento 1 en la posición de reposo está alineada en la dirección indicada por la flecha 5, paralelamente al eje longitudinal 4 de la tira conductora. Siempre que se aplique un campo magnético excitador externo H_{tr} , orientado perpendicularmente a la posición de reposo 5, la magnetización del elemento 1 es desviada hacia la dirección del campo excitador, esto es, la dirección indicada por la flecha 6. Cuanto más fuerte sea el campo magnético excitador H_{tr} , mayor será también el ángulo de desviación correspondiente. En el caso de que el campo excitador sea

281877



de valor mayor que el de la fuerza coercitiva H_K de saturación de la capa magnética, se obtendrá un ángulo de desviación de 90° , esto es, la dirección de magnetización quedará paralela al campo excitador externo, en la dirección de la flecha 6. Esta desviación o cambio de la magnetización, debida a la variación de flujo magnético en relación con la misma, induce una tensión eléctrica en aquella parte de la tira conductora 3 situada por encima y debajo del elemento 1. Debido al hecho de que la tira conductora forma un bucle conductivo cerrado, comienza a circular una corriente de inducción I . Esta corriente I que circula por la tira conductora 3 produce una acción debida a los campos magnéticos generados tanto con respecto al elemento de película magnética 1 como respecto al elemento de película magnética 2. La acción de la corriente de inducción en el elemento de película magnética 1 da lugar a la generación de un campo que contrarresta o se opone al campo externo H_{tr} , de acuerdo con la ley de Lenz. La corriente de inducción I produce, con referencia al elemento de película magnética 2, un campo magnético que, como se ilustra esquemáticamente mediante la flecha 8, se dirige hacia arriba ortogonalmente respecto al eje 4 de la tira conductora. En la suposición de que la magnetización del elemento 2 en la posición de reposo está alineada paralelamente al eje longitudinal 4 de la tira conductora (por ejemplo, en la dirección indicada con la flecha 7), el campo magnético generado por la corriente de inducción I iniciará cierta desviación de la magnetización hacia la dirección indicada por la flecha 8. Esta desviación o deflexión de la magnetización, que se produce en el ele

281877

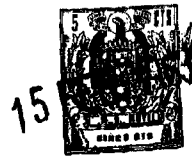


5 mento de película magnética 2, da lugar a una tensión o
fuerza contraelectromotriz, de acuerdo con la ley de Lenz,
tensión que contrarresta a la corriente que circula por
la tira conductora 3. Durante el proceso de conmutación
10 recién descrito, originado por la aplicación de dicho cam-
po excitador externo H_{tr} , se establece en el dispositivo
de acoplamiento un estado de equilibrio eléctrico, debido
a la condición de que la suma de las tensiones inducidas
y la caída óhmica de tensión resultante de la corriente
10 que circula y de la resistencia del conductor, es igual a
cero.

 El tratamiento matemático del caso en considera-
ción, esto es, del acoplamiento de dos elementos de pelí-
cula magnética por medio de una tira conductora de acopla-
15 miento como acaba de describirse, se realiza por medio
del circuito equivalente respectivo, indicado en la fig.
3. La variación del flujo magnético $d\Phi/dt$ en los del-
gados elementos de película magnética 1 y 2 con referen-
cia a la línea o tira de acoplamiento tiene su equivalen-
20 te en los dos manantiales de tensión U_1 y U_2 del circuito
equivalente. La resistencia del conductor de la tira de
acoplamiento se tiene en cuenta como resistencia R en el
circuito equivalente. Si se supone que los manantiales de
tensión U_1 y U_2 son de la misma polaridad, y que la co-
25 rriente I circula en el sentido indicado en la figura, es
válida la expresión de que la suma de las tensiones U_1 y
 U_2 es igual a la caída de tensión en la resistencia R :

$$U_1 + U_2 = I \cdot R \quad (1)$$

30 (Los subíndices 1 y 2 se refieren a los respectivos ele-



mentos de película magnética 1 y 2.)

Las tensiones U_1 y U_2 se deducen de la ley de la inducción:

$$U_1 = - d\Phi_1/dt \quad (2)$$

5

$$U_2 = - d\Phi_2/dt \quad (3)$$

Los flujos magnéticos Φ_1 y Φ_2 provienen del producto de multiplicar por la inducción B el área de sección recta F del elemento de capa magnética:

10

$$\Phi_1 = F_1 \cdot B_1 \quad (4)$$

$$\Phi_2 = F_2 \cdot B_2 \quad (5)$$

15

Las áreas de sección recta F_1 y F_2 son las áreas de emersión de flujo magnético con referencia a la línea de acoplamiento: vienen dadas por la sección recta vertical a través de los elementos de película magnética 1 y 2, paralelamente al eje longitudinal 4 de la línea o tira conductora. Si ambos elementos de película magnética son del mismo espesor d , las áreas de sección recta son las siguientes:

20

$$F_1 = a \cdot d \quad (6)$$

$$F_2 = b \cdot d \quad (7)$$

25

Las inducciones B_1 y B_2 son, como es sabido, el producto de la permeabilidad μ y la intensidad de campo H :

$$B_1 = \mu_1 H_1 \quad (8)$$

$$B_2 = \mu_2 H_2 \quad (9)$$

30

Para no complicar el aparato matemático del cálculo



lo a demostrar, las permeabilidades μ_1 y μ_2 de los delgados elementos de película magnética se indican como conocidas, y se supone que son independientes respecto tanto del campo como del tiempo. Para la solución de problemas prácticos de dimensionamiento, sin embargo, se recomienda partir de suposiciones más realistas. Ahora bien, de ello sólo resultan diferencias cuantitativas, pero no cualitativas. Los valores de las permeabilidades que se necesitan para el cálculo matemático pueden determinarse, por ejemplo, partiendo de las características de histéresis experimentalmente recogidas (características B/H) de los elementos de película magnética.

La intensidad de campo H_1 utilizada en el cálculo, se expone como suma del campo magnético excitador externo H_{tr} y del campo magnético producido por la intensidad de corriente I , estando el campo magnético excitador cambiado proporcionalmente a la anchura del conductor de acoplamiento por encima del elemento de película magnética 1:

$$H_1 = H_{tr} + \frac{I}{b} = H_{tr} + \frac{a}{b} H_2 \quad (10)$$

La intensidad de campo H_2 viene únicamente representada por el campo magnético producido por la intensidad de corriente I , viniendo dicho campo magnético cambiado proporcionalmente a la anchura del conductor de acoplamiento por encima del elemento de película magnética 2:

$$H_2 = I/a \quad (11)$$

La adecuada combinación de las ecuaciones anteriores da por resultado la ecuación diferencial



15

$$\left(\frac{a}{b} + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{b}{a} \right) \frac{dH_2}{dt} + \frac{R}{\mu_1 d} H_2 = - \frac{dH_{tr}}{dt} \quad (12)$$

para el campo magnético H_2 que actúa sobre el elemento de película magnética 2, representando este campo magnético H_2 el único campo de control decisivo para la transmisión de señales desde el elemento de película magnética controlador 1 al elemento de película magnética controlado 2. Para obtener favorables propiedades de transmisión de señales hay que tratar de obtener una intensidad de campo de control H_2 lo más fuerte posible.

Suponiendo un campo excitador que aumenta linealmente

$$H_{tr} = H_0 (t / \tau); \quad 0 < t < \tau \quad (13)$$

así como una combinación de los valores que se suponen conocidos

$$k = \frac{a}{b} + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{b}{a} \quad (14)$$

$$T_1 = \frac{\mu_1 d}{R} \quad (15)$$

resulta de ello, como solución de la ecuación diferencial, la expresión de la intensidad de campo de control H_2 en función del tiempo t , valedera para el período $0 < t < \tau$ antes de alcanzar una saturación del elemento de película magnética 1:

$$H_2 = - \frac{T_1}{\tau} H_0 \left[1 - \exp \left(- \frac{t}{kT_1} \right) \right] \quad (16)$$

El instante en el cual se alcanza la saturación viene caracterizado por el valor τ . Supóngase que la saturación del elemento de película magnética 1 tiene lugar siempre que el campo excitador H_{tr} haya alcanzado su máxi

281877



131

mo valor H_0 (esto es, en el instante $t = t_g = \tau$). En esta hipótesis, el campo externo resultante H_1 que actúa sobre el elemento de película magnética 1 ha de igualar por lo menos la intensidad de campo de saturación H_K . La intensidad del campo de control, activo en este instante, ha alcanzado ahora su valor de cresta, que en adelante vendrá designado por \hat{H}_2 .

En el instante $t = \tau$, la ecuación (10) se puede escribir como sigue:

$$H_K = H_0 + \frac{a}{b} \hat{H}_2 \quad (17)$$

Para formar opinión en cuanto a la influencia de la intensidad de campo de control \hat{H}_2 con referencia a su efecto controlador del elemento de película magnética controlado 2, es útil examinar el cociente de la intensidad de campo de control respecto a la intensidad de campo de saturación, lo cual se logra combinando las ecuaciones (16) y (17), con lo que se elimina H_0 :

$$\frac{H_K}{\hat{H}_2} = \frac{\tau}{T_1} \frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{\tau}{kT_1}\right)} - \frac{a}{b} \quad (18)$$

En el análisis se pone de manifiesto que el cociente H_K/\hat{H}_2 crece constantemente al aumentar el cociente b/a , con lo cual hay que tener en cuenta que, con arreglo a la ecuación (14), k es asimismo función de las dimensiones geométricas a y b . Por consiguiente, son de esperar grandes intensidades de campo de control si se prevé que a sea muchísimo mayor que b . Con arreglo a una serie de Taylor, la ecuación (18) puede expresarse aproximadamente mediante la relación que sigue:

281877



$$\frac{\hat{H}_2}{H_K} \approx \frac{1}{\frac{\tau}{2T_1} + \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} + \frac{2}{12T_1^2} \right) \frac{b}{a}} \quad (19)$$

5 Esta aproximación tiene una exactitud comprendida dentro del 1% también para

$$\frac{a}{b} > 2,5 \sqrt[3]{\frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{\tau}{T_1}} ; \quad (20)$$

10 si bien puede también ser aplicada a todos los demás cocientes a/b que se produzcan en la práctica, sin cometer error grave. De ello sólo resultan valores algo más pequeños para la intensidad de campo de control.

15 La ecuación (19) pone de manifiesto que la amplitud del campo de control puede alcanzar el valor máximo que sigue, para el caso $a \gg b$:

$$\left| \hat{H}_2 \right|_{\text{máx}} = \frac{2T_1}{\tau} H_K \quad (21)$$

20 Ahora bien, no se recomienda operar con intensidades de campo de control próximas a este valor máximo, pues ello exigiría en ciertos casos particulares, conforme a la ecuación (17), una intensidad de campo de excitación H_0 prohibitivamente elevada.

25 Para dar las adecuadas dimensiones a un circuito de acoplamiento, pueden utilizarse las ecuaciones (17) y (19). Supóngase que se dan los valores H_K , H_0 , T_1 y la relación de permeabilidades μ_2/μ_1 . La intensidad de campo de control \hat{H}_2 hay que considerarla también como dada, pues es necesario que en el circuito de conmutación
30 se alcance un cierto valor mínimo de intensidad de campo



151

control para asegurar una perfecta transmisión de señales. Se busca la relación de dimensiones geométricas a/b , así como el tiempo de formación τ del campo excitador hasta alcanzar el valor H_0 . Las ecuaciones determinativas son las siguientes:

$$\frac{a}{b} = \frac{H_0 - H_K}{\hat{H}_2} \quad (22)$$

$$\frac{\tau}{T_1} = 3 \frac{a}{b} \left[\sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{b}{a} \left(\frac{H_K}{|\hat{H}_2|} - \frac{b}{a} \frac{\mu_2}{\mu_1} \right)} - 1 \right] \quad (23)$$

Estas ecuaciones ponen de manifiesto que para el circuito de acoplamiento ha de satisfacerse la siguiente condición secundaria:

$$\left(\frac{H_2}{H_K} \right)^2 < \frac{\mu_1}{\mu_2} \left(\frac{H_0}{H_K} - 1 \right) \quad (24)$$

Si se designa con $|\hat{H}_2|_{\min}$ el valor mínimo de la intensidad de campo de control necesario para un funcionamiento adecuado, se obtienen las siguientes condiciones de dimensionamiento de las extensiones o magnitudes geométricas lineales y para la amplitud del campo excitador, teniendo en cuenta las ecuaciones (22) y (23):

$$\frac{a}{b} > \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{|\hat{H}_2|_{\min}}{H_K} \quad (25)$$

$$\frac{H_0}{H_K} > 1 + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{|\hat{H}_2|_{\min}^2}{H_K^2} \quad (26)$$

281877



Después de investigada matemáticamente la transmisión de señal de izquierda a derecha, esto es, desde el elemento de película magnética 1 al elemento de película magnética 2, pasemos a considerar el caso de la transmisión de señales en sentido opuesto, esto es, desde el elemento de película magnética 2 al elemento de película magnética 1. Lo que interesa ahora es el campo de control que actúa sobre el elemento de película magnética 1, siempre que el campo excitador externo actúa sobre el elemento de película magnética 2. El análisis matemático ha de hacerse de manera análoga a la descrita más arriba. Para distinguir los dos casos, se designan los valores respectivos con un asterisco (*), en el caso de la transmisión de señales de derecha a izquierda. Se toman como punto de partida las dos ecuaciones siguientes (compárese a este respecto con las ecuaciones (10) y (16) citadas más arriba):

$$H_2^* = H_{tr} + \frac{b}{a} H_1^* \quad (27)$$

$$H_1^* = - \frac{T_1}{\tau} H_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{k^* T_1}\right) \right] \quad (28)$$

en las cuales H_1^* significa el campo de control que actúa sobre el elemento de película 1 y H_2^* significa el campo magnético resultante que actúa sobre el elemento de película 2. La constante k^* , que tiene un valor

$$k^* = \frac{b}{a} + \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{a}{b} \quad (29)$$

es mayor que la constante k citada (véase la ecuación (14)) si, por ejemplo, se hacen las suposiciones $a > b$ y $\mu_2 > \mu_1$.

281877



Si bien en el caso de la transmisión de señales de izquierda a derecha el tiempo t_s que transcurre hasta que el campo magnético resultante H_1 que actúa sobre el elemento de película magnética 1 controlador alcanza la intensidad de campo de saturación H_K es igual al tiempo τ necesario para que el campo excitador H_{tr} llegue a su valor máximo H_0 , en el caso de la transmisión de señales de derecha a izquierda se descubre que el campo magnético resultante H_2^M que actúa sobre el elemento de película magnética 2 alcanza la intensidad de saturación H_K antes de lo que se indica más arriba, y por consiguiente tenemos

$$t_s^M < t_s, \text{ y respectivamente } t_s^M < \tau \quad (30)$$

La relación efectiva de transmisión de señales en ambos sentidos en una disposición de acoplamiento conforme a la fig. 1 puede determinarse, cuantitativamente, al menos de un modo aproximado, con referencia a la ecuación (19), mediante la "relación de retransmisión" β , que caracteriza el efecto direccional o de sentido del circuito de acoplamiento:

$$\beta = \frac{\widehat{H}_1^M}{\widehat{H}_2} \approx \frac{\frac{\tau}{2T_1} + \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} + \frac{\tau^2}{12T_1^2} \right) \frac{b}{a}}{\frac{t_s^M}{2T_1} + \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} + \frac{t_s^2}{12T_1^2} \right) \frac{a}{b}} \quad (31)$$

Cuanto menor sea la relación β con referencia al valor 1, mejor es el efecto direccional de un circuito de acoplamiento. Considerando la ecuación (22), despreciando toda

221877



diferencia entre t_s^{m} y τ y presuponiendo $a \gg b$, puede establecerse aproximadamente para β :

$$\beta \approx \frac{\mu_1}{\mu_2} \frac{b}{a} \frac{H_K}{|\hat{H}_2|} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \frac{H_K}{H_0 - H_K} \quad (32)$$

5

Si de un circuito de acoplamiento ha de esperarse un determinado efecto direccional, esto es, se fija la relación o cociente β , resulta aproximadamente válida la expresión

10

$$\frac{H_0}{H_K} \approx 1 + \frac{\mu_1}{\mu_2 \beta} \quad (33)$$

Juntamente con (26), puede hallarse

15

$$\beta < \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} \frac{H_K}{|\hat{H}_2|_{\min}} \right)^2 \quad (34)$$

Si el término cogido entre paréntesis en (34) es menor que 1, cabe esperar del circuito de acoplamiento cierto efecto direccional, para obtener un funcionamiento satisfactorio.

20

Eliminando en las ecuaciones (22), (24) y (33) los valores H_0 y H_2 , el funcionamiento satisfactorio del circuito de acoplamiento sólo es posible cuando se satisface la condición siguiente:

25

$$\frac{b}{a} < \sqrt{\beta} \quad (35)$$

Esta condición (35) representa una importante manifestación desde el punto de vista cualitativo, y es que a fin de obtener cierto efecto direccional de la transmisión de señales ($\beta < 1$), la razón de las dimensiones $b : a$ ha

30

281877



de elegirse menor que 1, esto es, $a > b$. Además, los requisitos que se piden al tiempo de formación τ del campo excitador pueden lograrse más fácilmente para $a > b$.

5 Para demostrar el valor práctico del análisis anterior, se hace referencia al siguiente ejemplo.

Las suposiciones que a continuación se indican satisfacen las condiciones reales que se presentan en la práctica, a base del estado actual de esta técnica:

10 $H_K = 5 \text{ Oe}$; $\mu_2 : \mu_1 = 4$; $T_1 = \mu_1 a/R = 1 \text{ ns}$ ($= 10^{-9}$ segundos). Del circuito de acoplamiento se espera que presente un buen efecto controlador $|\hat{H}_2|_{\text{min}} = 1 \text{ Oe}$, y un buen efecto direccional $\beta = 1/3$.

Primeramente hay que examinar si se satisface (34); así sucede, puesto que $1/3 < 1,56$.

15 La intensidad de campo máxima necesaria para el campo excitador se deduce de (33), y tiene un valor $H_0 = 8,75 \text{ Oe}$ en este caso.

Se elige $a = 3b$, a fin de satisfacer (35); esto es, $b/a < 0,58$

20 El tiempo de formación del campo excitador se calcula por (23), y resulta de $\tau = 2,36 \text{ ns}$.

El efecto de control activo respecto al elemento de película controlado, calculado según (22), resulta de

25 $|\hat{H}_2| = 1,25 \text{ Oe} > 1 \text{ Oe} = |\hat{H}_2|_{\text{min}}$.

Para obtener una favorable transmisión de señales en un bucle de tira de acoplamiento, como el utilizado, por ejemplo, en la forma de construcción básica del dispositivo de acoplamiento de la invención (véanse las figs. 1 y 2), es conveniente que la impedancia característica Z

30 (con referencia a la unidad de longitud) presente un valor

281877



constante a todo lo largo del conductor. Para tiras conductoras en bucle, sirve la relación siguiente:

$$Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{w}{\lambda} = 377 \frac{w}{\lambda} \quad (\text{ohmios}) \quad (36)$$

Esto significa que la impedancia Z es proporcional a la distancia w entre el conductor de ida o avance y el conductor de retorno e inversamente proporcional a la anchura λ del bucle de tira conductora de acoplamiento. Para satisfacer la condición de impedancia Z constante para la tira de acoplamiento 3 representada en la forma básica de realización de las figs. 1 y 2, ha de ser válida la relación.

$$w_1 : b = w_2 : a \quad (37)$$

esto es, la distancia entre el conductor de ida y el retorno se modifica en la misma proporción que la anchura de la tira conductora.

Los dos elementos de película magnética 1, 2 empleados en la forma básica de realización del dispositivo de acoplamiento (véanse las figs. 1 y 2) son del mismo volumen, supuesto que sean del mismo espesor d , la misma longitud a y la misma anchura b . A continuación se presentan algunas formas de realización equivalentes al dispositivo de acoplamiento básico, y para las cuales sirven de manera correspondiente las manifestaciones ya hechas más arriba para el dispositivo básico de acoplamiento. Las figs. 4, 5 y 6 representan respectivamente unas disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras

281877



y controladas, consistentes en elementos individuales de película magnética. La forma geométrica de los elementos individuales, por tanto, no hace al caso. Así, se supone que los elementos individuales de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras y los elementos individuales de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas tienen sumariamente el mismo volumen; esto es, en la hipótesis de que el espesor de capa d sea el mismo, la longitud "efectiva" de una disposición de delgadas capas magnéticas, compuesta de varios elementos de película magnética y conectados en serie por el conductor de acoplamiento, es igual a la suma de las longitudes de los elementos individuales, y la anchura "efectiva" de una disposición de delgadas capas magnéticas, compuesta de varios elementos de película magnética y conectados en paralelo por el conductor de acoplamiento, es igual a la suma de las anchuras de los elementos individuales.

En principio, pueden tomarse en consideración las siguientes realizaciones:

- a) Disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, con elementos individuales acoplados en serie (fig. 4);
- b) Disposición de delgadas capas magnéticas controladas, con elementos individuales acoplados en serie;
- c) Disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, con elementos individuales acoplados en paralelo;
- d) Disposición de delgadas capas magnéticas controladas, con elementos individuales acoplados

281877



en paralelo (fig. 5);

e) Combinación de las formas de realización a), c), respectivamente con b), d), respectivamente; en la fig. 6 se ilustra la combinación de las realizaciones a) y d), como ejemplo.

5

En general, hay que decir que en una disposición de delgadas capas magnéticas controladoras es importante la presencia de varios elementos individuales para llevar a cabo operaciones lógicas. En cambio, en una disposición de delgadas capas magnéticas controladas, la presencia de varios elementos individuales es importante para efectuar ramificaciones. Ahora bien, para la ejecución de operaciones lógicas, hay que tener cuidado de hacer óptimo el dispositivo de acoplamiento para el caso de que se obtenga un efecto controlador lo más grande posible con respecto a la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, para el número mínimo de elementos de control realmente eficaces a esperar desde el punto de vista de las operaciones de conmutación o mando.

10

15

20

A continuación se hace referencia a la fig. 4, que ilustra una primera variante del dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 1, según la cual la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras no está ya formada por una sola delgada capa magnética continuamente conectada, sino por tres delgadas capas magnéticas 11, 12 y 13, dispuestas separadamente, de forma aproximadamente cuadrada y de igual tamaño con la longitud lateral b. Estos tres elementos de película magnética, no continuamente conectados, están acoplados en serie por medio de la tira conductora de acoplamiento 3. De manera seme-

25

30

281877



jante a la representada en la fig. 1, van acoplados con un elemento de película magnética controlado 2 consistente en una sola delgada capa magnética de forma rectangular, continuamente conectada, siendo la longitud a de dicho elemento de película magnética 2 de una dimensión a proxímadamente tres veces mayor que su anchura b. Es obvio que las propiedades de transmisión de señales del dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 4 son iguales a las del caso anteriormente citado, de un dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 1, siempre que las tres delgadas capas magnéticas separadamente dispuestas 11, 12 y 13 estén sujetas a las mismas condiciones de trabajo. Colectivamente tomadas, pueden considerarse como una sola disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, de una extensión total lineal efectiva $3b = a$, paralela al eje de la tira conductora de acoplamiento 3.

La fig. 5 ilustra una segunda variante del dispositivo de acoplamiento conforme a la fig. 1. En este caso, la disposición de delgadas capas magnéticas controladas está constituida por tres delgadas capas magnéticas 21, 22 y 23 dispuestas separadamente, de forma aproximadamente cuadrada y de igual tamaño con la longitud lateral b. La tira conductora de acoplamiento 3 en paralelo abraza estos tres elementos de película magnética no continuamente conectados. De manera semejante a como se ilustra en la fig. 1, van acoplados con un delgado elemento de película magnética controlador 1 consistente en una sola delgada capa magnética, rectangular y continuamente conectada, cuya longitud a es alrededor de tres veces mayor que su anchura b. Aquí, asimismo, es obvio que las propieda

281877



des de transmisión de señales son iguales que las del dispositivo de acoplamiento de la fig. 1, siempre que los tres elementos de película magnética 21, 22 y 23 separadamente dispuestos sean aplicados a las mismas condiciones de trabajo, al menos durante el intervalo de tiempo en que tiene lugar la transferencia de señal con respecto a estas capas. Así, pues, pueden considerarse en su totalidad como disposición controlada de delgadas capas magnéticas, con una expansión total lineal efectiva $3b = a$ ortogonal respecto al eje de la tira conductora de acoplamiento. A los fines de acoplar los tres elementos de película magnética 21, 22 y 23 en paralelo, la tira conductora que los abraza está ramificada en tres partes, cada una de ellas de la misma anchura correspondiente a la longitud lateral b. La anchura efectiva de la tira conductora de acoplamiento con referencia a los tres elementos de película magnética 21, 22 y 23 a considerar como disposición de delgadas capas magnéticas controladas, es, debido al acoplamiento en paralelo aplicado, igual a la suma de las anchuras de las ramas individuales 31, 32 y 33.

El ejemplo de la fig. 6 ilustra una combinación de los casos arriba estudiados, según la cual la disposición de capas magnéticas controladora, igual que la controlada, comprenden cada una dos elementos de película magnética, por ejemplo, separadamente dispuestos. En total hay aquí previstos cuatro elementos de película delgada, a saber, dos elementos controladores 14 y 15 y dos elementos controlados 16 y 17, que en la fig. 6 se representan de forma cuadrada, por ejemplo, de una longitud de lado c. Los elementos de película magnética van coloca-

281877



dos sobre una placa eléctricamente conductora 9 y no ferromagnética, que les sirve de substrato y que puede ser una delgada hoja de cobre o de tántalo, por ejemplo; si es preciso, los elementos se aíslan eléctricamente del

5 substrato, por medio de una delgada capa intermedia aislante de óxido de silicio, por ejemplo. Por encima de los cuatro elementos de película magnética se dispone una tira conductora de acoplamiento 10 que consta principalmente de tres partes conductoras 18, 19 y 20. La parte conductora 18 se extiende de uno a otro de los dos elementos de película magnética 14 y 15, lo que origina su acoplamiento en serie. Las otras dos partes conductoras 19 y 20 representan una ramificación, según la cual la parte 19 se extiende sobre el elemento de película magnética 16, y la

10 parte 20 sobre el elemento de película magnética 17, lo que origina una conexión en paralelo de estos dos elementos de película magnética. Este acoplamiento hace que los dos elementos de película magnética 14 y 15 actúen en conjunto como disposición de capas magnéticas controladoras con una extensión total lineal efectiva 2 e paralela al

15 eje longitudinal de la parte conductora 18, y los dos elementos de película magnética 16 y 17 actúen en conjunto como disposición de capas magnéticas controladas, con una extensión total lineal efectiva 2 e ortogonal respecto

20 al eje longitudinal de las partes conductoras 19 y 20. En este ejemplo, la anchura efectiva de la tira conductora de acoplamiento con respecto a los elementos de película magnética 16 y 17 a considerar como disposición de delgadas capas magnéticas controladas también viene a ser el

25 doble de la anchura efectiva de la tira conductora de acoplamiento

30

281877

15 FEB 1967

plamiento con respecto a los elementos de película magnética 14 y 15 a considerar como disposición de delgadas capas magnéticas controladoras.

5 Los extremos 24, 25 y 26 de la tira conductora 10 de acoplamiento van eléctricamente conectados a la placa subyacente 9, al efecto de que la tira conductora 10 forme un bucle cerrado de acoplamiento juntamente con la placa subyacente 9, eléctricamente conductora. Para satisfacer la citada condición de impedancia Z constante, la

10 distancia entre la tira conductora 10 y la placa subyacente o de substrato 9 se hace variar continuamente de acuerdo con la anchura efectiva de la tira de acoplamiento a lo largo de la expansión longitudinal del conductor. Por consiguiente, la distancia entre la parte conductora 18 y

15 la placa subyacente es menor que la distancia entre las partes conductoras 19, 20 y la placa subyacente. Esta diferencia en las distancias permite diseñar un registro de cambio en varias etapas, como el indicado en la fig. 6. En esta forma de realización, la parte conductora 18' de

20 la tira de acoplamiento 10', perteneciente a la etapa del registro de cambio conectada al lado derecho, pasa por encima de los elementos de película magnética 16, 17 situados sobre la placa subyacente 9. Encima de la parte conductora 18' se colocan entonces las partes conductoras 19 y

25 y 20 de la tira de acoplamiento 10. Debido al hecho de que los delgados elementos de película magnética 16, 17 actúan de disposición de capas magnéticas controladora en la etapa siguiente del registro de cambio, son abrazados por la parte conductora 18', en conexión serie.

30 La configuración de acoplamiento ilustrada en la



fig. 6 es aplicable con particular ventaja siempre que se aproveche la conmutación o cambio rotacional de capas magnéticas de anisotropía uniaxial para el proceso de transferencia de información, como ya se ha propuesto y descrito en el artículo "Thin Magnetic Films" ("Delgadas películas magnéticas"), de S. Methfessel, W.E. Proebster y C. Kinberg, en el tomo colectivo "Information Processing" ("Manipulación de información") editado por Oldenbourg, Munich 1960, págs. 439-446; en particular, se hace referencia a los dibujos 4, 15 y 17 de este artículo.

En este caso de aplicación, las capas magnéticas 14 a 17 tienen anisotropía magnética uniaxial; la dirección fácil 30 de las cuatro capas va ortogonalmente respecto al eje longitudinal de las partes de tira conductora 18, 19 y 20, respectivamente, que las abrazan. El campo magnético excitador H_{tr1} que actúa con respecto a las capas magnéticas 14 y 15 puede ser producido, por ejemplo, por una tira conductora que lleve corriente (no ilustrada en la figura 6), y abrace a las dos capas magnéticas 14, 15, con su eje longitudinal paralelo a la dirección fácil. El campo excitador producido de este modo actúa ortogonalmente a la dirección fácil, como se ilustra simbólicamente con las dos flechas H_{tr1} de la fig. 6. El campo excitador H_{tr2} que actúa respecto a las capas magnéticas 16 y 17 puede ser producido de igual modo por una segunda tira conductora que lleva corriente (no ilustrada en la fig. 6), y que abraza las dos capas magnéticas 16 y 17, con su eje longitudinal también paralelo a la dirección fácil. El campo excitador así producido y que actúa ortogonalmente respecto a la dirección fácil viene simbólicamente

131877



ilustrado por las dos flechas H_{tr2} en la fig. 6.

Con arreglo a este método de transferir información binaria, la magnetización de los elementos de película magnética controlada 16, 17 es desviada hacia la dirección "dura" (esto es, la dirección ortogonal o perpendicular a la dirección fácil) por el campo excitador H_{tr2} . Simultáneamente con la ocurrencia de un impulso de control transferido por la tira conductora de acoplamiento 10, impulso que es obtenido por desviación de la magnetización de los elementos de película magnética controladores 14, 15 respecto de la dirección fácil, el campo excitador H_{tr2} es desconectado (conmutado o cambiado a inactivo). Con ello, la magnetización de los elementos 16, 17 vuelve de la dirección dura inestable a la dirección fácil estable. El sentido del cambio o inversión de conmutación viene determinado por la polaridad del impulso de control. La información binaria, como es bien sabido, está representada por la orientación de la magnetización dentro de la dirección fácil; por consiguiente, con arreglo al ejemplo presentado (fig. 6), uno de los valores binarios (por ejemplo, "0") viene representado por una magnetización dirigida hacia abajo, en tanto que el otro valor binario (por ejemplo, "1") está representado por una magnetización dirigida hacia arriba, de los elementos de película 14, 15 y 16, 17. La desviación de la magnetización de los elementos de película magnética controladores 14, 15 tiene lugar al conectar (poner en acción o cambiar a activo) el campo excitador H_{tr1} que actúa sobre estos elementos. Según la información binaria almacenada en estos elementos controladores, esto es, según la posición de la mag-



netización se obtiene en el conductor de tira 10 un impulso de corriente inducida positivo o negativo, respectivamente. Este impulso de corriente o de control genera un campo magnético en forma de impulsos (campo de control) que actúa de manera controladora sobre los elementos de película magnética controlados; y este campo magnético, como ya se ha dicho, determina el sentido de inversión o cambio de la magnetización de dichos elementos desde la dirección dura a la dirección fácil. Este campo de control es relativamente pequeño comparado en intensidad con los campos excitadores H_{tr} . Ahora bien, pueden disponerse las cosas, por sincronización, de modo que el campo de control se active en el mismísimo instante en que el campo excitador H_{tr2} que actúa sobre los elementos de película magnética controlados 16, 17, cambia a inactivo, de modo que dicho campo excitador sólo tiene que desempeñar una función controladora, para la cual tiene una intensidad suficientemente elevada. Volviendo a pasar o conmutar la magnetización de los elementos controlados 16, 17 a una posición prefijada paralela a la dirección fácil, según la polaridad del campo de control, la información binaria previamente almacenada en los elementos controladores 14, 15 es adquirida por los elementos controlados, de manera inequívoca.

Es propiedad inherente al método aquí aplicado para transferir información binaria la de que durante el período esencial para la transferencia, esto es, durante cierto tiempo al comienzo del proceso de transferencia o traspaso de señales, la permeabilidad μ_1 de los elementos de película magnética controladores es considerable-

281877



mente menor que la permeabilidad μ_2 de los elementos de película magnética controlados, hecho que viene determinado solamente por el modo de funcionamiento de estos elementos de película magnética delgada. Así se satisface la anterior suposición $\mu_2 > \mu_1$.

Para las formas de realización del dispositivo de acoplamiento conforme a la invención que se han venido considerando hasta ahora, se hicieron unas hipótesis limitadas, para mayor simplificación del tratamiento analítico: esto es, las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas, que si surge la ocasión pueden estar compuestas de varios elementos de película magnética individuales, presentan el mismo volumen magnético, esto es, el producto del espesor, la longitud efectiva y la anchura efectiva de todas las capas magnéticas controladoras es igual al producto del espesor, la longitud efectiva y la anchura efectiva de todas las capas magnéticas controladas. Proyectando circuitos de conmutación, por ejemplo, para unidades aritméticas o de control en calculadores dígitos programados, se presentarán a menudo casos en que estas hipótesis no se satisfagan.

Con referencia a las figs. 7 y 8, se estudia como ejemplo el caso de la ramificación ("branching"), según el cual una capa magnética controladora tiene que controlar varias (en este caso, por ejemplo, tres) capas magnéticas controladas sucesivas, de modo que estas últimas, consideradas en conjunto como disposición de delgadas capas magnéticas controladas, difieren de la capa magnética controladora en sus extensiones totales lineales efectivas; esto es, dichas extensiones son mayores.



El acoplamiento en serie de tres delgadas capas magnéticas controladas 35, 36 y 37, cada una de las cuales es del mismo tamaño y forma que la capa magnética controladora 34, se ilustra en la figura 7. Estas capas están mutuamente acopladas por medio de una tira de acoplamiento en bucle 27, de manera semejante a la ya descrita varias veces.

El acoplamiento en paralelo de tres delgadas capas magnéticas controladas 39, 40 y 41, cada una de las cuales es del mismo tamaño y forma que la capa magnética controladora 38, se ilustra en la fig. 8. Estas capas están mutuamente acopladas por medio de una tira conductora de acoplamiento en bucle 28, en paralelo.

En la suposición de que las delgadas capas magnéticas son del mismo espesor, el volumen de las capas magnéticas controladas representadas en las realizaciones de las figs. 7 y 8 es mayor, en un factor 3, que el volumen de la capa magnética controladora.

A fin de fijar reglas de dimensionamiento para el caso generalizado de diferentes extensiones totales líneas efectivas entre las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas, hay que modificar de modo correspondiente el análisis matemático dado anteriormente. Las ecuaciones y relaciones derivadas sirven también para el caso generalizado haciendo las sustituciones siguientes:

sustituir a por a_2

sustituir b por b_1

sustituir d por d_1

sustituir μ_1 por $\mu'_1 = \mu_1 (a_1/a_2)$ (38)



sustituir μ_2 por $\mu'_2 = \mu_2 (b_2 d_2 / b_1 d_1)$ (39)

sustituir T_1 por $T'_1 = T_1 (a_1 / a_2)$ para $d_1 = d$ (40)

sustituir k por $k' = \frac{a_2}{b_1} + \frac{\mu'_2}{\mu'_1} \frac{b_1}{a_2}$ (41)

5 Si la relación o cociente de volúmenes de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas a las controladas es:

$$r = \frac{a_2}{a_1} \frac{b_2}{b_1} \frac{d_2}{d_1} \quad (42)$$

10

se tiene la razón de permeabilidades siguiente:

$$\frac{\mu'_2}{\mu'_1} = r \cdot \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad (43)$$

15

Teniendo en cuenta las sustituciones anteriores, la ecuación 22 se convierte en su forma modificada:

$$\frac{H_o}{H_K} = 1 + \frac{a_2}{b_1} \frac{|\hat{H}_2|}{H_K} \quad (44)$$

20

Igualmente, la ecuación 19 se convierte en su forma modificada:

$$-\frac{|\hat{H}_2|}{H_K} = \frac{1}{\frac{\tau}{2T_1} \frac{a_2}{a_1} + \left(r \frac{\mu_2}{\mu_1} + \frac{\tau^2}{12T_1^2} \frac{a_2^2}{a_1^2} \right) \frac{b_1}{a_2}} \quad (45)$$

25

Sustituyendo en la relación (25) los valores respectivos, se obtienen las siguientes reglas de dimensionamiento geométrico, para el caso generalizado:

30

$$\frac{a_1}{b_2} \frac{d_1}{d_2} > \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{|\hat{H}_2|_{\min}}{H_K} \quad (46)$$

Esta relación (46) puede interpretarse del siguiente modo. A fin de controlar completamente una disposición de delgadas capas magnéticas controlada, la disposición de delgadas capas magnéticas controladora tiene que ser capaz de producir una variación de flujo magnético mayor de un cierto valor mínimo $|\Phi_2|_{\text{mín}}$. Por otra parte, la disposición de delgadas capas magnéticas controladora, con referencia al conductor de acoplamiento, produce una variación de flujo magnético $\Delta\Phi_1$. El rendimiento de transferencia del flujo magnético del dispositivo de acoplamiento es menor que 1, pues siempre se pierde naturalmente cierta cantidad de energía. Por consiguiente, debe ser forzosamente válida la condición

5
10

$$\Delta\Phi_1 > |\Phi_2|_{\text{mín}} \quad (47)$$

o, lo que es lo mismo

$$a_1 d_1 \Delta B_1 > b_2 d_2 |B_2|_{\text{mín}} \quad (48)$$

en la que ΔB_1 significa la variación de inducción en la disposición de delgadas capas magnéticas controladora, y $|B_2|_{\text{mín}}$ la inducción mínima necesaria en la disposición de delgadas capas magnéticas controlada.

20
25

El tiempo de formación necesario (véase la ecuación (23)) para el caso generalizado se deduce de la siguiente forma modificada:

$$\frac{\tau}{T_1} = 3 \frac{a_1}{b_1} \left[\sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{b_1}{a_2} \left(\frac{H_K}{|H_2|} - \frac{b_2 d_2 \mu_2}{a_1 d_1 \mu_1} \right)} - 1 \right] \quad (49)$$

30

En la práctica puede presentarse el caso de trope



zarse en un sistema de transmisión con elementos de película magnética de dos tamaños de magnitud, como se ilustra en la forma de realización de la fig. 9 para una configuración de acoplamiento de dos etapas que en conjunto representa una ramificación a lo largo de dos etapas. Con ello se supone que en la primera etapa de transmisión, un elemento del primer tamaño de magnitud controla a un elemento del segundo tamaño de magnitud, y que en la segunda etapa de transmisión el elemento del segundo tamaño de magnitud controla n elementos (por ejemplo, $n = 3$) del primer tamaño de magnitud. En la fig. 9, los elementos del primer tamaño de magnitud están representados por las delgadas capas magnéticas 81, 82, 83 y 84, con las siguientes dimensiones: longitud a_1 , anchura b_1 , espesor d_1 . El elemento del segundo tamaño de magnitud está representado por la capa magnética 85 que tiene las dimensiones siguientes: longitud a_2 , anchura b_2 , espesor d_2 . La capa magnética 81 en función controladora y la capa magnética 85 en función controlada pertenecen a la primera etapa de transmisión. Estas dos delgadas capas magnéticas van mutuamente acopladas por medio de una tira conductora de acoplamiento en bucle 85, de la manera ya descrita varias veces. La capa magnética 85 en función controladora y las capas magnéticas 82, 83, 84 en función controlada pertenecen a la segunda etapa de transmisión. Estas capas están mutuamente acopladas en paralelo por medio de la tira conductora de acoplamiento en bucle 87. Es evidente que las dos etapas de transmisión ilustradas en la fig. 9 pueden formar parte de un sistema lógico más complejo.

Es ahora conveniente dimensionar adecuadamente

281877



las dos etapas de transmisión en cuanto a la energía; esto es, determinar las dimensiones geométricas de las capas magnéticas de modo tal que las necesidades del campo excitador (amplitud H_0 y tiempo de formación τ) y la intensidad de campo de control con referencia a las capas controladas sean idénticas en ambas etapas. Para simplificar el cálculo, se supone en lo que sigue que las resistencias de las tiras de acoplamiento en bucle 86 y 87 son iguales.

Aplicando las ecuaciones (4) y (45) sucesivamente a las dos etapas de transmisión:

$$\frac{H_0 - H_K}{|\hat{H}_2|} = \frac{a_2}{b_1} = \frac{3a_1}{b_2} \quad (50)$$

$$\begin{aligned} \frac{H_K}{|\hat{H}_2|} &= \frac{\tau}{2T_1} \frac{a_2}{a_1} + \left(r \frac{u_2}{u_1} + \frac{2}{12T_1^2} \frac{a_2^2}{a_1^2} \right) \frac{b_1}{a_2} = \\ &= \frac{\tau}{2T_1} \frac{3a_1 d_1}{a_2 d_2} + \left(\frac{3/u_2}{r/u_1} + \frac{2}{12T_1^2} \frac{3a_1^2 d_1^2}{a_2^2 d_2^2} \right) \frac{b_2}{3a_1} \end{aligned} \quad (51)$$

De la ecuación (50) se deduce la condición:

$$a_2 b_2 = 3a_1 b_1 \quad (52)$$

Igualando los coeficientes de la ecuación (51) en combinación con la condición (52) se deducen las condiciones de dimensionamiento que siguen, para las dimensiones geométricas de las capas magnéticas:

$$\frac{a_2}{a_1} = 3^{3/4}; \frac{b_2}{b_1} = 3^{1/4}; \frac{d_2}{d_1} = 3^{-1/2} \quad (53)$$

281877



Por razones prácticas, puede en ocasiones no ser conveniente disponer de delgadas capas magnéticas de distintos espesores. Entonces se hace $d_1 = d_2$, y la relación de los volúmenes es $r = n = 3$, con arreglo a la ecuación (50). De la relación (25) modificada para el caso generalizado, puede deducirse la condición de dimensionamiento que sigue:

$$\frac{a_2}{b_1} > 3 \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{|\hat{H}_2|_{\min}}{H_K} \quad (54)$$

10 A continuación, hay que considerar las propiedades de transmisión de señales, del dispositivo de acoplamiento conforme a la invención, desde el punto de vista de la condición de adaptación. A este propósito, volvamos a considerar la disposición básica del dispositivo de acoplamiento que se ilustra en la fig. 1. La condición de adaptación, ya sabida por Electrotecnia, dice que la transmisión de energía entre un generador y un receptor es la más favorable cuando la resistencia interna del generador es igual a la resistencia interna del receptor, supuesto un conductor de transmisión ideal. En el caso de la presente configuración de acoplamiento (figs. 1 y 2), puede suponerse un buen acoplamiento entre los delgados elementos de película magnética 1, 2 y el bucle conductor 3. El elemento de película magnética controlador 1, en unión de la parte izquierda de la tira de acoplamiento en bucle 3, constituye el generador de señal, en tanto que el elemento de película magnética 2 controlado, en unión de la parte derecha de la tira de acoplamiento en bucle 3, constituye el receptor de señal. Del uso de elementos de película magnética de la manera recién descrita resulta que las

281877



15

resistencias internas de generador y receptor vienen principalmente representadas por las inductividades L de los respectivos elementos. Y en verdad, es ante todo la inductividad inicial quien las representa. Dicha inductividad inicial viene determinada por la primera derivada, en el origen de coordenadas, de las características de flujo magnético (Φ) - intensidad de corriente (I) de los delgados elementos de película magnética. La condición de adaptación se satisface igualando la inductividad inicial del elemento de película magnética controlador a la inductividad inicial del elemento de película magnética controlado.

Para mejor comprender el procedimiento, partamos de la característica idealizada B/H de las capas magnéticas, indicada en la fig. 10. La parte lineal de la característica que pasa por el origen de coordenadas termina en la inducción de saturación $\pm B_s$ y en la intensidad de campo de saturación $\pm H_K$, respectivamente.

A esta parte se une la zona de saturación, esto es, donde la inducción $B = |B_s|$ permanece constante para densidades de campo $H > |H_K|$. La permeabilidad inicial μ_A viene dada por la primera derivada de la parte lineal de la característica B/H en el origen de coordenadas.

Partiendo de la característica B/H de la fig. 10 podemos dibujar las características Φ/I de diferente aspecto, cuya apariencia depende de la situación y la forma geométrica de los delgados elementos de película magnética y sus tiras conductoras de acoplamiento asociadas.

51377



La fig. 11a representa la característica Φ_1/I para una disposición que corresponde al elemento de película magnética 1 de la fig. 1. El flujo de saturación Φ_{s1} , teniendo en cuenta las ecuaciones (4) y (6), resulta:

$$\Phi_{s1} = a.d.B_s \quad (55)$$

Para obtener este flujo de saturación, se necesita una corriente:

$$I_{K1} = b \cdot H_K \quad (56)$$

Explicado de otra manera, I_{K1} es la intensidad de corriente que tiene que pasar por la tira de acoplamiento en bucle 3 para generar, en relación con el elemento de película magnética 1, un campo magnético de magnitud H_K .

La fig. 11b representa la característica Φ_2/I para una disposición que corresponde al elemento de película magnética 2 de la fig. 1. El flujo de saturación Φ_{s2} , teniendo en cuenta las ecuaciones (5) y (7), resulta:

$$\Phi_{s2} = b.d.B_s \quad (57)$$

Para obtener este flujo de saturación, se necesita una corriente:

$$I_{K2} = a \cdot H_K \quad (58)$$

La inductividad inicial L_1 (que es la primera derivada en el origen de la característica Φ_1/I de la fig. 11a) es $(a:b)^2$ veces mayor que la inductividad inicial L_2 (que es la primera derivada en el origen de la característica Φ_2/I de la fig. 11b), siempre y cuando las dos capas



magnéticas 1 y 2 tengan el mismo espesor d . Así, pues, para una capa magnética de una permeabilidad inicial μ_A dada, puede obtenerse una inductividad inicial conveniente sin más que aplicar medidas topológicas.

5 Con referencia a la fig. 6, según se ha dicho ya, en el método de excitación aquí aplicado para los elementos de película magnética controladores y controlados, la permeabilidad inicial μ_{A1} del elemento de película magnética controlador 1 es menor que la permeabilidad inicial
10 μ_{A2} del elemento de película magnética controlado 2. La característica B/H para un elemento de película magnética controlador se ilustra en la fig. 12a; proviene de controlar en la dirección "dura" (que es la dirección ortogonal respecto a la anisotropía magnética uniaxial). La característica B/H para un elemento de película magnética
15 controlada se representa en la fig. 12b, y proviene de controlar en la dirección "fácil" (que es la dirección paralela a la anisotropía magnética uniaxial); de modo que al elemento de película magnética se le aplica, una polarización magnética que tiende a mantener la magnetización en
20 la dirección dura, por medio de un campo magnético excitador que actúa en la dirección dura, campo excitador que es de igual o mayor magnitud que la intensidad de campo de saturación H_K .

25 En el caso de permeabilidades iniciales desiguales $\mu_{A2} > \mu_{A1}$, puede lograrse, eligiendo adecuadamente la relación entre longitud y anchura $a:b$, que las inductividades iniciales L_1 y L_2 sean iguales en los elementos de película magnética 1 y 2; esto es, puede satisfacerse
30 la condición de adaptación $L_1 = L_2$. En la hipótesis de



que sea $\sqrt{u_{A2}} : \sqrt{u_{A1}} = 9 : 1$ (véase fig. 12a/b), hay que elegir la relación geométrica de dimensionamiento:

$$\frac{a}{b} = \sqrt{\frac{u_{A2}}{u_{A1}}} = \sqrt{9} = 3 \quad (59)$$

(véase la fig. 1). Las características Φ/I resultantes en este caso se representan en la fig. 13a para el elemento de película magnética controlador 1 y en la fig. 13b para el elemento de película magnética 2 controlado.

Es evidente que para disposiciones o elementos de película magnética controladores y controlados, que sean de desigual volumen magnético, hay que modificar de modo correspondiente los rozamientos enteriores. En todo caso, las propiedades de transmisión de señales en los presentes dispositivos de acoplamiento entre elementos de película magnética controladores y controlados pueden mejorarse satisfaciendo la condición de adaptación, de la manera ya indicada, por medio de la adopción de medidas puramente topológicas.

A continuación se hace referencia a la fig. 14, que ilustra esquemáticamente, como otra forma de realización del presente invento, un registro de cambio o desplazamiento en dos tiempos. En una placa eléctricamente conductora 50 que sirve de sustrato se disponen (pueden ir separados del sustrato por una delgada capa aislante) varios elementos de película magnética, de forma aproximadamente rectangular, alternativamente asignados a unos grupos marcadores de tiempos A y B. En la figura se representan cinco delgados elementos de película magnética, los elementos 51, 53, 55 de grupo A y los elementos 52,

281877



54 de grupo B. Los delgados elementos de película magnética se hallan colocados paralelamente entre sí en su sentido longitudinal, que está inclinado en un ángulo de al menos unos 45° con respecto al eje 42 que une los centros de los elementos. Los elementos de película magnética, que tienen un espesor de algunos centenares o millares de unidades Ångström ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$), constan de un material ferromagnético como, por ejemplo, Permalloy, compuesto de 80% de níquel y 20% de hierro. Tienen una anisotropía magnética uniaxial; su dirección fácil, simbólicamente representada por la doble flecha 43 está inclinada, en todos los elementos, según un pequeño ángulo ϵ con respecto al eje 42. Este ángulo ϵ puede estar comprendido entre 2° y 15°; supóngase, por ejemplo, que tiene 6°. La información binaria UNO está representada por una magnetización en la dirección fácil señalando hacia la derecha, y la información binaria CERO por una magnetización en la dirección fácil señalando a la izquierda.

Los delgados elementos de película magnética están acoplados entre sí por medio de tiras conductoras de acoplamiento, de anchura variable, conforme a la invención. Más concretamente, los elementos 51 y 52 están acoplados por la tira 61, los elementos 52 y 53 por la tira 62, los elementos 53 y 54, por la tira 63, los elementos 54 y 55 por la tira 64, y el elemento 55 puede estar acoplado a otro delgado elemento de película magnética por medio de otra tira conductora 65, etc. Los lados frontales 44 de las tiras de acoplamiento, que en el dibujo están representados con líneas más gruesas, van conectados eléctricamente a la placa subyacente o sustrato 50. Para un flujo de

281877



información que se supone existente de izquierda a derecha, la disposición de las tiras de acoplamiento se toma de tal manera que la parte pequeña de la tira está siempre a la izquierda, y la parte ancha queda siempre al lado derecho. La parte pequeña de la tira es al menos aproximadamente igual a la anchura de un delgado elemento de película magnética, en tanto que la parte ancha de la tira tiene aproximadamente la longitud de un elemento de película magnética. En la forma de realización representada, la relación entre la longitud y la anchura de los elementos de película magnética, o de las partes ancha y pequeña de la tira conductora, respectivamente, se supone ser, por ejemplo, de 3:1.

Otros detalles de la construcción estructural del presente registro de cambio en dos tiempos pueden apreciarse por la sección recta obtenida según la línea P-Q de la disposición de la fig. 14, como se ilustra en la fig. 15. En la parte alta está la disposición conductora 60 que lleva una corriente de polarización i_2 , disposición que se describirá con detalle más adelante. Sigue una capa aislante 47 y una tira de acoplamiento 45 que lleva una corriente excitadora i_1 , tira cuya anchura es tal que cubre los delgados elementos de película magnética; su eje longitudinal 42 corre paralelamente a la línea que une los centros de los elementos. Por el lado inferior de la tira conductora 45 hay una delgada capa aislante 48. Debajo está la tira conductora de acoplamiento 64, que va conectada a la placa conductora subyacente 50 con su lado frontal 44. El espacio entre la tira conductora de acoplamiento y la placa subyacente está relleno de un material



aislante 49, por ejemplo, de óxido de silicio vaporizado. Entre el substrato 50 y la tira de acoplamiento 64, empu-
trada en el material aislante 49, va colocada la tira con
ductora de acoplamiento 65, encima del elemento de pelícu
la magnética 55. En tanto que el eje de la tira de acopla
5 miento 64 coincide con la sección recta P-Q, el eje de la
tira de acoplamiento 65 corre perpendicularmente a ésta,
en el lugar de situación del elemento de película magnéti
ca 55. En la hipótesis arriba citada de que el sentido
10 del flujo de información sea de izquierda a derecha, la
tira de acoplamiento 64 en relación con el elemento 55 re
presenta un conductor de entrada, en tanto que la tira de
acoplamiento 65 representa un conductor de salida. En la
presente forma de realización, los ejes de los conducto-
15 res de acoplamiento de entrada y salida van colocados per
pendiculares entre sí, con lo cual se obtiene un buen de
sacoplo. La distancia entre la parte pequeña de la tira
conductora 65 y la placa subyacente o substrato 50, en el
lugar de situación del elemento de película magnética 55,
20 y la respectiva distancia de la parte ancha de la tira
conductora 64 en el lugar de situación del elemento de pe
lícula magnética 55 tienen entre sí una relación tal que
ambas tiras conductoras posiblemente tienen la misma impe
dancia característica. El cambio o transición de la dis-
25 tancia menor a la mayor de una tira conductora se efectúa
de preferencia sin discontinuidades. Para satisfacer las
correspondientes necesidades de relación de distancias, y
en el caso de que las tiras conductoras de acoplamiento
se fabriquen por medio de un procedimiento de vaporiza-
ción, se tiene cuidado de dar a la capa aislante 49 un



espesor continuamente creciente, en los lugares de situación respectivos.

5 La placa de substrato 50 puede hacerse, por ejemplo, de una delgada hoja de cobre, o produciendo por vaporización una delgada capa de cobre sobre una placa de vidrio 57. Debajo de esta placa de vidrio está la tira conductora 45' prevista para el retorno de la corriente i_1 . Sigue una capa aislante 47' y la disposición conductora 60' para el retorno de la corriente i_2 . En el caso de utilizar la placa conductora subyacente 50 para el retorno de la corriente i_1 , la tira de acoplamiento 45' y la capa aislante 47' no se necesitan, naturalmente, pero entonces se coloca inmediatamente debajo de la placa de vidrio 57 la disposición conductora 60', cuya función, no obstante, puede ser desempeñada también por el conductor 50, si surge la ocasión.

10 A continuación se hace referencia a la fig. 16, que ilustra nuevos detalles de la disposición de conductores 60. La forma de la disposición de conductores se elige de manera tal que la corriente constante i_2 de polarización que atraviesa los conductores circula en un sentido (por ejemplo, hacia la derecha) por encima de los elementos A, y en el sentido opuesto (esto es, a la izquierda) por encima de los elementos B. La disposición conductora 60 está colocada, con respecto a los elementos de película magnética 51 a 55, de manera tal que las piezas centrales 71 a 75 de la disposición de conductores se hallan situadas inmediatamente encima de dichos elementos de película magnética; esto es, la pieza central 71 en la que circula la corriente i_2 de izquierda a derecha está

281877



situada encima del elemento 51, la pieza central 72 en la que circula la corriente i_2 de derecha a izquierda se halla situada encima del elemento 52, etc.; finalmente (como puede verse también por comparación con el dibujo de la fig. 14), la pieza central 75 en la que circula la corriente i_2 de izquierda a derecha, está situada encima del elemento 55. Para obtener la conveniente inversión alternativa del sentido de corriente en las piezas centrales de la disposición de conductores 60, los lugares de entrada o alimentación de corriente en las piezas centrales individuales están situados alternativamente en el lado derecho y en el izquierdo. A todas las piezas centrales por las que la corriente i_2 circula de izquierda a derecha, dicha corriente es aplicada por medio de un conductor de entrada 46 conectado a un terminal superior izquierdo, y sale por un conductor 56 de salida de la alimentación conectado a un terminal inferior derecho. A todas las piezas centrales por las que la corriente i_2 circula de derecha a izquierda, dicha corriente es aplicada por medio de un conductor de entrada 56 de la alimentación conectado a un terminal inferior de la derecha, y sale por un conductor 46 de salida de la alimentación conectado a un terminal superior izquierdo. (Las designaciones "superior" e "inferior" se refieren al dibujo de la fig. 16). A fin de asegurar en las piezas centrales una circulación de corriente paralela al eje 42, dichas piezas centrales están provistas de una pluralidad de pequeñas ranuras alargadas 66. Al objeto de dar retomo a la corriente i_2 , se prevé una disposición de conductores 60' que preferiblemente tiene la misma estructura que la disposición

281877



ilustrada en la fig. 16; dicha disposición de conductores, que se aplica por debajo de los elementos de película magnética, es atravesada por la corriente i_2 en sentido opuesto.

5 La disposición conductora 60, 60' constantemente atravesada por una corriente de polarización i_2 , pone los elementos A y los elementos B bajo la influencia de unos campos magnéticos constantes de polarización H_{i2} orientados en dirección perpendicular al eje 42. Estos campos están simbólicamente representados en la fig. 14 por
10 unas flechas con la designación correspondiente. La corriente i_2 se elige de una intensidad tal que el valor absoluto de dichos campos de polarización es igual a la amplitud de los campos magnéticos engendrados por la corriente excitadora i_1 . Por consiguiente, los campos superpuestos siempre se compensan con referencia a un grupo de elementos (por ejemplo, con referencia a los elementos B), en tanto que con referencia al otro grupo de elementos (por ejemplo, con referencia a los elementos A) se apoyan mutuamente en su acción efectiva con respecto a estos últimos elementos. El dimensionamiento se elige de modo tal que en este último caso la amplitud de campo global que actúa sobre los respectivos elementos de película magnética es mayor que la intensidad de campo H_K de anisotropía de los delgados elementos de película magnética,
25 al efecto de que su magnetización se desvíe casi ortogonalmente respecto al eje 42. En la presente forma de realización, la desviación de la magnetización de los elementos A se dirige hacia arriba, en tanto que la desviación de la magnetización de los elementos B está dirigida ha-
30

281877



cia abajo.

El programa de impulsos para la corriente excitadora i_1 que atraviesa el conductor 45 se ilustra en la fig. 17. La corriente circula alternativamente en sentido positivo y negativo. El tiempo de conmutación τ es el tiempo necesario hasta alcanzar una amplitud de corriente constante de polaridad opuesta.

Superponiendo los campos magnéticos producidos por la corriente i_1 con los campos de polarización H_{12} , entran en actividad con respecto a los elementos A los campos excitadores H_A representados en la fig. 18, y con respecto a los elementos B los campos excitadores H_B ilustrados en la fig. 19.

En el instante t_1 , la corriente excitadora i_1 que pasa por el conductor 45 se invierte de la polaridad negativa a la positiva. Esto hace que el campo excitador H_A entre en actividad pasando desde cero o un valor menor que la intensidad de campo de anisotropía H_K a un valor máximo H_0 mayor que H_K . Con ello y sincrónicamente en el instante t_1 se produce la terminación del campo excitador H_B desde el valor máximo H_0 hasta cero o un valor menor que H_K . En tal instante t_1 la magnetización de los elementos A es desviada desde la dirección fácil a una dirección casi ortogonal respecto al eje 42 (esto es, hacia arriba en la fig. 14), y al propio tiempo la magnetización de los elementos B revierte desde la posición casi ortogonal al eje 42 hasta la dirección fácil (y ello desde la posición de orientada hacia abajo, de la fig. 14). En el instante t_1 se efectúa una transferencia de información binaria desde los elementos A a los elementos



B. Debido a las propiedades de transmisión no recíproca de la disposición de acoplamiento, los elementos B toman siempre la información procedente de los elementos A vecinos del lado izquierdo, como se explicará más adelante.

5 En el instante t_2 , el campo excitador H_A pasa a inactivo y el campo excitador H_B es puesto en actividad. La magnetización de los elementos A cambia de la dirección casi ortogonal al eje 42 (desde la posición orientada hacia arriba, de la fig. 14) a la dirección fácil; la
10 magnetización de los elementos B, al mismo tiempo, es desviada fuera de la dirección fácil (hasta una posición orientada hacia abajo en la fig. 14). En el instante t_2 se efectúa una transferencia de información binaria desde los elementos B a los elementos A y, por las razones arriba
15 dadas, los elementos A toman siempre la información de los elementos B contiguos de la izquierda.

 En el instante t_3 , el campo excitador H_B pasa a inactivo, y el campo excitador H_A entra en actividad. Así prevalecen las mismas condiciones de trabajo que en el
20 instante t_1 para los elementos de película magnética. Las condiciones de trabajo en el instante t_4 son las mismas que en el instante t_2 .

 Para el funcionamiento del presente registro de cambio en dos tiempos, aparte de las propiedades de transmisión no recíproca, son también típicas las siguientes
25 características, que pueden lograrse según la forma geométrica de los elementos de película magnética y de los conductores de acoplamiento: la inclinación de la dirección fácil 43 en un determinado ángulo ϵ respecto al eje 42
30 de los conductores de excitación, y la posición sesgada

281877



de los conductores de acoplamiento 61 a 65, según un ángulo aproximado de 45° respecto al eje 42 de los conductores excitadores (véase la fig. 14).

5 La provisión de una inclinación ϵ de la dirección fácil respecto al eje de los conductores excitadores significa que la magnetización de un delgado elemento de película magnética es desviada, por el campo magnético excitador H_A o por el H_B respectivamente, en una dirección que difiere de la dirección dura casi en dicho ángulo ϵ .

10 Merced a este ángulo de inclinación se impide la incertidumbre de la inversión o cambio de dirección y con ella la posible subdivisión de la magnetización del elemento controlado en muchos pequeños dominios de dirección de magnetización opuesta al terminar la acción del campo excitador.

15 De ese modo se ha visto que es favorable un ángulo ϵ comprendido entre 2° y 15° . La mencionada subdivisión de la magnetización puede ocurrir cuando, durante la terminación del campo excitador, falta en la dirección fácil una componente cualquiera de campo de control que tenga su origen en una corriente de control en el conductor de acoplamiento y determine la inequívoca reversión o conmutación de la magnetización del elemento controlado. Un determinado ángulo de inclinación ϵ iguala o compensa efectivamente una componente H_ϵ de campo de control constante,

25 con respecto a la dirección fácil. Por consiguiente, siempre que en el instante de la terminación del campo excitador que actúa sobre el elemento controlado no se induzca corriente de control alguna de amplitud suficientemente grande desde el elemento controlador al conductor de acoplamiento, la magnetización del elemento controlado cam-

30

281877



5 bia o revierte, no obstante, debido al ángulo de inclinación ϵ , hasta volver a una determinada dirección fácil, a saber, a la dirección fácil inmediata sucesiva. Esta determinada dirección fácil es el estado "0" para los elementos 51, 53, 55 del grupo A, en tanto que es el estado "1" para los elementos 52, 54 del grupo B. Esta diferencia se debe al hecho de que los campos excitadores H_A para los elementos A y los campos excitadores H_B para los elementos B son de polaridad opuesta.

10 La posición sesgada de los conductores de acoplamiento, aproximadamente en 45° respecto al eje 42 de los conductores excitadores, origina propiedades asimétricas de transmisión de señales para los valores binarios UNO y CERO, de la manera ya aplicada, por ejemplo, en las formas de realización de la solicitud de patente suiza n.º 1412/60 presentada el 9 de febrero de 1960 por el mismo

15 petionario.

20 Además de las mencionadas propiedades asimétricas de transmisión de señales de la presente forma de realización conforme a las medidas topológicas de la invención respecto a una condición de adaptación que se hace óptima, se efectúa una discriminación de la extensión de la acción de control de las señales, según se trate de señales de control que actúan en el sentido de circulación de la información deseada, o en el opuesto a éste; dicha discriminación es causa de las propiedades de transmisión de señales no recíprocas del presente registro de cambio. La mencionada discriminación en la acción de control entre las señales de control que actúan "hacia adelante" (esto es, en el

25 sentido deseado de circulación de información, de izquier

30



da a derecha) y las señales de control que actúan "hacia atrás" (esto es, en sentido opuesto al deseado de circulación de información) permite en resumidas cuentas el funcionamiento en un sistema de dos tiempos.

5 Es característico del registro de cambio de dos tiempos aquí estudiado que, debido a la disposición topológica de los conductores de acoplamiento, se efectúa regularmente una inversión de la información binaria siempre que es transferida información desde un elemento al
10 siguiente. Por ejemplo, un "1" del elemento 51 del grupo A es tomado como "0" por el elemento contiguo 52 del grupo B, del lado derecho; y durante el siguiente período de marcación de tiempos vuelve a ser tomado como "1" por el elemento contiguo 53 del grupo A, del lado derecho, etc.

15 Antes del instante t_1 , la información binaria a transferir se halla almacenada en los elementos A; está representada por los "vectores de magnetización", esto es, por la dirección de magnetización de estos elementos, vectores que están alineados paralelamente a la dirección fácil
20 del debido al inexistente campo de excitación $H_A = 0$ (véase fig. 18). Los vectores de magnetización de los elementos B, al propio tiempo, son desviados hacia abajo debido a la existencia del campo excitador $H_B > H_K$ (véase fig. 19). En el instante t_1 , el campo excitador H_A empieza
25 a aumentar, y el campo excitador H_B empieza a disminuir. De ese modo, sobre los vectores de magnetización de los elementos A actúa un momento deflector que produce la desviación de éstos hacia arriba, en dirección casi ortogonal al eje 42. En cuanto, una vez iniciada la desviación,
30 entra en actividad una considerable variación de flujo



15

magnético en los elementos A, con respecto a los conductores de acoplamiento, se produce una acción de realimentación, o retroacción procedente de los elementos B, que presenta un efecto amortiguador con respecto a la rotación de los vectores de magnetización A (esto es, de la magnetización de los elementos A). Esta retroacción tiene su origen en la secuencia de los procesos siguientes: la variación de flujo producida por la desviación del vector de magnetización A origina por inducción una tensión en la tira conductora de acoplamiento respectiva, en la cual, por ello, circula una corriente que produce un campo magnético actuante sobre el elemento B asociado; este campo origina una rotación del vector de magnetización B que también produce una variación de flujo y, por consiguiente, da lugar a una fuerza contraelectromotriz (f.c.e.m.) que reduce la corriente en el conductor de acoplamiento. Hay que decir que (si se hace caso omiso de las pérdidas) un perfecto acoplamiento entre dos elementos de película magnética exige la misma variación de flujo, pero en sentido opuesto, en ambos elementos. Consideremos más concretamente, por ejemplo, el elemento 52 del grupo B, que está al mismo tiempo bajo la influencia de control de sus elementos vecinos 51 y 53 del grupo A, de la izquierda y de la derecha, respectivamente (véase la fig. 14).

Como posición inicial para los vectores de magnetización A, supóngase que en el elemento 51 hay almacenado un "1", y en el elemento 53 un "0" (caso 1). La desviación en dirección hacia arriba, del vector de magnetización del elemento 51, bajo la influencia del campo excitador H_A , da origen, con referencia al conductor de acopla



miento 61, a una variación de flujo tres veces mayor que la desviación del vector de magnetización del elemento 53 con referencia al conductor de acoplamiento 62, con lo cual se origina un campo resultante de control con referencia al elemento 52 del grupo B; bajo la influencia de dicho campo de control, el vector de magnetización del elemento 52 cambia, volviendo desde la posición dirigida hacia abajo (casi ortogonal al eje 42) a la dirección fácil respectiva. De ese modo, se produce la reversión del vector de magnetización del elemento 52, en el sentido de que esta variación de flujo producida tiene orientación contraria respecto a las variaciones de flujo antes mencionadas. La f.c.e.m. que es inducida por el elemento 52 en el conductor de acoplamiento 61, es menor, en un factor 3, que la f.c.e.m. inducida por el elemento 52 en el conductor de acoplamiento 62. Esto significa que el elemento 52 representa una pequeña resistencia respecto a una fuerte acción iniciada por el elemento 51, y representa una gran resistencia respecto a una pequeña acción iniciada por el elemento 53. Ahora bien, estos dos efectos quedan algo debilitados por un tercer efecto: una intensidad de corriente en el conductor de acoplamiento 61 produce un campo de control tres veces menor, con respecto al elemento 52, que el que la misma corriente produciría en el conductor de acoplamiento 62 con respecto al mismo elemento. En general, las propiedades de transmisión no recíprocas del registro de cambio en dos etapas ilustrado en la figura 14 vienen determinadas por la simple razón de longitud a anchura que, por ejemplo, se supone igual a 3:1, y no por la segunda potencia de ésta.



En el caso 1 arriba supuesto (esto es, "1" contenido en el elemento 51 y "0" en el elemento 53) el cambio o traslado de la información al elemento 52 — tal como se explica en el análisis dado — viene determinado por el elemento 51 contiguo de la izquierda. El campo de control resultante de las corrientes en los conductores de acoplamiento 61 y 62 con respecto al elemento 52 presenta una componente suficientemente grande en la dirección fácil de la izquierda, de modo que durante la disminución o atenuación del campo excitador $H_B > H_K$ hasta el valor $H_B = 0$ (véase la fig. 19), el vector de magnetización del elemento 52 vuelve desde la posición dirigida hacia abajo casi ortogonal al eje 42, pasando por la dirección dura, al estado de "0".

A fin de apreciar de modo completo la función de transferencia de información en el presente registro de cambio o desplazamiento, hay que considerar también otras tres posiciones iniciales, y demostrar que también en estos casos la información es siempre transferida desde el elemento 51 (y no desde el elemento 53) al elemento 52.

Siempre que en el elemento 51 haya almacenado un "0" y en el elemento 53 un "1" (caso 2), la variación de flujo originada por el elemento 51 y resultante respecto al conductor 61 de acoplamiento es muy pequeña. También es insignificamente pequeña la variación de flujo originada por el elemento 53 y resultante respecto al conductor de acoplamiento 62. Así, pues, el campo de control que actúa en el elemento 52 y resulta de las pequeñísimas corrientes de inducción en los conductores de acoplamiento 61 y 62 es muy pequeño y no tiene influencia alguna deci-



siva. El vector de magnetización del elemento 52, que en el instante t_1 es desviado hacia abajo por el campo excitador H_B , cambia debido al ángulo de inclinación ϵ pre fijado, pasando a la dirección fácil inmediata sucesiva, lo que en este caso significa una orientación a la derecha, esto es, revierte al estado de "1".

5
10
15
Cuando en ambos elementos 51 y 53 están almacenados los mismos valores binarios "1" (caso 3), la variación de flujo originada por el elemento 53 y resultante respecto al conductor de acoplamiento 62 es insignificante. Ahora bien, la variación de flujo originada por el elemento 51 y resultante con referencia al conductor de acoplamiento 61 tiene influencia decisiva, y el vector de magnetización del elemento 52 revierte desde la posición dirigida hacia abajo, casi ortogonal al eje 42, pasando por la dirección dura, al estado de "0".

20
25
30
Cuando son los mismos valores binarios "0" los que están almacenados en ambos elementos 51 y 53 (caso 4), la variación de flujo originada por el elemento 51 y resultante respecto al conductor de acoplamiento 61 es muy pequeña. La variación de flujo originada por el elemento 53 respecto al conductor de acoplamiento 62 origina una componente de campo de control en la dirección fácil hacia la derecha. La acción de esta componente de campo de control es favorecida por el ángulo de inclinación ϵ pre fijado, de modo que el vector de magnetización del elemento 52 revierte a la dirección fácil de la derecha, esto es, al estado de "1".

A continuación se hace referencia a la fig. 20, donde se da gráficamente un análisis al menos cualitativo



de los campos de control que aparecen con referencia al elemento 52 durante la transferencia de información en el presente registro de cambio en dos tiempos. El campo de control resultante de la corriente de inducción en el conductor de acoplamiento 61 viene designado por $H_{(v)}$, y se denomina "campo de control en sentido de avance"; el campo de control resultante de la corriente de inducción en el conductor de acoplamiento 62 está designado por $H_{(r)}$ y se denomina "campo de control en sentido de retroceso". Como ya se ha mostrado, el efecto de control $H_{(v)} : H_{(r)}$ con referencia al elemento 52 equivale a 3:1, debido a las propiedades de transmisión no recíprocas. La reversión del vector de magnetización del elemento 52 viene determinada por la polaridad de la componente de campo de control resultante en la dirección fácil, en el instante en que la componente en la dirección dura del campo excitador H_B que se va amortiguando alcanza aproximadamente el valor de la intensidad de campo de saturación H_K de la capa magnética. El instante observado en la fig. 20 es muy poco posterior a t_1 (véanse las figs. 18 y 19), y está elegido de manera que hay ya presentes unas variaciones de flujo apreciables, debidas a las desviaciones de los vectores de magnetización de los elementos 51 y 53 con referencia a los conductores de acoplamiento 61, 62.

En la representación esquemática utilizada en la fig. 20, el conductor de acoplamiento 61 está esquemáticamente representado por su eje 161. El campo de control en sentido de avance $H_{(v)}$ es normal al eje 161. El conductor de acoplamiento 62 viene esquemáticamente ilustrado por su eje 162. El campo de control en sentido de retroce



so $H_{(r)}$ es normal al eje 162. Los conductores 45 y 60 que llevan las corrientes excitadoras i_1 e i_2 , respectivamente, están esquemáticamente representados por su eje común 160. El campo excitador H_B es normal al eje 160. La dirección fácil del elemento de película magnética 52 está representada por $H_{\underline{}}$, en tanto que la dirección dura viene representada por $H_{\underline{}}$. Como es sabido, el comportamiento de una delgada capa magnética en conmutación viene dado por la llamada "curva crítica", esto es, el asteroide 170. Los picos de la curva crítica están en correspondencia con la intensidad de campo H_K de saturación de la capa magnética. La inclinación de la dirección fácil hacia el eje 160 viene dada por el ángulo ξ .

En el caso 1 anterior (esto es, "1" almacenado en el elemento 51 y "0" en el elemento 53), el campo de control $H_{(v)}$ que tiene su origen en el elemento 51 y el campo de control $H_{(r)}$ originado desde el elemento 53 están en actividad, y ambos se superponen al campo excitador H_B , dando lugar así al vector 163. La punta del vector 163 está a la izquierda del punto $-H_K$ durante el tiempo de atenuación del campo excitador cuando éste cae desde su valor máximo a un valor menor que $|H_K|$. Así, durante el intervalo de tiempo esencial, decisivo para la reversión de la conmutación, hay presente una componente de campo de control resultante que actúa hacia la dirección fácil izquierda, y bajo cuya influencia el vector de magnetización del elemento 52 revierte al estado de "0".

En el caso 2 anterior (esto es, "0" almacenado en el elemento 51 y "1" en el elemento 53), $H_{(v)}$ y $H_{(r)}$ son insignificantes en su pequeño valor, y la componente del

15 FEB 1951

campo de control resultante viene determinada prácticamente tan sólo por la componente, en la dirección fácil, del campo excitador H_B . Esta componente es siempre activa en la dirección fácil de la derecha, debido al ángulo ξ , de modo que el vector de magnetización del elemento 52 revierte al estado de "1".

En el caso 3 (esto es, "1" almacenado en ambos elementos 51 y 53), $H_{(5)}$ es insignificamente pequeña, y $H_{(v)}$ y H_B están superpuestas en el vector resultante 164. Como sucede en el caso I, la punta del vector 164 está a la izquierda del punto $-H_K$, y por tanto el vector de magnetización del elemento 52 revierte al estado de "0".

En el caso 4 (esto es, "0" almacenado en ambos elementos 51 y 53), puede despreciarse $H_{(v)}$ en tanto que $H_{(r)}$ y H_B se superponen en el vector resultante 165. La punta de este vector está a la derecha de $-H_K$, y por tanto el vector de magnetización del elemento 52 revierte al estado de "1".

Como puede verse por la fig. 20, la acción de control resultante en un elemento de película magnética controlado, se compone de las tres partes siguientes:

- 1) Campo de control $H_{(v)}$ en sentido de avance, que tiene su origen en la acción de un elemento controlador vecino por el lado izquierdo.
- 2) Campo de control $H_{(r)}$ en sentido de retroceso, que se origina por la acción de un elemento controlador vecino por el lado derecho.
- 3) Componente de campo de control constante, $H\xi$ debida al ángulo de inclinación ξ de la direc



ción fácil respecto al eje de los conductores
excitadores.

281877

TABLA 1

Información binaria en el elemento A 51	"0"	"0"	"0"	"1"	"1"
Información binaria en el elemento A 53	"0"	"0"	"1"	"0"	"1"
Factor de magnitud y acción de $H(v)$ en el elemento B 52	—	—	—	tres "0"	tres "0"
Factor de magnitud y acción de $H(r)$ en el elemento B 52	uno "1"	uno "1"	—	uno "1"	—
Factor de magnitud y acción de $H\epsilon$ en el elemento B 52	uno "1"	uno "1"	uno "1"	uno "1"	uno "1"
Magnitud de la acción de control y posición final del elemento B 52	dos "1"	dos "1"	uno "1"	uno "0"	dos "0"



281377



15 FEB

TABLA 2

Información binaria en el elemento B 52	"0"	"0"	"0"	"1"	"1"
Información binaria en el elemento B 54	"0"	"0"	"1"	"0"	"1"
Factor de magnitud y acción de H(v) en el elemento A 53	tres "1" →	tres "1" →	tres "1" →	—	—
Factor de magnitud y acción de H(r) en el elemento A 53	—	—	uno "0" →	—	uno "0" →
Factor de magnitud y acción de E _c en el elemento A 53	uno "0" →	uno "0" →	uno "0" →	uno "0" →	uno "0" →
Magnitud de la acción de control y posición final del elemento A 53	dos "1"	dos "1"	uno "1"	uno "0"	dos "0"

28.877



En las dos tablas precedentes se agrupan todas las posiciones iniciales posibles de los elementos de película magnética, para mejor comprensión del funcionamiento del presente registro de cambio en dos tiempos. La tabla 1 se refiere a los instantes t_1 , t_3 , t_5 , etc.; en particular, se consideran los elementos 51 y 53 del grupo A, que actúan en estos instantes como elementos controladores, así como el elemento 52 del grupo B que en estos instantes actúa como elemento controlado. La tabla 2 se refiere a los instantes t_2 , t_4 , t_6 , etc.; se consideran en ella los elementos 52 y 54 del grupo B que actúan en estos instantes como elementos controladores, así como el elemento 53 del grupo B actuante, en los instantes mencionados, como elemento controlado. Las tablas son válidas también, de manera análoga, para los demás elementos.

El análisis de las posibilidades representadas en las dos tablas pone de manifiesto que — como ya se ha dicho — se establece una circulación inequívoca de información de izquierda a derecha, y que la información binaria es transferida en forma inversa de un elemento al contiguo de la derecha. Esta inversión regular no representa desventaja alguna para el uso del registro en la práctica.

Aun cuando las características fundamentales y nuevas de la presente invención han sido ilustradas y descritas haciendo referencia a unas formas especiales de realización que comprenden delgados elementos de película magnética conectados por conductores de acoplamiento, las personas versadas en la materia serán capaces de realizar numerosas modificaciones de forma y de detalle en las disposiciones representadas, así como en su manera de funcio



5 namiento, para mejorar conforme a la invención las propiedades de transmisión de señales entre delgados elementos de película magnética, y ello sin apartarse del ámbito de la presente invención tal como se reivindica en lo que sigue.

10 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Suiza, el 27 de Octubre de 1961, bajo el número 12437/61, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

15 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 siguientes:

20 1. Disposición de transmisión de señales que comprende al menos una tira conductora de acoplamiento, una disposición de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas mutuamente interconectadas por la tira conductora de acoplamiento, y medios deflectores para desviar temporal o transitoriamente las magnetizaciones de las disposiciones de delgadas capas magnéticas; caracterizada
25 dicha disposición por el hecho de que, con el propósito de mejorar las propiedades de transmisión de señales, la anchura de la tira conductora de acoplamiento en el lugar donde se sitúa la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras es distinta en comparación con la anchura de la tira conductora de acoplamiento en el lugar de
30

281877



situación de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas; de que las extensiones lineales totales en sentidos paralelo y ortogonal al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento son diferentes entre sí al menos en una de las dos disposiciones de delgadas capas magnéticas; de que la mayor anchura de la tira conductora de acoplamiento está en el lugar de situación donde también la disposición de delgadas capas magnéticas presenta la mayor extensión lineal total en sentido ortogonal respecto al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; y de que en ambas disposiciones de delgadas capas magnéticas, los productos del espesor de las delgadas capas magnéticas por la extensión lineal total respecto al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento son diferentes entre sí.

2. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas tienen unas dimensiones geométricas conforme a la relación

$$\frac{a_1 d_1}{b_2 d_2} > \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{|H_2| \text{ mín}}{H_K}$$

en la cual el significado es el siguiente: a_1 = extensión lineal total de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, paralelamente al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; b_2 = extensión lineal total de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, paralelamente al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; d_1 = espesor de la capa



magnética de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras; d_2 = espesor de la capa magnética de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas; μ_1 = permeabilidad de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras; μ_2 = permeabilidad de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas; $|\hat{H}_2|_{\text{mín}}$ = valor mínimo de la intensidad de campo de control con respecto a la disposición de delgadas capas magnéticas controladas; H_K = intensidad de campo de saturación de las capas magnéticas.

3. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que el tiempo de formación τ y la amplitud H_0 alcanzada al cabo de este tiempo, de un campo excitador generado por unos primeros medios deflectores y que actúa sobre la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, vienen determinados con arreglo a las relaciones

$$\frac{\tau}{T_1} = 3 \frac{a_1}{b_1} \left[\sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{b_1}{d_2} \left(\frac{H_K}{|\hat{H}_2|} - \frac{b_2 d_2 \mu_2}{a_1 d_1 \mu_1} \right)} - 1 \right]$$

$$\frac{H_0}{H_K} = 1 + \frac{a_2}{b_1} \frac{|\hat{H}_2|}{H_K}$$

en las cuales, además de las definiciones ya dadas en la reivindicación subordinada 1, el significado es el siguiente: b_1 = extensión lineal total de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, en sentido ortogonal al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; a_2 = extensión lineal total de la disposición



de delgadas capas magnéticas controladas, en sentido ortogonal al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; $T_1 = \mu_1 \cdot d_1 R$, en la que R significa la resistencia de la tira conductora de acoplamiento.

5 4. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las distancias entre el conductor de ida y el de retorno de la tira de acoplamiento, con respecto a las anchuras de la tira conductora de acoplamiento están aproximadamente
10 a la misma relación al menos en el lugar de situación de la disposición de delgadas capas magnéticas.

 5. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la anchura de la tira conductora de acoplamiento en el lugar de situación de las delgadas capas magnéticas controladoras es más estrecha que la anchura de la tira de acoplamiento en el lugar de situación de la disposición de
15 delgadas capas magnéticas controladas.

 6. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el conductor de acoplamiento está dimensionado en toda su anchura de modo tal que se extiende sobre la disposición de delgadas capas magnéticas.

 7. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las extensiones lineales de las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas, en sentido ortogonal al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento tienen una relación fija con las respectivas
25 anchuras de la tira conductora de acoplamiento.
30



8. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las extensiones lineales de las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas, en sentido ortogonal al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento, y las respectivas anchuras de la tira conductora de acoplamiento tienen prácticamente la misma dimensión.

9. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por estar provista de medios deflectores o de desviación con unas condiciones de funcionamiento determinadas de modo que debido a los campos excitadores engendrados por dichos medios deflectores al menos al comienzo de la transferencia de la señal, el valor de la permeabilidad μ_2 de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas es más de tres veces mayor que el valor de la permeabilidad μ_1 de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras.

10. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las disposiciones de delgadas capas magnéticas están compuestas de capas magnéticas de forma prácticamente rectangular.

11. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas comprenden delgadas capas magnéticas de las mismas dimensiones geométricas.

12. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controla-



doras comprende al menos dos delgadas capas magnéticas dispuestas en conexión de acoplamiento en serie respecto a la corriente que circula en la tira conductora de acoplamiento.

5 13. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras comprende al menos dos delgadas capas magnéticas dispuestas en conexión de acoplamiento en paralelo respecto a la corriente que circula en la tira conductora de acoplamiento.

10

14. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controladas comprende al menos dos delgadas capas magnéticas dispuestas en conexión de acoplamiento en serie respecto a la corriente que circula en la tira conductora de acoplamiento.

15

15. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controladas comprende al menos dos delgadas capas magnéticas dispuestas en conexión de acoplamiento en paralelo respecto a la corriente que circula en la tira conductora de acoplamiento.

20

25

16. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 11, caracterizada por el hecho de que la extensión lineal total a de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, paralelamente al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento, es

30



15

al menos aproximadamente igual a la extensión lineal total de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, ortogonalmente respecto al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; la extensión lineal total b de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, en sentido ortogonal respecto al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento es al menos aproximadamente igual a la extensión lineal total de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, paralelamente al eje longitudinal de la tira conductora de acoplamiento; las capas magnéticas controladoras y controladas son al menos aproximadamente del mismo espesor; y las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas tienen unas dimensiones geométricas que satisfacen al menos aproximadamente la relación $\frac{a}{b} = \sqrt{\frac{\mu_2}{\mu_1}}$, en la cual μ_1 significa la permeabilidad de las delgadas capas magnéticas controladoras y μ_2 la permeabilidad de las delgadas capas magnéticas controladas, aproximadamente al comienzo de la transferencia de la señal.

20 17. Disposición de transmisión de señales conforme a las reivindicaciones 12 ó 13, caracterizada por el hecho de que cierto número de capas magnéticas de entre la pluralidad de ellas perteneciente a la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, produce una acción de control suficientemente grande respecto a la disposición de delgadas capas magnéticas controladas.

25 18. Disposición de transmisión de señales conforme a las reivindicaciones 12 ó 13, caracterizada por el hecho de que, cuando predomina la acción controladora, todas las delgadas capas magnéticas pertenecientes a la dis-

30

281877



posición de delgadas capas magnéticas controladoras producen respecto a la tira conductora de acoplamiento una variación de flujo de la misma polaridad.

5 19. Disposición de transmisión de señales conforme a las reivindicaciones 12 ó 13, caracterizada por el hecho de que, cuando predomina la acción controladora, cierto número de capas magnéticas de entre la pluralidad de ellas perteneciente a la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras produce respecto a la tira conductora de acoplamiento una variación de flujo de polaridad opuesta en comparación con las demás capas controla-
10 ras.

15 20. Disposición de transmisión de señales conforme a las reivindicaciones 14 y 15, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controladas comprende al menos dos delgadas capas magnéticas que con respecto a la corriente que circula en la tira de acoplamiento están dispuestas en conexión de acoplamiento en serie, y que comprende al menos dos delgadas ca-
20 pas magnéticas dispuestas en conexión de acoplamiento en paralelo.

25 21. Disposición de transmisión de señales conforme a las reivindicaciones 12 y 15, caracterizada por el hecho de que la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras comprende el mismo número de delgadas capas magnéticas que la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, y las capas magnéticas de las disposiciones de delgadas capas magnéticas controladoras y controladas son del mismo volumen.

30 22. Disposición de transmisión de señales confor-

15 FEB



me a las reivindicaciones 15 ó 16, caracterizada por el hecho de que el volumen magnético de la disposición de delgadas capas magnéticas controladas es mayor que el volumen magnético de la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras.

5

23. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que se prevén al menos dos etapas de transmisión de señal; en una primera etapa de transmisión, una primera disposición de delgadas capas magnéticas, de extensiones lineales totales a_1 (paralela al eje longitudinal de la primera tira conductora de acoplamiento), b_1 (ortogonal al eje longitudinal de la primera tira conductora de acoplamiento) y un espesor d_1 de capa magnética, es capaz de controlar una segunda disposición de capas magnéticas, de extensiones lineales totales a_2 (ortogonal al eje longitudinal de la primera tira conductora de acoplamiento y paralela al eje longitudinal de la segunda tira conductora de acoplamiento), b_2 (paralela al eje longitudinal de la primera tira de acoplamiento y ortogonal al eje longitudinal de la segunda tira de acoplamiento) y un espesor d_2 de capa magnética; en una segunda etapa de transmisión, dicha segunda disposición de delgadas capas magnéticas es capaz de controlar una tercera disposición de delgadas capas magnéticas que comprende varias capas magnéticas, presentando dicha tercera disposición de delgadas capas magnéticas unas extensiones lineales totales $n \cdot a_1$ (ortogonal al eje longitudinal de la segunda tira conductora de acoplamiento), b_1 (paralela al eje longitudinal de la segunda tira conductora de acoplamiento) y

10

15

20

25

30



espesores de capa magnética d_1 ; las disposiciones de delgadas capas magnéticas tienen unas dimensiones geométricas que satisfacen las relaciones;

5

$$a_2 \cdot b_2 = n \cdot a_1 \cdot b_1$$
$$\frac{a_2}{a_1} = n^{3/4}; \quad \frac{b_2}{b_1} = n^{1/4}; \quad \frac{d_2}{d_1} = n^{-1/2}.$$

10 24. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las capas magnéticas de las disposiciones de delgadas capas magnéticas presentan una anisotropía uniaxial de su propia magnetización, y de que se prevén unos primeros medios deflectores capaces de poner en actividad, en el instante de la transferencia de información, un primer campo excitador respecto a la disposición de delgadas capas magnéticas controladoras, unos segundos medios deflectores capaces de efectuar, aproximadamente al mismo tiempo, la desaparición prácticamente casi total de un segundo campo excitador que actúa sobre la disposición de delgadas capas magnéticas controladas, haciéndose la disposición de los medios deflectores de modo tal que los campos excitadores están colocados al menos aproximadamente coincidiendo con la dirección dura de las capas magnéticas.

25 25. Disposición de transmisión de señales conforme a la reivindicación 24, caracterizada por el hecho de que, con el propósito de habilitar un registro de cambio o traslación de dos tiempos, la segunda disposición de delgadas capas magnéticas (controladas) que por medio de una primera tira conductora de acoplamiento sucede o sigue a

30



la primera disposición de delgadas capas magnéticas (controladoras) se halla acoplada, por medio de una segunda tira conductora de acoplamiento, a una tercera disposición de delgadas capas magnéticas; la tercera disposición de delgadas capas magnéticas está sujeta a las mismas condiciones de trabajo que la primera disposición de delgadas capas magnéticas; la primera tira conductora de acoplamiento representa la tira de acoplamiento de salida de la primera disposición de delgadas capas magnéticas y la tira de acoplamiento de entrada de la segunda disposición de delgadas capas magnéticas; la segunda tira conductora de acoplamiento representa la tira de acoplamiento de salida de la segunda disposición de delgadas capas magnéticas y la tira de acoplamiento de entrada de la tercera disposición de delgadas capas magnéticas; los ejes de las tiras de acoplamiento de entrada y salida pertenecientes a la misma disposición de delgadas capas magnéticas forman entre sí un ángulo recto; la anchura de la tira conductora de acoplamiento de entrada es al menos vez y media mayor que la anchura de la tira de acoplamiento de salida; los medios deflectores comprenden al menos un conductor excitador en forma de tira que actúa con referencia a las tres disposiciones de delgadas capas magnéticas, y el eje de este conductor excitador forma con los ejes de las tiras de acoplamiento un ángulo de al menos aproximadamente 45°, y con la dirección fácil de las capas magnéticas dicho eje del conductor excitador forma un ángulo comprendido entre 2° y 15°.

28.877

26. Disposición con propiedades mejoradas de transmisión de señales entre elementos delgados de película mag



15 FEB

nética conectados por una banda de acoplamiento.

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

5

Esta Memoria consta de setenta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

15 FEB 1963

Alfonso de Elizabeta
Por Fianza

281877

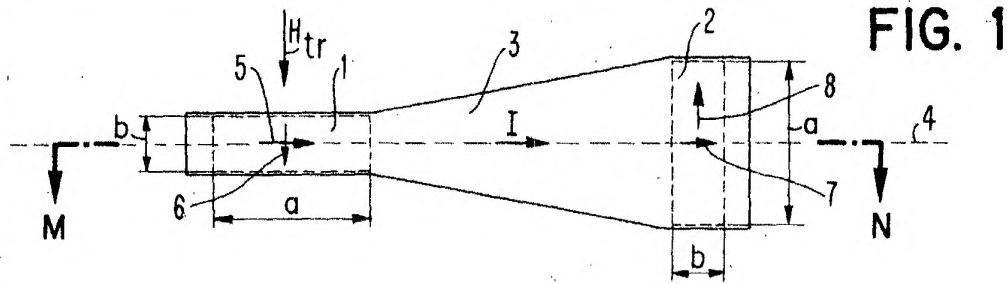


FIG. 1

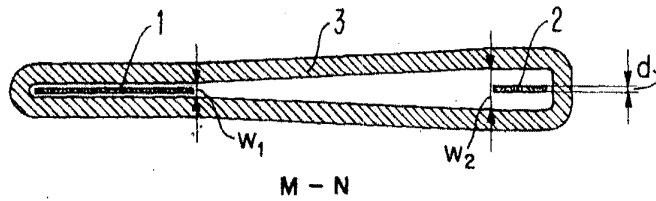


FIG. 2

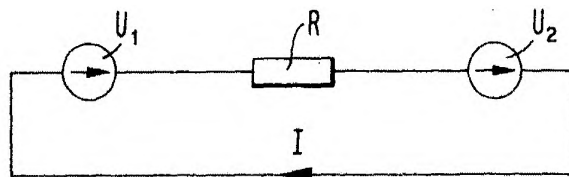


FIG. 3

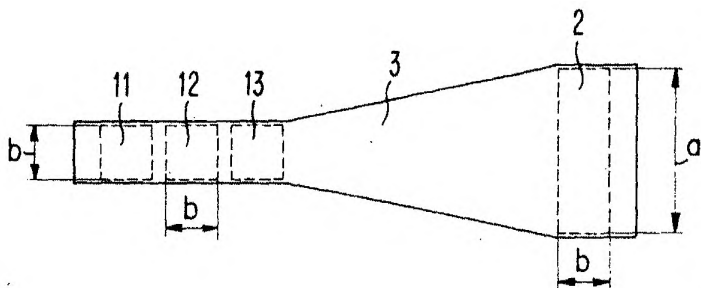


FIG. 4

281877

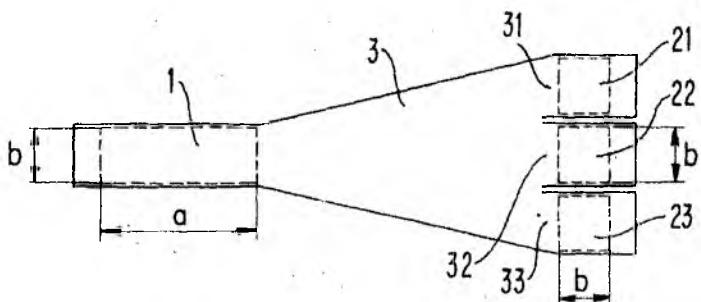


FIG. 5

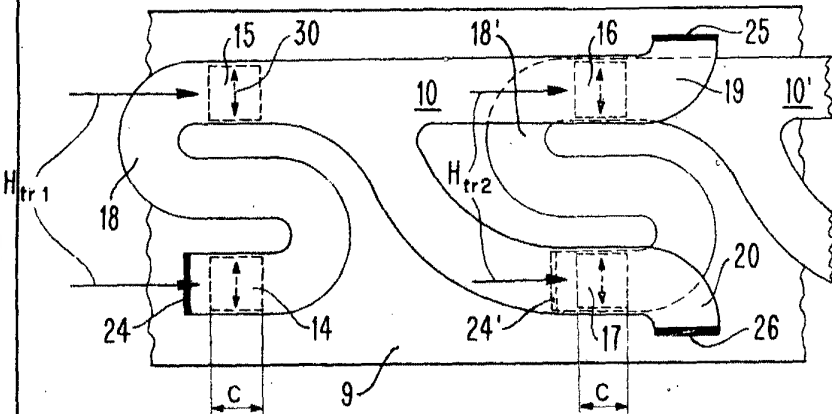


FIG. 6

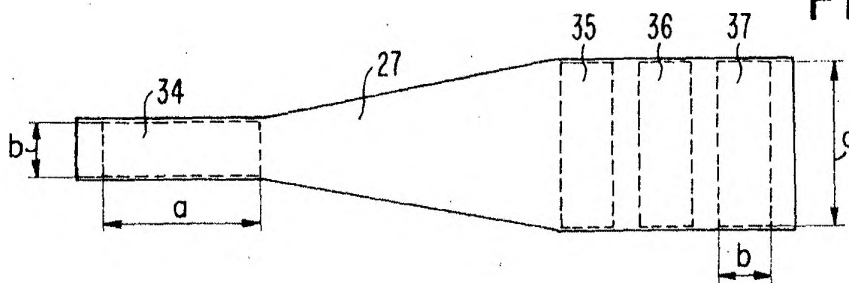


FIG. 7

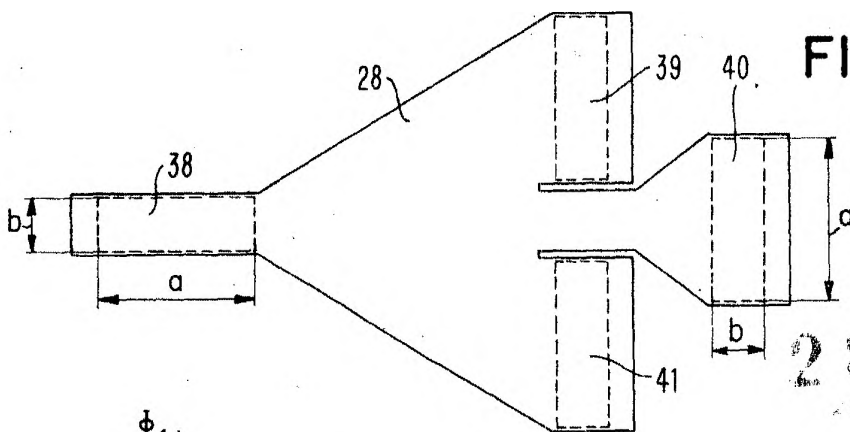


FIG. 8

282877

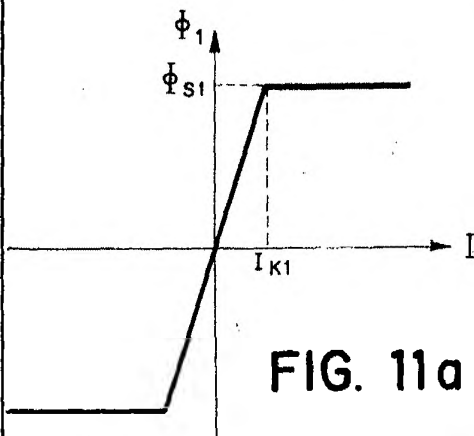


FIG. 11a

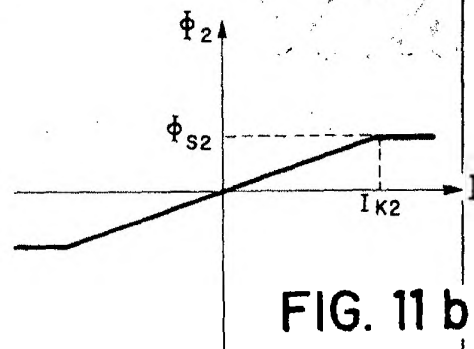


FIG. 11b

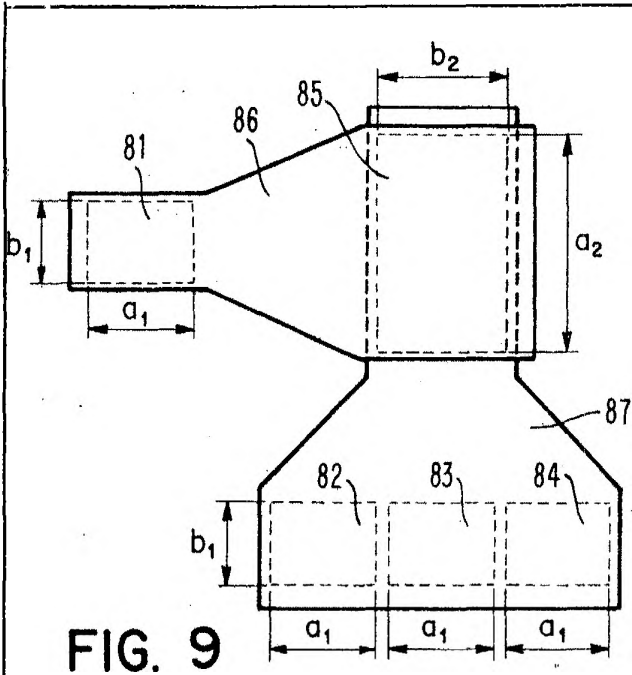


FIG. 9

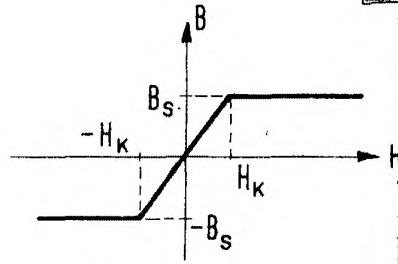


FIG. 10

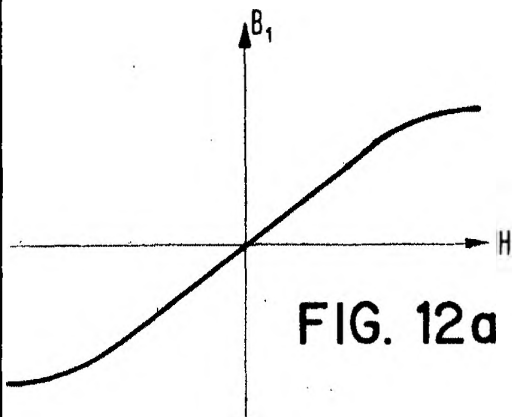


FIG. 12a

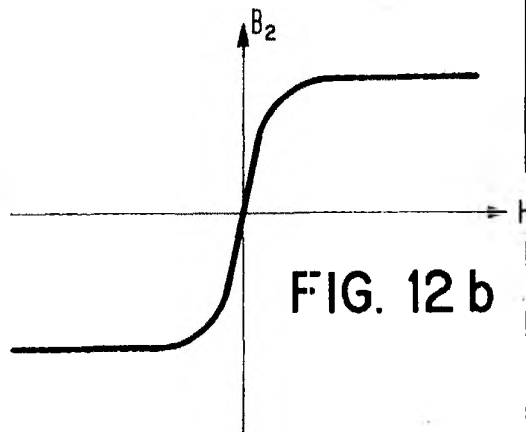


FIG. 12b

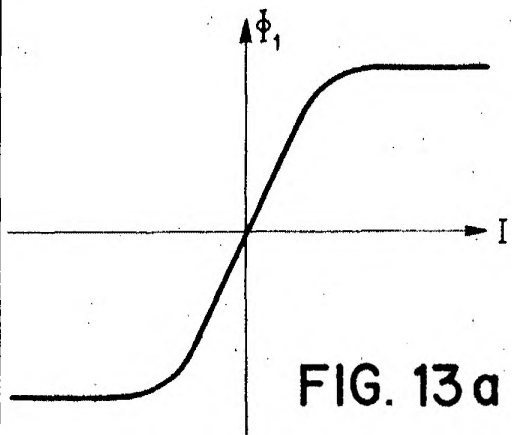


FIG. 13a

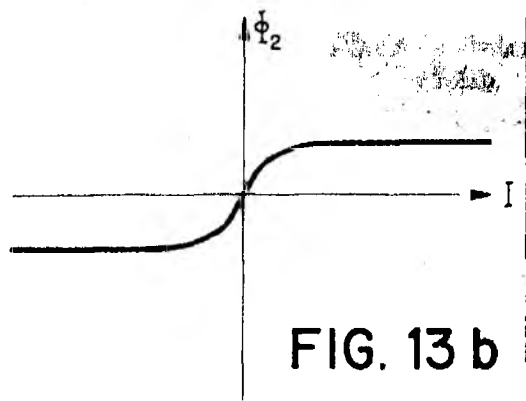


FIG. 13b



15 FEB

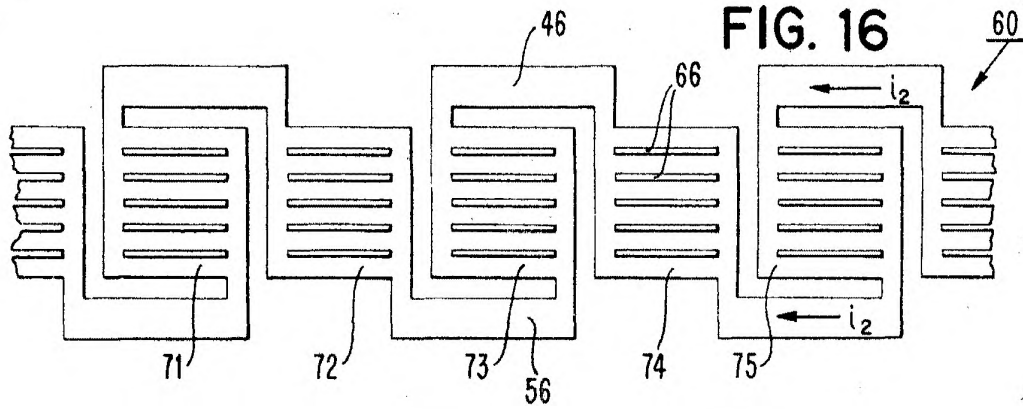


FIG. 16

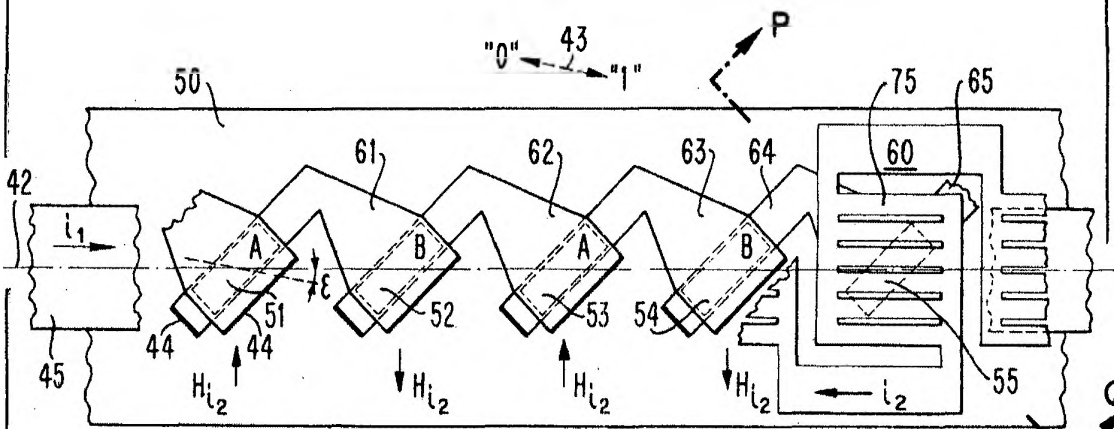


FIG. 14

28.877

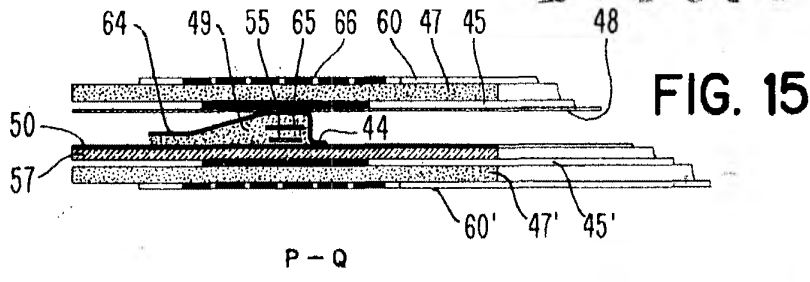


FIG. 15

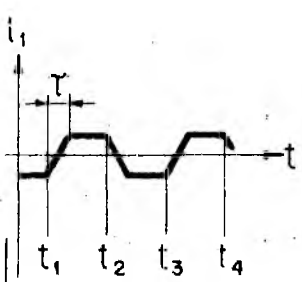


FIG. 17

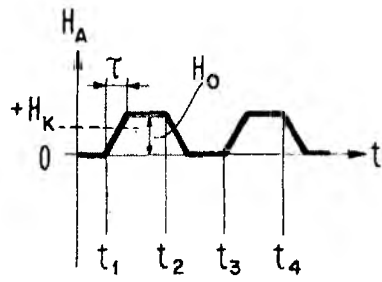


FIG. 18

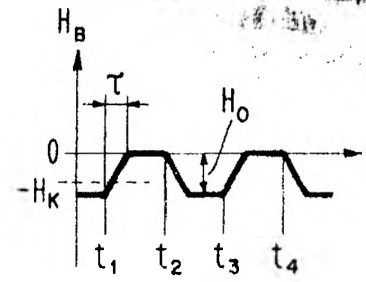


FIG. 19

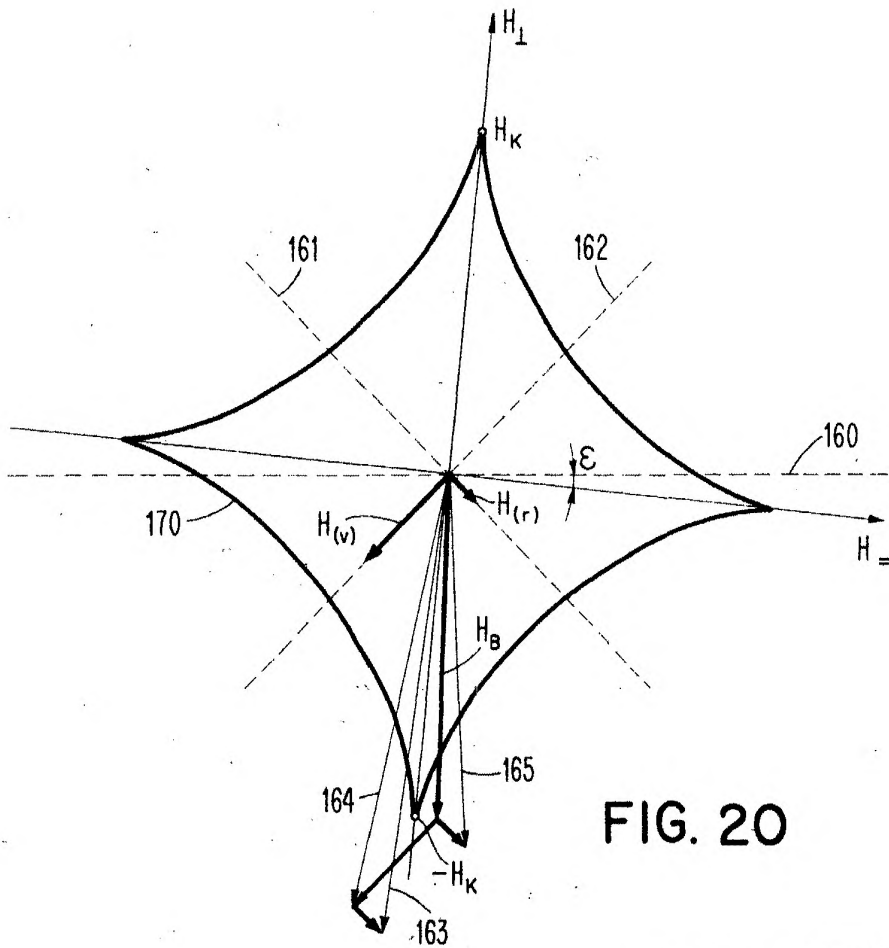


FIG. 20

281877