



(11) ES	(19) NUMERO 469.977	(10) AT
(22) FECHA DE PRESENTACION 18-Mayo-1.978		

- 5 FEB. 1979

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

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 798.539	(32) FECHA 19-5-77	(33) PAIS E.U.A.
(37) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G11B	(63) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION "UN APARATO DE TRANSPORTE DE CINTA DE CIGARETAS A CIGARETE"		
(71) SOLICITANTE (S) INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (Jocket SA9-77-011)		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Armonk, N.Y. 10504, Estados Unidos de América		
(72) INVENTOR (ES) John Jacob Bige, Arvind Motibhai Patel, Spencer Donald Roberts y David Stedman		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE DON ALBERTO DE ELAIBURU MARQUEZ (P.-68.767)		

103/.

BAD ORIGINAL

1 - Solicitudes de Patente Norteamericanas Afines Cedidas al
Mismo Cesionario que el del Presente Invento

5 La de Koski y otros, Número de Serie 631.808, presentada con fecha 14 de noviembre de 1.975 (actualmente Patente para los EE. UU. nº 4.015.799, concedida con fecha 5 de abril de 1.977) titulada "Sistema de Control de Cinta de Carrete a Carrete Adaptable".

Antecedentes del Invento

10 Este invento se refiere a un aparato de control de movimiento de cinta y, más en particular, a tal aparato para uso en el movimiento de cinta magnética con altos regímenes de aceleración sin resbalamiento de un carrete a otro a velocidad constante y con tensión constante en un sistema de transporte de cinta de carrete a carrete no amortiguado.

15 La solicitud de patente asociada citada por su referencia describe un aparato de accionamiento de cinta en el que se emplea un tacómetro finamente graduado sobre un rodillo loco en el circuito de alimentación de cinta para medir la cantidad de cinta hecha avanzar durante una revolución completa de cada eje de carrete de cinta en un sistema de accionamiento de cinta de carrete a carrete no amortiguado. A partir de la cantidad de cinta hecha avanzar entre impulsos simples por cada revolución de cada
20 eje de carrete se obtenía independientemente y se modificaba continuamente el radio de tal carrete, como radio cambiado durante la alimentación de la cinta. A partir de una tabla que almacena valores de inercia correspondientes a valores predeterminados del radio del carrete de
25 cinta, los valores de los radios para cada carrete eran
30

1 repetidamente convertidos en valores de inercia correspon-
dientes mediante consulta en la tabla. A partir de esos
valores de inercia, se calculaban corrientes de acciona-
5 miento para cada motor de carrete para proporcionar un --
arranque y parada dados de movimiento de la cinta y para
mantener constantes la velocidad y la tensión de la cinta
durante el procedimiento de leer/escribir y para mantener
la cinta sin arrastre durante un modo de bloqueo de para-
da. Esta disposición funciona muy satisfactoriamente con
10 regímenes de aceleración de la cinta de hasta 1.000 centí-
metros por segundo por segundo. No obstante, cuando se
aumentan los regímenes de aceleración multiplicándolos por
diez, puede producirse resbalamiento de la cinta en el ta-
cómetro en el circuito de alimentación de la cinta, con
15 la consiguiente pérdida del control preciso de la tensión
y la velocidad de la cinta.

En la Patente para los EE. UU. nº 3.764.087 y
en la Patente para los EE. UU. nº 3.984.868 se describen
sistemas de control de movimiento de cinta de carrete a
20 carrete en los que se emplean motores de accionamiento se-
parados para cada carrete y en los que no se requiere amor-
tiguación de cinta ni tacómetro en el circuito de alimen-
tación de cinta. No obstante, los motores de los carretes
son accionados selectivamente y hay un tacómetro asociado
25 con solamente el eje del carrete tomador para proporcio-
nar un impulso simple por cada revolución, cuyos impulsos
son acumulados en un contador como un recuento continuado
indicador del radio de la cinta enrollada alrededor de ese
carrete. No hay obtención del radio de la envoltura de
30 cinta sobre la base de la cantidad de cinta hecha avanzar

1 durante la rotación de un carrete repetidamente durante
las sucesivas revoluciones completas del otro carrete. Co-
mo se ha indicado en la Patente para los EE. UU. número
3.984.868, las inexactitudes en el control de la velocidad
5 resultantes de las variaciones en el grueso de la cinta y
en las dimensiones del tubo en la realización de contador
descrita en la Patente para los EE. UU. nº 3.764.087 fue-
ron eliminadas durante la escritura (pero no durante la
lectura), haciendo uso para ello del espaciamiento entre
10 los espacios de separación de leer y escribir que existen
normalmente en una cabeza magnética usual de leer/escri-
bir, para proporcionar una medida de la velocidad real de
la cinta durante una operación de escritura. Las medidas
de la velocidad de la cinta se usan para producir impulsos
15 de corrección que son aplicados al contador para reducir
o aumentar su recuento, de modo que la salida resultante
de un circuito de corrección de linealidad proporcionaría
una señal de control del motor que corresponde más exacta-
mente a la velocidad real de la cinta. Obsérvese que so-
lamente se acciona un carrete cada vez, y que no se han
20 descrito ni intervienen medios para proporcionar control
de la tensión ni control de la aceleración.

Resumen del Invento

25 El objeto principal de este invento es propor-
cionar un aparato perfeccionado de control de movimiento
de la cinta para un accionamiento de cinta de carrete a
carrete, el cual puede acomodar altos regímenes de accele-
ración sin resbalamiento de la cinta; puede mantener la
tensión de la cinta sustancialmente constante durante to-
do el funcionamiento; puede mantener la velocidad de la
30

1 cinta sustancialmente constante entre períodos de acele-
ración y desaceleración; puede mantener la posición de la
cinta cuando se exija; y puede controlar el régimen de
5 aceleración independientemente de los cambios en los ra-
dios de los carretes:

Otro objeto es proporcionar tal aparato de con-
trol del movimiento de la cinta que sea capaz de funcio-
nar satisfactoriamente incluso cuando la cantidad de cin-
ta en los carretes no sea siempre de una cierta longitud
10 y un cierto grueso previamente conocidos.

De acuerdo con el invento, se ha previsto un
aparato de control de movimiento de la cinta de carrete a
carrete perfeccionado, el cual no requiere tacómetro en
el circuito de alimentación de cinta y que emplea solamen-
15 te dos tacómetros u otros perceptores del movimiento de
la cinta (uno en cada eje de carrete), a partir de los
cuales se pueden obtener repetidamente los radios de am-
bos carretes para modificar de modo adaptable las corrien-
tes de accionamiento para ambos motores de los carretes
20 a medida que cambia el radio de cada carrete y, por consi-
guiente, su inercia. La obtención del radio se consigue
calculando para ello inicialmente una constante correspon-
diente a la longitud y grueso totales reales de la cinta;
luego se obtiene un radio a partir de los tacómetros de
25 los carretes y el otro radio se obtiene a partir de dicho
un radio, usando una constante.

Para mantener constante la velocidad real de la
cinta en la cabeza de leer/escribir, se obtiene repetida-
mente un recuento de referencia n_{ref} a partir de una ta-
30 bla de memoria solamente para leer usando la constante

1 — antes mencionada y el número de impulsos de tacómetro con-
tados sobre un tacómetro fino de dos fases en un eje de
carrete durante una sola revolución del otro eje de ca-
rrete. Este recuento de referencia n_{ref} cambia por tan-
5 to de modo adaptable con el cambio en el radio del carrete.
te.

Se mantiene constante la aceleración tangencial
para un alto régimen independientemente del radio del ca-
rrete. Un circuito de control de bucle cerrado está su-
10 perpuesto sobre el circuito de control de bucle abierto
propuesto en la antes mencionada solicitud de patente —
afín para mantener constante la tensión con una mayor pre-
cisión, especialmente durante estos altos regímenes de
aceleración.

15 Los anteriores y otros objetos, características
y ventajas del invento se pondrán de manifiesto de la des-
cripción más detallada que sigue de una realización pre-
ferida del mismo, tal como se ha ilustrado en los dibujos
que se acompañan.

20 Breve Descripción del Dibujo

La única figura es un diagrama esquemático de
un aparato de control de movimiento de cinta de acuerdo
con el invento, en el que se ilustra un tacómetro fino de
dos fases sobre un eje de carrete para proporcionar un
25 gran número de impulsos por revolución del otro eje de
carrete, siendo accionados ambos carretes por respectivos
motores durante el movimiento de la cinta en uno u otro
sentido.

Descripción de la Realización Preferida

30 (a) Antecedentes Teóricos

1 En la antes mencionada solicitud de patente afín
se obtiene la siguiente relación que en ella, y en lo que
sigue, se designa como Ecuación (1):

$$5 \quad I_m = \frac{\ddot{x}}{K_T} \left(C_1 \frac{R^4 - C_2}{R} + \frac{J_0}{R} \right) + \frac{F_{ten} R}{K_T} + \frac{T_{visc} + T_{coul}}{K_T} \quad (1)$$

donde I_m = corriente de motor necesaria para accionar
un solo carrete de cinta con una aceleración
 \ddot{x} .

10 \ddot{x} = aceleración tangencial deseada de la cinta.

K_T = par constante de un servomotor de corriente
continua de imán permanente (salida de par
según entrada de corriente).

15 C_1, C_2 = constantes usadas en el cálculo de la inercia
de la cinta.

J_0 = inercia del carrete vacío.

R = radio hasta la capa exterior de cinta sobre
el carrete.

F_{ten} = valor deseado de la tensión de la cinta.

20 T_{visc} = carga de par de fricción viscoso sobre el mo-
tor.

T_{coul} = carga de par de fricción culombiano (seco)
sobre el motor.

25 La Ecuación (1) proporciona la base para los al-
goritmos de control que accionan ambos carretes. En ella
se separa la corriente I_m del motor en las tres siguientes
componentes necesarias para la aceleración, para la ten-
sión y para vencer la fricción o resistencia de arrastre:

$$30 \quad I_m = I_{accel} + I_{ten} + I_{drag} \quad (2)$$

1 donde:
$$I_{\text{accel}} = \frac{\ddot{x}}{K_T} \left(C_1 \frac{R^4}{R} - C_2 + \frac{J_0}{R} \right), \quad (3)$$

5
$$I_{\text{ten}} = \frac{F_{\text{ten}} R}{K_T}, \quad y \quad (4)$$

$$I_{\text{drag}} = \frac{T_{\text{visc}} + T_{\text{coul}}}{K_T} \quad (5)$$

10 Al igual que en dicha solicitud de patente aún, para controlar la velocidad de la cinta, se fija el valor de \ddot{x} en la intensidad de corriente I_{accel} para cada motor [Ecuación (3)] proporcional al error del período del tacómetro. Es decir,

15
$$\ddot{x} = \ddot{x}_{\text{max}} \frac{(n - n_{\text{ref}})}{e_{\text{lim}}} \quad (6)$$

donde \ddot{x}_{max} = aceleración máxima que será necesaria.

n = número de períodos de reloj contados entre líneas sucesivas en el tacómetro 17.

20 n_{ref} = valor de referencia del recuento n de períodos para exactamente la velocidad de cinta deseada v_{ref}

e_{lim} = valor del error de servo $(n - n_{\text{ref}})$ para el cual la aceleración alcanza su valor máximo.

25 Como alternativa, para controlar la posición de la cinta se fija \ddot{x} proporcional al error de posición.

$$\ddot{x} = \ddot{x}_{\text{max}} \frac{(x_{\text{ref}} - x)}{e_{\text{lim}}} \quad (7)$$

30 donde x = posición medida de la cinta (representada

1

por un recuento ascendente-descendente de las líneas del tacómetro fino)

x_{ref} = posición de referencia.

5

La corriente de tensión I_{ten} requerida se ha representado proporcional al radio de la cinta de acuerdo con la Ecuación (4).

10

Se ha supuesto que I_{drag} es constante y de un valor predeterminado. Como en la solicitud de patente -- afín, el signo de ese término se cambia de acuerdo con el sentido de la velocidad percibida, de modo que siempre com pense los efectos de la fricción sobre el accionamiento; y durante el control de la posición se fija el valor de I_{drag} en cero.

15

En el aparato de acuerdo con el presente invento se emplean algoritmos idénticos o análogos a los antes des critos en esta Sección (a). El aparato de acuerdo con el presente invento difiere del ilustrado en la solicitud -- afín antes mencionada en los aspectos que a continuación se describirán.

20

(b) Descripción Preliminar

25

Tal como se ha ilustrado, el sistema de control de movimiento de la cinta que realiza el invento comprende un par de motores 10, 11 cada uno de los cuales acciona a un carrete respectivo 12, 13 de un aparato de accionamiento de cinta de carrete a carrete en el cual la cinta 14 pasa normalmente desde el carrete 12, por una cabeza 15 de leer/escribir, al carrete 13. Un perceptor de movimiento de la cinta, tal como un tacómetro 16, emite un impulso simple al completarse un ángulo preseleccionado relativamente grande, aquí ilustrado como de 360°; es decir,

30

1 una vez por cada revolución del eje del carrete 13. Un
 2 receptor de movimiento de la cinta, preferiblemente un
 3 tacómetro 17 fino de dos fases, con un gran número N de
 4 líneas o graduaciones finas espaciadas uniformemente en
 5 sentido circunferencial, emite N impulsos durante cada re-
 6 volución del carrete 12.

7 Supongamos ahora que se hace avanzar la cinta
 8 14 desde el carrete 12 en respuesta a una orden usual de
 9 "movimiento hacia adelante". Tal como se ha ilustrado,
 10 los impulsos del tacómetro 17 son transmitidos a través
 11 de una línea 18 a, y son acumulados temporalmente en, un
 12 contador 19, preferiblemente una Disposición Ordenada Ló-
 13 gica programable. Siempre que se produce cada impulso sim-
 14 ple del tacómetro 16, tal como es transmitido a través de
 15 una línea 20, ese recuento acumulado es dejado pasar dis-
 16 criminadamente de salida del contador 19 a una línea 21.

(c) Cálculo de los Radios de los Carretes de Cinta

17 A partir de ese recuento N_{12} al que se ha dado
 18 paso discriminado de salida, se controlan las corrientes
 19 de accionamiento para los motores 10, 11. Pero en primer
 20 lugar se deben calcular los radios de la cinta en los ca-
 21 rretes 12, 13. Puesto que la misma longitud de cinta 14
 22 que cubre una circunferencia del carrete 13 abarca también
 23 las N_{12} líneas de tacómetro en el carrete 12, el cual tie-
 24 ne un total de N líneas en el tacómetro 17:

$$2\pi R_{13} = \left(\frac{N_{12}}{N}\right) \cdot 2\pi R_{12}$$

de donde $R_{13} = R_{12} \cdot \frac{N_{12}}{N}$ (8)

25 donde R_{12} = es el radio del carrete 12 y R_{13} es el radio

1 del carrete 13.

Puesto que la cantidad total de cinta en los dos
carretes permanecerá constante, pero solamente variará su
distribución durante la transferencia de cinta de carrete
5 a carrete, por geometría se cumplirá siempre la ecuación
siguiente, a pesar de los cambios en los radios R_{12} y R_{13} :

$$\pi (R_{12}^2 - R_i^2) + \pi (R_{13}^2 - R_i^2) = \pi (R_m^2 - R_i^2)$$

o sea:

$$10 \quad R_{12}^2 + R_{13}^2 = R_m^2 + R_i^2 \quad (9)$$

donde

R_i = radio interior de la cinta = radio exterior
del cubo del carrete.

15 R_m = radio máximo de la cinta cuando toda la cinta
está enrollada en solamente un carrete.

Si se conoce el radio de cinta máximo posible
 R_m (o bien si se calcula de la manera que aquí se descri-
be en lo que sigue), el primer miembro de la Ecuación (9)
tiene como valor de la suma una constante, designada por
20 C_{10}^2 . A partir de esto se define una "constante de radio"
 C_{10} , como sigue:

$$C_{10} = \sqrt{R_m^2 + R_i^2} \quad (10)$$

25 Sustituyendo las Ecuaciones (8) y (10) en la (9)
se puede hallar un radio a partir del recuento de líneas
medido N_{12} .

$$30 \quad R_{12} = \frac{C_{10}}{\sqrt{1 + \left(\frac{N_{12}}{N}\right)^2}} \quad (11)$$

1 Si no es conocido el radio máximo de la cinta
 (por ejemplo, porque haya una serie de carretes que contengan
 diversas longitudes de cinta), puede entonces determinarse
 por el siguiente procedimiento de inicialización,
 5 con tal de que los radios de los cubos de ambos carretes
 12, 13 sean conocidos e idénticos, y sea conocido el número
 total de líneas finas en el tacómetro 17.

Se carga la cinta 14 en el accionamiento de modo que cada cinta esté sobre el carrete 12.

10 $R_{13} = R_i$, que es el radio del cubo, y
 $R_{12} = R_m$, radio máximo desconocido.

Se aplican ahora corrientes pequeñas a cada motor, de modo que la cinta 14 empiece a enrollarse en el carrete 13 y que su tacómetro 16 efectúe una revolución completa, dando por resultado un recuento N_{12} de líneas en el
 15 tacómetro 17. A partir de la Ecuación (8), se puede entonces hallar R_n (es decir R_{12} , como sigue:

$$R_{13} = R_i = \frac{R_{12} N_{12}}{N} = \frac{R_m N_{12}}{N}$$

20 de donde

$$R_{12} = R_m = \frac{R_i N}{N_{12}}$$

25 Se puede ahora hallar C_{10} como se indicó en la Ecuación (10), obteniéndose:

$$C_{10} = R_i \sqrt{\left(\frac{N}{N_{12}}\right)^2 + 1} \quad (12)$$

(d) Control de la Velocidad

30 La velocidad de la cinta al pasar por la cabeza

1 15 de leer/escribir se controla de la manera nueva que a
 continuación se va a describir.

5 El valor del recuento de referencia n_{ref} neces-
 rio en la Ecuación (6) para el cálculo de la aceleración
 durante el control de la velocidad es:

$$n_{ref} = \frac{2\pi R_{12}}{NTv_{ref}} \quad (13)$$

10 donde R_{12} = radio de la cinta en el carrete 12.

N = número de líneas en el tacómetro 17.

T = tiempo de duración de un período de reloj.

v_{ref} = velocidad de la cinta de referencia (o de-
 sonda).

15 Por sustitución del valor de R_{12} según la Ecu-
 ación (11) en la Ecuación (13), se puede hallar directamen-
 te el valor de n_{ref} a partir del recuento de líneas N_{12} y
 de C_{10} , ya que los valores de N , T y v_{ref} son fijos para
 cualquier aparato de transporte de cinta dado:

$$20 \quad n_{ref} = \frac{2\pi C_{10}}{NTv_{ref}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{N_{12}}{N}\right)^2}} \quad (14)$$

25 De la Ecuación (13) se observará que ese valor
 de referencia del período n_{ref} no es una constante, sino
 que es proporcional al radio R_{12} . (Esa proporcionalidad
 es consecuencia de que el tacómetro fino 17 esté en el eje
 del carrete 12 en vez de estar en una rueda loca en el ca-
 mino que sigue la cinta).

30 Cuando se funciona en el modo de velocidad, se
 ajusta un conmutador de modo 22 en el "modo de velocidad"
 para hacer que los impulsos procedentes del tacómetro fino

1 17 conmuten discriminadamente un contador 23 de error de
período. Los impulsos n de reloj son también suministra-
dos a alta frecuencia al contador 23 a través de una lí-
nea 24. Suponiendo el valor $n_{ref} = 200$ (es decir, 200 im-
5 pulsos de reloj por cada impulso de tacómetro fino), el
contador 23 se preajusta a -200 y se incrementa con cada
impulso de reloj hasta que el recuento es dejado pasar --
discriminadamente de salida a una línea 25 mediante un im-
pulso de tacómetro fino en la línea 18; tras lo cual se
10 repone de nuevo el contador a -200 .

El contador 23 comprende medios para obtener la
diferencia algébrica entre n y n_{ref} . Por consiguiente, si
el recuento de impulsos de reloj n en el contador 23 es
15 igual al número deseado n_{ref} cuando se produce el paso --
discriminado de salida, entonces el período de tiempo pa-
ra generar esos n impulsos de reloj corresponde exactamen-
te al período de tiempo deseado entre impulsos de conmuta-
ción discriminada, con el resultado de que el recuento
de error de período ($n - n_{ref}$) es cero. Si el impulso de
20 paso discriminado tiene lugar, por ejemplo, después de 190
(ó de 210) impulsos de reloj, el recuento de error de pe-
ríodo para la línea 25 será de -10 (o de $+10$).

El signo del recuento de error de período será
por tanto negativo o positivo dependiendo de que el perío-
do de tiempo real entre impulsos de tacómetro fino sea más
25 corto o más largo que el período deseado. La corriente
de aceleración para los motores 10, 11 de los carretes es
proporcional a ese recuento de error de período ($n - n_{ref}$).
Se aplica máxima corriente de aceleración cuando el recuen-
to de error de período ($n - n_{ref}$) excede de una fracción
30

1 previamente definida del recuento de referencia n_{ref} . Esa
 magnitud umbral del recuento de error viene designada por
 e_{lim} . El recuento de error de período $(n - n_{ref})$ es ali-
 5 mentado a través de un limitador 26, el cual limita su va-
 lor a ese límite e_{lim} durante el arranque, por ejemplo.

El rebasamiento de la velocidad durante un --
 "arranque" depende del valor del límite de error e_{lim} . A
 medida que se reduce e_{lim} aumenta el rebasamiento de la
 velocidad; o bien a medida que se aumenta e_{lim} hasta un
 10 porcentaje mayor de n_{ref} , se precisa más tiempo para que
 la cinta adquiera velocidad. Para la aceleración máxima
 particular de interés, se han observado los mejores resul-
 tados cuando e_{lim} es aproximadamente el 25% de n_{ref} ; es
 decir:

$$15 \quad e_{lim} = \frac{n_{ref}}{4} \quad (15)$$

La corriente de aceleración para cada motor 10,
 11 puede obtenerse de la Ecuación (3) con la sustitución
 de las Ecuaciones (6) y (15), como sigue:

$$20 \quad I_{accel \ 13} = \frac{\ddot{x}_{max}}{K_T n_{ref} / 4} \left(C_1 \frac{R_{13}^4 - C_2}{R_{13}} + \frac{J_c}{R_{13}} \right) (n - n_{ref})$$

y

$$(16)$$

$$25 \quad I_{accel \ 12} = \frac{\ddot{x}_{max}}{K_T n_{ref} / 4} \left(C_1 \frac{R_{12}^4 - C_2}{R_{12}} + \frac{J_o}{R_{12}} \right) (n - n_{ref})$$

Para simplificar, las expresiones que multipli-
 can al error de período $(n - n_{ref})$ en la Ecuación (16),
 se reagrupan como sigue:

30

$$R_{f13} = \frac{\ddot{x}_{\max}}{K_T n_{\text{ref}}/4} \left(C_1 \frac{R_{13}^4 - C_2}{R_{13}} + \frac{J_0}{R_{13}} \right) \quad (17)$$

$$R_{f12} = \frac{\ddot{x}_{\max}}{K_T n_{\text{ref}}/4} \left(C_1 \frac{R_{12}^4 - C_2}{R_{12}} + \frac{J_0}{R_{12}} \right)$$

Como resultado, las Ecuaciones (16) son ahora:

$$I_{\text{accel } 13} = R_{f13} (n - n_{\text{ref}})$$

$$I_{\text{accel } 12} = R_{f12} (n - n_{\text{ref}}) \quad (18)$$

Los factores R_{f13} y R_{f12} se denominan "factores de radio" puesto que son funciones del radio de la cinta. Estos factores se multiplican por el error del período para calcular las corrientes de aceleración.

Hemos hallado, por análisis y por simulación, que el número de bits requeridos para representar el recuento de líneas N_{12} excedía del necesario para el recuento de referencia n_{ref} , el cual excedía a su vez del necesario para los radios R_{12} y R_{13} y para los factores de radio R_{f12} y R_{f13} . Por lo tanto, es económico usar el número N_{12} más preciso en la línea 21 (véase el dibujo) para consultar el siguiente número más preciso n_{ref} en una tabla ROM (de memoria solamente para leer) 30 el cual se usa luego para asignar índice a cuatro tablas separadas 31, 32, 33, 34 en la ROM para hallar los valores de los números menos precisos R_{12} , R_{13} , R_{f12} y R_{f13} , respectivamente. Obsérvese que cada uno de esos cuatro valores es también función de la constante de radio C_{10} . El valor de C_{10} es conocido o bien se obtiene de N_{12} y de la magnitud conoci-

1 da de R_1 (radio del cubo del carrete 13) y de N (total de líneas del tacómetro fino en 17), como se ha descrito en la Sección (c) anterior.

5 La Tabla 31 contiene los valores de R_{12} con índices asignados de modo único mediante los valores de n_{ref} de acuerdo con una trasposición de la Ecuación (13). La Tabla 32 contiene los valores de R_{13} con índices asignados de modo único mediante los valores de n_{ref} , ya que R_{13} es también proporcional a n_{ref} , como será evidente, por
10 sustitución de las Ecuaciones (13) y (14) en la Ecuación (8).

Los valores en R_{f12} almacenados en la Tabla 33 pueden tener asignados índices de modo único mediante los valores n_{ref} , ya que R_{f12} es función de n_{ref} y de R_{12} --
15 [véase la Ecuación (17)]7, y R_{12} es también función de n_{ref} [véase la Ecuación (13)]7.

Análogamente, los valores de R_{f13} almacenados en la Tabla 34 pueden tener índices asignados de modo único mediante los valores de n_{ref} , ya que R_{f13} es función de
20 R_{13} y de n_{ref} [véase la Ecuación (17)]7; R_{13} es proporcional a R_{12} y a N_{12} [véase la Ecuación (8)]7; R_{12} es función de n_{ref} [véase la Ecuación (13)]7; y N_{12} es función de n_{ref} [véase la Ecuación (14)]7.

Es de hacer notar que las Tablas ROM 30, 31, 32, 33, 34 son precalculadas a partir de un programa de ordenador mediante un dispositivo lógico de cálculo 49b que
25 calcula R_{12} , R_{13} , R_{f12} , R_{f13} , y n_{ref} correspondientes a todos los valores posibles de recuentos de líneas N_{12} usando las Ecuaciones (8), (10), (11), (13) y (17).

30 (e) Control de la Posición (modo de "Bloqueo de Parada")

1 En este modo se vigila la posición de la cinta
para comprobar que no se produce arrastre. Se ajusta el
conmutador de modo 22 en "modo de colocación en posición"
y se pone en cero una línea de entrada x_{ref} a un contador
5 35 de error de posición de recuento en sentido ascendente/
descendente, para "marcar" la posición deseada en la cual
ha de ser mantenida la cinta 14. El contador 35 está co-
nectado para ser accionado por el tacómetro fino 17 de dos
fases a través de una ramificación de la línea 18, y por
10 consiguiente es sensible a la dirección. Si la posición
de la cinta experimenta arrastre en uno u otro sentido su-
ficiente para generar uno o más impulsos x de tacómetro
fino, entonces el contador 35 proporcionará la línea 36
un recuento de error de posición ($x_{ref} - x$) desde una mag-
15 nitud y un signo que indican la magnitud y el sentido del
arrastre. Este recuento de error está limitado por un li-
mitador 37 a una magnitud preseleccionada (por ejemplo,
de 20x impulsos).

20 Por consiguiente, el control de bloqueo de para-
da es independiente del radio de la cinta.

(f) Control del Tamaño del Espacio de Separa-
ción y Enganche Hacia Adelante.

25 Cuando se controla el tamaño del espacio de se-
paración entre bloques (IBG) o bien cuando se espacia ha-
cia adelante antes de iniciar un ciclo de deceleración,
es necesario desplazar la cinta 14 en una distancia exacta.

30 Si el espaciado entre las N líneas del tacó-
metro fino 17 es relativamente grande, solamente serán --
cruzadas unas pocas de tales líneas al ser atravesado un
IBG. No obstante, el IBG debe ser creado para la longitud

1 correcta dentro de estrechas tolerancias. Esto puede conseguirse usando para ello una combinación de recuento de líneas de tacómetro fino y recuentos de períodos de reloj, por ejemplo como sigue:

5 Después de escrita la última batería de bitios ("byte") de un bloque, se cuentan n períodos de reloj en el contador 35 hasta que es generado un impulso de tacómetro fino en la línea 18. Ese recuento n de períodos de reloj se registra entonces en un registro 56. El contador 57 de tacómetro de enganche hacia atrás tiene restablecido su valor a cero; tras lo cual el contador empezará a contar en sentido ascendente/descendente las líneas del tacómetro fino independientemente del radio del carrete de cinta.

15 Mientras tanto, el contador 55 continuará contando períodos de reloj. Si se recibe a su tiempo una orden de nueva instrucción (es decir, de escribir otro bloque), entonces cuando el recuento de períodos de reloj alcance un número preseleccionado, puede iniciarse la escritura del nuevo bloque. Ese número preseleccionado es equivalente al tiempo requerido para recorrer una longitud de IBG normal a la velocidad nominal. Si la orden de nueva instrucción no se recibe a tiempo para continuar la escritura, es entonces necesario un "enganche" hacia atrás. Se usará el contador 57 de tacómetro de enganche hacia atrás para volver a llegar a la misma línea de tacómetro después del enganche hacia atrás, siendo entonces el movimiento a máxima velocidad hacia adelante. Se preajusta entonces el recuento n de períodos de reloj en el contador 55 al número registrado en el registro 56. Los recuentos de

1 períodos de reloj se cuentan hasta que se alcance el número preseleccionado, en cuyo momento comenzará la escritura del nuevo bloque.

(g) Control de la Tensión

5 El aparato de acuerdo con el presente invento emplea el sistema de control de la tensión de bucle abierto digital descrito en la antes mencionada solicitud de patente afín; es decir, que se aplica un par de tensado a cada motor de carrete proporcional a los radios de cinta de los respectivos carretes 12, 13.

10 No obstante, sobre ese sistema de bucle abierto hay superpuesto un sistema de control de la tensión de bucle cerrado a fin de conseguir un control fino que imponga limitaciones más rigurosas a las desviaciones de la tensión. Este control más riguroso es necesario debido a que con altos regímenes de aceleración las variaciones en inercias y en par hacen que sea inadecuado el anterior sistema de bucle abierto.

15 Como se ha ilustrado, este sistema de bucle cerrado es analógico (aunque, si se prefiere, podría sustituirse por medios digitales de modo eficaz). Un transductor 38 de la tensión en el camino que sigue la cinta 14 mide la fuerza de tensión de la cinta por cualesquiera medios adecuado; por ejemplo, como se ha ilustrado este --

20 transductor comprende una polea loca 39 llevada por un brazo pivotado 40 y cargada por un resorte 41 a contacto con la cinta 14. La desviación de la polea 39 y por consiguiente del brazo 40 es convenientemente percibida, tal como por un transformador diferencial variable lineal --

25 (LVDT), no ilustrado, de manera conocida para los expertos

30

1 en la técnica, para proporcionar un valor Ten_{actual} de la
tensión real.

5 Como se ha ilustrado, el voltaje que representa
 Ten_{actual} se resta ahora, mediante el dispositivo 45 de
sumación, de un voltaje que representa una tensión desea-
da (de referencia) Ten_{ref} . Esto da por resultado una se-
ñal de error de la tensión: $Ten_{ref} - Ten_{actual}$, en la lí-
nea 46. Esta señal es hecha pasar a través de un filtro
47 (red de compensación de avance-retardo) para estabili-
10 dad. Esta señal filtrada se suma entonces diferencialmen-
te en amplificadores de potencia 48a, b, como se ha ilus-
trado.

RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO

15 Antes del arranque, se debe calcular la constan-
te de radio C_{10} . Esto se hace entrando primero manualmen-
te en un dispositivo 49 lógico de programa los valores de
 R_1 (radio del cubo del carrete 13) y de N (número total
de líneas finas en el tacómetro 17). Luego se cierra un
interruptor 49a y se excitan los motores 10, 11 de los ca-
20 rretes. Una vez completada la envoltura inicial de cinta
en el carrete 13, se calcula la constante C_{10} , si no es
previamente conocida; entonces el dispositivo 49b calcula
valores que son almacenadas en tablas 30-34.

25 Al ser transferida cinta desde el carrete 12 al
carrete 13, un recuento N_{12} de líneas de tacómetro fino
será dejado pasar discriminadamente de salida a la línea
21 al final de cada impulso simple desde el tacómetro 16
de un impulso simple por revolución, como se ha descrito
en la Sección (b) anterior.

30 El recuento de N_{12} líneas y la constante C_{10} de

1 radio se usan para obtener repetidamente un valor de n_{ref}
proporcional al recuento N_{12} variable que cambia con el
radio de la cinta en el carrete 12. Este valor de n_{ref}
se usa luego para asignar índices en las tablas ROM 31,
5 32, 33, 34 para obtener recuentos digitales correspondien-
tes a R_{12} , R_{13} , R_{f12} y R_{f13} , respectivamente.

El recuento n_{ref} se entra también en el conta-
dor 23 de error de período, el cual cuenta impulsos de re-
loj hasta que un impulso de tacómetro fino en la línea 18
10 da paso discriminado de salida al recuento de error de pe-
ríodo $(n - n_{ref})$ a la línea 25. Este recuento de error
de período es una medida del error de velocidad. Durante
la aceleración desde una condición de parada, el error de
velocidad será del 100% inicialmente; pero el recuento de
15 error de período $(n - n_{ref})$ será limitado por el limita-
dor 26 a e_{lim} , que es el 25% de n_{ref} . Se aplica una ace-
leración constante máxima preseleccionada hasta que la ve-
locidad de la cinta aumenta hasta un valor para el que el
error o velocidad es menor que el ilustrativo del 25%.

20 Después la corriente de aceleración se hace proporcional
al error de velocidad, el cual se reducirá en proporción
al recuento de error de período $n - n_{ref}$, haciéndose cero
cuando $n = n_{ref}$. Este recuento de error de período es
convertido por el conmutador 22 de modo condicionado por
25 velocidad, en un recuento de señal de error que es trans-
mitido a dos multiplicadores idénticos 50a, b que están
conectados para recibir las salidas R_f desde las tablas
ROM 33, 34. Los multiplicadores 50a, b multiplican el
recuento de señal de error por los factores de radio R_{f12}
30 y R_{f13} para los respectivos carretes 12, 13, para calcu-

1 lar los valores correspondientes de las corrientes de ace-
leración $I_{\text{accel } 12}$, $I_{\text{accel } 13}$.

5 Una sumadora 51a suma algebricamente los valores
de $I_{\text{accel } 12}$, $I_{\text{ten } 12}$ de la tabla 31 basados en el valor
5 R_{12} que entonces tiene el radio, y el de I_{drag} procedente
de un dispositivo 52 lógico de dirección. El dispositivo
52 recibe los impulsos de tacómetro fino de dos fases, y
proporciona una señal de salida positiva o negativa según
que los carretes 12, 13 estén girando en sentido a izquier-
10 das o en sentido a derechas, respectivamente. De una ma-
nera similar, la sumadora 51b suma los valores de I_{accel}
13, $I_{\text{ten } 13}$ de la tabla 32 con base en el radio existente
 R_{13} , y el de I_{drag} procedente del dispositivo 52.

15 Las salidas I_{m12} e I_{m13} de las sumadoras 51a, b
son manifestaciones digitales de corrientes apropiadas pa-
ra los motores para los carretes 12 y 13 respectivamente.
Estas manifestaciones digitales son convertidas por res-
pectivos convertidores de digital a analógico 53a, b en
señales analógicas, las cuales son alimentadas a través
20 de filtros 54a, b a respectivos amplificadores 48a, b. Es-
tos amplificadores reciben también señales analógicas fil-
tradas procedentes del dispositivo 45 de suma de tensión,
de la manera descrita en la Sección (g) para proporcionar
valores apropiados de corrientes de motor de carrete para
25 mantener constante el régimen de aceleración y la tensión
de la cinta de modo adaptable a medida que cambian los ra-
dios de los carretes.

30 Cuando se detiene la cinta para una operación
de leer o escribir, el conmutador de modo 22 es condicio-
nado para control de la posición como se ha descrito más

1 detalladamente en la Sección (e). El recuento de señal
de error representará entonces el error de posición tal
como es calculado por el contador 35 de error de posición
y limitado por el limitador 37. Este recuento de señal
5 de error se ha suministrado a los multiplicadores 50a, b;
tras lo cual las salidas I_{accel} , I_{ten} e I_{drag} serán suma-
das, convertidas, filtradas y amplificadas de la misma ma-
nera que durante el control de la velocidad, para contro-
lar las corrientes de motor para mantener la cinta evitan-
do que arrastre.

10 En resumen, debe también hacerse notar que, en
el aparato de acuerdo con el presente invento, el recuen-
to de referencia n_{ref} cambia adaptándose al cambio en el
radio del carrete, y se usa para mantener constante la ve-
15 locidad de la cinta en la cabeza; el régimen de acelera-
ción es mantenido constante independientemente de los va-
lores de los radios de los carretes; la masa de cinta en
el sistema puede calcularse (si no es conocida) usando so-
lamente un tacómetro fino de dos fases sobre un eje de ca-
20 rrete y un tacómetro de un solo impulso por revolución so-
bre el eje del otro carrete. En contraposición, el apa-
rato de acuerdo con la solicitud afín antes mencionada em-
pleaba un recuento de referencia que era constante, y se
empleaba un tacómetro fino en el camino de la cinta para
25 medir la velocidad real de la cinta en la cabeza de leer/
escribir, pero con el potencial para resbalamiento de la
cinta en el tacómetro y la subsiguiente pérdida de con-
trol con altos regímenes de aceleración.

30 Aunque el invento se ha ilustrado y descrito en
particular con referencia a una realización preferida del

1 mismo, comprenderán los expertos en la técnica que se pue-
den efectuar en el mismo diversos cambios en forma y en
detalles sin desviarse del espíritu, ni rebasar el alcan-
ce y los principios del invento. Por ejemplo, pueden ser
5 ventajosas diversas manipulaciones de las anteriores ecua-
ciones, dependiendo de que las relaciones sean realizadas
en tablas de memoria solo para leer (ROM), como aquí se
ha ilustrado, o bien mediante un microordenador, una uni-
dad lógica, etc. También puede encontrarse que sea suffi-
10 ciente una aproximación parabólica para las funciones de
raíz cuadrada. En consecuencia, el aparato y el método
aquí descritos deben considerarse simplemente como ilus-
trativos y el invento ha de entenderse limitado únicamen-
te tal como se especifica en las reivindicaciones.

1

REIVINDICACIONES

5

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

10

15

20

25

30

1ª.- Un aparato de transporte de cinta de carrete a carrete en que una longitud no amortiguada de cinta sigue un camino de longitud sustancialmente fija desde un carrete de suministro pasando por una cabeza de leer/escribir hasta un carrete tomador, y un motor acciona al carrete tomador y otro motor acciona el carrete de suministro para mantener el movimiento de cinta apropiado en la cabeza de leer/escribir, caracterizado por: medios de circuito para proporcionar un solo impulso de paso discriminado cada vez que uno de los carrete gira lo correspondiente a un ángulo preseleccionado relativamente grande; medios de circuito para proporcionar una pluralidad de impulsos, uno cada vez que el otro de los carretes gira lo correspondiente a otro ángulo que es sustancialmente menor que dicho ángulo preseleccionado; medios de contador para contar los números de dicha pluralidad de impulsos; medios sensibles al impulso único para dar paso discriminado de salida al recuento desde dichos medios de contador; y medios sensibles a cada uno de tales recuentos dejados pasar discriminadamente de salida para proporcionar corrientes a cada uno de dichos motores de una magnitud correspondiente a dicho recuento dejado pasar de salida discriminadamente, de acuerdo con un al-

1 - goritmo de servo predeterminado, para controlar la rota-
ción de dichos carretes, para proporcionar con ello cam-
bios continuos en las corrientes a medida que cambian
los radios de los carretes.

5 2ª.- Un aparato de transporte de cinta según
la reivindicación 1ª, en el que los medios últimamente
introducidos proporcionan cambios continuos en la acele-
ración del motor del carrete y en las corrientes de ten-
sión a medida que cambian los radios de los carretes; y
10 que incluye medios para proporcionar una corriente de re-
sistencia de arrastre a cada motor de magnitud preselec-
cionada pero de un sentido que varía de modo que compen-
se siempre el efecto de la fricción en el movimiento de
los carretes de cinta.

15 3ª.- Un aparato de transporte de cinta según
la reivindicación 1ª, que incluye medios que proporcio-
nan un valor digital de un recuento de referencia que es
proporcional a un valor particular del radio de dicho --
otro carrete; y en que dichos valores digitales de recuen-
20 tos de referencia se obtienen de medios sensibles no so-
lamente a dicho recuento dejado pasar de salida discrimi-
nadamente sino también a una constante de radio que está
asociada con el radio máximo de la cinta cuando está en-
vuelta sobre uno de dichos carretes.

25 4ª.- Un aparato de transporte de cinta según
la reivindicación 3ª, que incluye medios para limitar la
manifestación de un error de velocidad a un valor umbral
que es un tanto por ciento predeterminado de dicho recuen-
to de referencia para el cual la aceleración alcanza su
30 máximo, para hacer con ello mínimo el rebasamiento sin

1 -- retardar indebidamente la cinta en su proceso hasta alcanzar la velocidad deseada.

5 5ª.- Un aparato de transporte de cinta según la reivindicación 3ª, que incluye medios que almacenan los valores digitales que corresponden a magnitudes predeterminadas del radio de cada uno de dichos carretes para controlar corrientes de tensión para cada motor, y valores digitales que corresponden a valores predeterminados de un factor de radio por cada uno de dichos carretes para controlar las corrientes de aceleración para cada motor; siendo asignados índices a dichos medios de almacenamiento por dicho recuento de referencia para proporcionar salidas digitales usadas para calcular dichas corrientes de tensión y de aceleración.

10 6ª.- Un aparato de transporte de cinta según la reivindicación 1ª, en el que los medios últimamente presentados incluyen medios para calcular una constante de radio asociada al radio máximo de la cinta cuando está envuelta sobre solamente uno de los carretes.

15 7ª.- Un aparato de transporte de cinta según la reivindicación 6ª, en el que dichos medios de calcular calculan dicha constante de radio solamente una vez; es decir, al completarse una envoltura inicial de cinta sobre dicho carrete.

20 8ª.- Un aparato de transporte de cinta según la reivindicación 2ª, que incluye medios de percepción de la tensión que comprenden: un dispositivo de percepción que incluye medios que hacen contacto con dicha longitud no amortiguada de cinta a lo largo de dicho camino para proporcionar señales analógicas indicadoras de variacio-

30

1 nes en la tensión de la cinta con respecto a un valor de
referencia; y un sistema de servo sensible a dichas seña-
les analógicas para modificar dichas corrientes para cada
motor en consecuencia.

5 91.- Un aparato de transporte de cinta según
la reivindicación 1ª, en el que cada uno de dichos medios
de circuito comprende un tacómetro, siendo uno de dichos
tacómetros del tipo de dos fascs para indicar el sentido
de movimiento de la cinta y hacer que sea aplicada una co-
10 rriente apropiada a cada motor para compensar la resisten-
cia de arrastre.

101.- "UN APARATO DE TRANSPORTE DE CINTA DE
CARRETE A CARRETE".

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con
los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintiocho hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

Madrid, 26. MAY 1978

20

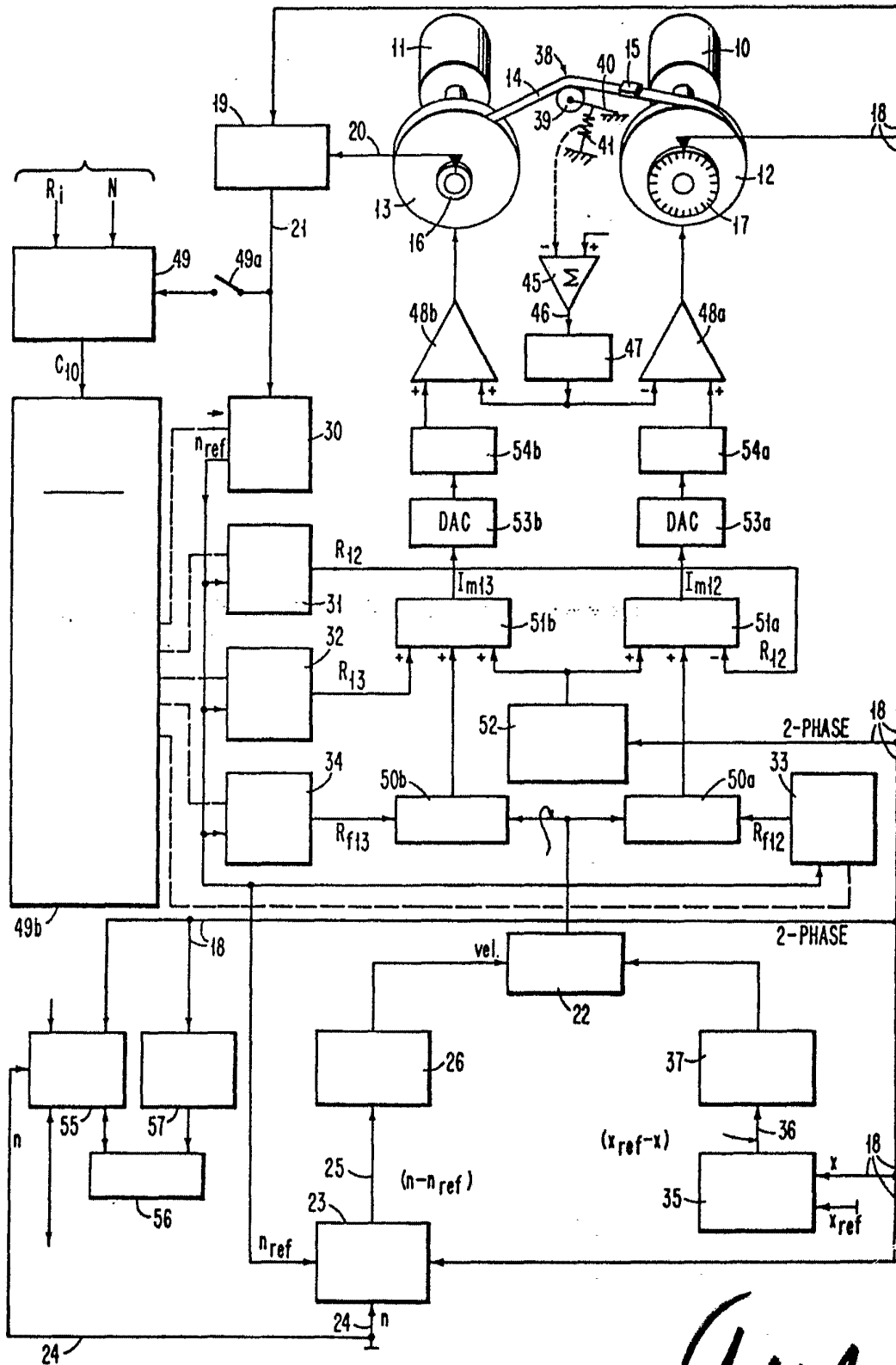
P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder



JAG.

19058



Alberto Le Fabiano
For Feat.