(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 107 949**

(21) Número de solicitud: 9500548

(51) Int. Cl.[6]: H02M 3/335

H02M 3/338

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación: **17.03.95**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.97**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.12.97**

(71) Solicitante/s: **Telefónica de España, S.A.**
Gran Vía, 28
28013 Madrid, ES

(72) Inventor/es: **De la Torre Vega, Luis**

(74) Agente: **Gómez Múgica, Luis Antonio**

(54) Título: **Circuito convertidor de alimentación.**

(57) Resumen:
Circuito convertidor de alimentación, consiste en un convertidor DC/DC aislado, controlado por modulación de anchura de impulsos (PWM), en modo corriente y con topología doble-directo en contrafase, con duplicación de inductores de almacenamiento de energía y desmagnetización resonante de los núcleos de los transformadores, permitiendo mantener un funcionamiento adecuado en una frecuencia de conmutación muy alta, utilizando componentes de altura reducida en tamaño pequeño y funcionando a frecuencia de conmutación fija, manteniendo los armónicos generados fuera de la banda en la que es sensible la circuitería analógica del resto de la placa, proporcionando tres tensiones diferentes de alimentación, aisladas de la entrada aunque no entre sí, constituidas como una principal y dos auxiliares.

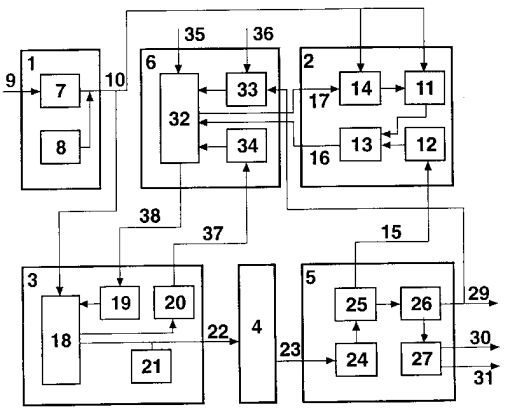


FIG. 1

ES 2 107 949 A1

DESCRIPCION

Circuito convertidor de alimentación.

Objeto de la invención

La presente memoria descriptiva se refiere a una patente de invención relativa a un circuito convertidor de alimentación, cuya finalidad es la de permitir su incorporación a las diferentes placas de un equipo telefónico dotado de alimentación distribuida y alimentado a partir de la tensión de las baterías de entrada, concretamente en equipos alimentados por baterías de 45 voltios, que presentan una alimentación distribuida y que dado el pequeño espacio disponible en sus placas, necesitan una alta potencia de entrega por unidad de volumen.

Campo de la invención

Esta invención tiene su aplicación dentro de la industria de las telecomunicaciones.

Antecedentes de la invención

Actualmente existen equipos en el mercado como algunas centrales de conmutación de paquetes, que están alimentados de forma ininterrumpida por baterías de 48 voltios.

En muchos de estos equipos, la alimentación del sistema es distribuida, en el sentido de que cada elemento incorpora su propia fuente de alimentación, existiendo un módulo en cada una de las placas del equipo, cuya misión es la conversión de la tensión de batería a las tensiones con que se alimentan dichas placas.

De forma general, estas placas suelen requerir dos tipos de alimentación. A saber:

- Una tensión de alimentación para la circuitería digital.

- Dos tensiones, positiva y negativa, para la circuitería analógica y funciones auxiliares.

La mayoría de la potencia es requerida por la alimentación de la lógica, mientras que el resto de la potencia consumida es muy variable.

El espacio disponible en cada una de las placas es muy reducido, mientras que los requerimientos de potencia de cada placa varían dentro de márgenes bastante amplios, existiendo placas de consumo sustancialmente alto.

Se tiene conocimiento de la existencia de infinidad de convertidores de tensión, alguno de los cuales poseen varias salidas de características similares a las requeridas, pero ninguno de ellos tiene la capacidad de alimentar las placas de mayor consumo y a la vez permitir su montaje dentro del espacio disponible, generalmente muy reducido.

Esto implica que aquellos equipos que contienen placas con consumos elevados de potencia, no pueden disponer de una alimentación del tipo distribuido.

Para satisfacer este requisito señalado anteriormente, es necesario disponer de un convertidor que tenga una alta densidad de potencia por unidad de volumen, con unas pérdidas de potencia disipada en forma de calor muy limitadas y consecuentemente un rendimiento considerablemente mayor que el de los convertidores convencionales de características similares.

Por parte del solicitante, no conoce actualmente ninguna solución técnica que derive en un convertidor que cubra las necesidades de alimentación de aquellas placas de gran consumo y potencia de un sistema de alimentación distribuida, decantándose como solución idónea el hecho de disponer de un convertidor que esté caracterizado por una alta potencia de salida, realización en un volumen reducido y muy alta eficiencia de conversión.

Sin embargo, hasta el momento no se tiene conocimiento de la existencia de una invención que esté dotada de las características señaladas como idóneas.

Descripción de la invención

El circuito convertidor de alimentación que la invención propone, constituye por si sólo una evidente solución a la problemática existente en la actualidad en esta materia, ya que a partir del mismo se logra disponer de un circuito que permite su incorporación a las diferentes placas de un equipo dotado de alimentación distribuida y alimentado a partir de la tensión de las baterías de entrada, cubriendo las necesidades de alimentación de aquellas placas de gran consumo de potencia.

De forma más concreta el circuito convertidor de alimentación objeto de la invención, se configura como un convertidor DC/DC aislado, controlado por modulación de anchura de impulsos (PWM), en modo corriente y con topología doble-directo (forward) en contrafase con duplicación de inductores de almacenamiento de energía y desmagnetización resonante de los núcleos de los transformadores.

Esta especial configuración permite mantener una eficiencia muy elevada a pesar del funcionamiento a una frecuencia de conmutación muy alta.

Esta frecuencia de conmutación alta es fundamental para permitir la utilización de componentes de altura reducida, necesarias para conseguir un tamaño pequeño y consecuentemente la alta densidad de potencia requerida.

Cabe señalar que el convertidor funciona a frecuencia de conmutación fija, lo que resulta importante para mantener en cualquier circunstancia los armónicos generados, fuera de la banda en la que es sensible la circuitería analógica del resto de la placa.

Este circuito proporciona tres tensiones diferentes de alimentación, aisladas de la entrada aunque no entre sí, una principal y dos auxiliares.

La principal es aquella por la que se suministra la mayor parte de la potencia y es la única que está regulada.

Las dos auxiliares son de signos opuestos y la regulación, tanto con carga como cruzada con la salida principal,permite que su tensión esté dentro de los márgenes especificados.

La carga en las dos salidas auxiliares no tienen que ser de tipo compensado.

El convertidor cuenta con la posibilidad de desconexión remota por medio de un pin accesible exteriormente, así como de regulación de las tensiones de salida dentro de cierto margen para favorecer ciertas aplicaciones.

El circuito dispone de protección contra cortocircuitos en cualquiera de las dos salidas.

También la invención está dotada de arranque

suave para que la carga de los condensadores de salida no provoque un pico de corriente muy alto en la entrada.

El convertidor tiene retardo de arranque, de forma que al aplicar tensión de entrada todo un sistema que contenga muchos convertidores, éstos arrancan con un retardo que no es exactamente igual para todos ellos, de forma que se atenúa mucho el pico de corriente en la entrada.

Además, se le ha dotado de un cierto grado de inmunidad frente a caídas de tensión de alimentación de entrada.

Al margen de tensiones de entrada es relativamente amplio, sin pérdida de prestaciones en los extremos de este margen.

El circuito convertidor de alimentación está constituido por los siguientes bloques. A saber:

- Filtro de entrada, que se configura como un filtro de gran atenuación para evitar la emisión de interferencia electromagnética (EMI) conducida.

Cuenta con una red de amortiguamiento necesaria para evitar oscilaciones en primario, causadas por el alto factor de calidad del filtro, junto con la resistencia incremental negativa que se asocia a la entrada de los convertidores de eficiencia constante con la tensión de entrada.

- Circuitería de alimentación y arranque, que tiene como función la de alimentar al bloque de control, incluso en ausencia de funcionamiento del convertidor, con el objeto de permitir su arranque.

Consta de un regulador de entrada para alimentar al controlador durante la fase de arranque y un rectificador para alimentarlo durante el funcionamiento normal del convertidor, reduciendo el consumo de energía.

También se ha dispuesto un temporizador que permite el bloqueo del regulador de entrada poco tiempo después de establecerse las alimentaciones internas del bloque de control, lo cual es conveniente ya que en funcionamiento normal dicho bloque puede alimentarse a través del rectificador.

Este temporizador permite implementar las funciones de arranque retardado, parada del convertidor en caso de funcionamiento normal al cabo de un tiempo prefijado (por ejemplo en caso de un cortocircuito) e intentos sucesivos de rearranque al cabo de otro tiempo prefijado y considerablemente mayor.

De esta manera se consigue que la sobrecarga de los componentes sea mínima en caso de funcionamiento anómalo o cortocircuito.

- Circuitería de primario, que tiene como parte más importante un par de conmutadores del convertidor doble directo en contrafase.

Los conmutadores son MOSFET de canal "N" de baja resistencia de conducción y protegidos frente a sobretensiones.

Se excitan por medio de unos drivers con el objeto de optimizar los tiempos de conmutación.

En la circuitería de primario también se incluyen los circuitos que permiten la desmagnetización resonante de los transformadores.

Finalmente, también se incluye en este bloque un único transformador de corriente para sensar la corriente que circula por ambos conmutadores junto con un circuito conformador de dicha señal, para los dos sub-convertidores.

- Transformadores, los cuales se han optimizado para funcionar a frecuencias muy elevadas manteniendo un alto rendimiento.

La topología permite que el valor eficaz de la corriente que circula por cualquiera de sus terminales sea bastante reducido, reduciendo pérdidas y simplificando la realización del, convertidor.

Al ser el convertidor doble hay dos transformadores.

- Circuitería de secundario, la cual consta de diodos, inductores de almacenamiento de energía, condensadores de filtrado de salida y protecciones.

Los diodos son rectificadores y cumplen las funciones habituales de los dos convertidores directos.

Los inductores de almacenamiento de energía son dos por cada uno de los convertidores directos en contrafase. Cada uno de ellos tiene devanados múltiples acoplados, con objeto de obtener las diferentes tensiones de salida con la mejor regulación cruzada posible.

Los condensadores de filtrado de salida, debido a la conformación de las formas de onda corriente, así como el hecho de funcionar en contrafase hacen que se requiera una mínima capacidad de salida para obtener una tensión de rizado reducida.

Sobre las protecciones, debe indicarse que las salidas auxiliares disponen de protecciones paralelo contra sobretensión, para el caso de que éstas queden en circuito abierto, no necesitando la salida principal de esta protección, ya que la regulación se realiza sobre esta salida.

- Circuitería de control, la cual se trata de un circuito controlador de anchura de impulso (PWM) de doble canal, que incluye las funciones de protección contra circuito y arranque suave.

Se caracteriza por su bajo consumo, alta frecuencia de conmutación, comparadores de modo corriente y amplificadores de error de alta velocidad y reducido número de componentes externos.

Contiene otros bloques auxiliares, como son la parte del secundario de la alimentación, que contiene un optoacoplador para aislar la parte del primario de la del secundario y el conformador de la forma de onda del sensado de corriente.

Este último bloque resulta necesario cuando cada subconvertidor funciona a un ciclo útil próximo al 50%, ya que en este caso los pulsos de corriente del único transformador d e sensado de corriente tienen un ciclo útil cercano al 100% y el final del pulso de corriente que circula por un canal del convertidor dispara prematuramente el comparador de corriente del canal complementario, dando lugar a un funcionamiento inestable en el margen inferior de tensiones de entrada.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, una hoja de planos, en la cual con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La figura única.- Muestra un diagrama de bloques del circuito convertidor de alimentación objeto de la invención, en la que se han indicado las

señales y componentes fundamentales del circuito en cuestión.

Realización preferente de la invención

A la vista de esta figura única, puede observarse como el circuito convertidor de alimentación que se preconiza está constituido a partir de la tensión de entrada de 48 voltios, tres diferentes tensiones de salida de +5V, +12V y -12V, aisladas de la entrada aunque no entre sí.

En la figura única, puede observarse como la invención dispone de un bloque filtro de entrada (1), la circuitería de alimentación y arranque (2), la circuitería de primario (3), los transformadores (4) la circuitería de secundario (5) y la circuitería de control (6).

El bloque filtro de entrada (1), se compone de un filtro propiamente dicho (7) y de la red RC de amortiguamiento del filtro (8).

Con (9) se ha referenciado al señal de entrada del filtro (7), la cual se conecta a la batería de -48V, mientras que la señal de salida (10) alimenta tanto a la circuitería de primario (3) como a la circuitería de alimentación y arranque (2), que a su vez alimenta a la circuitería de control (6) mediante la señal (16).

La circuitería de alimentación y arranque (2), obtiene una salida (16) para la alimentación de la circuitería de control (6), bien sea a partir de la salida (10) del bloque filtro (1), o bien en el caso más normal de funcionamiento, a partir de una salida auxiliar (15) de la circuitería de secundario (5).

En el primer caso, hay que regular la tensión con un regulador de tensión (11), que se conecta o desconecta desde el temporizador de arranque (14).

En el segundo caso, al tensión de alimentación procede del rectificador (12).

El temporizador (14) conecta el regulador de tensión (11) al cabo de un retardo de unos 40 ms a partir del establecimiento de la alimentación de entrada (10) y lo desconecta 5 ms después de que se establezcan las tensiones de alimentación de la circuitería de control (6) y en concreto la tensión de referencia (17) del modulador de anchura del impulso.

En caso de funcionamiento normal, el circuito se seguirá alimentando a través de la circuitería de secundario (5) y el regulador (11) permanece desconectado.

En caso de funcionamiento anómalo, por ejemplo en caso de cortocircuito, no hay tensión suficiente en la salida (15), para el rectificador, lo que provoca la parada de la fuente y por tanto la caída de la tensión de referencia (17).

A partir de ese momento, el temporizador (14) espera unos 200 ms y vuelve a activar el regulador (11) para intentar el rearranque del convertidor.

El conmutador (13) selecciona cual es la entrada de alimentación más adecuada entre las señales (11) y (12).

El ciclo se repite de forma indefinida a menos que desaparezca la anomalía, en cuyo caso el convertidor vuelve a alimentarse a través de la Circuitería de secundario (5), mediante la salida (15).

La circuitería de primario (3) contiene fundamentalmente los dos MOSFET conmutadores (18).

También contiene la circuitería necesaria para realizar la desmagnetización de los transformadores (21), los drivers (19) para los dos MOSFET (18) y un único transformador de corriente (20) para enviar información a la circuitería de control (16).

Las señales (22) procedentes de los MOSFET conmutadores (18) pasan a los dos transformadores (4) que funcionan en contrafase,

Sus salidas (23) se rectifican mediante los diodos Schottky de baja calda de tensión (24) y pasan a los dos inductores de almacenamiento de energía (25).

Uno de ellos tiene una salida auxiliar aislada de secundario que sirve para alimentar la fuente de alimentación.

El resto de salidas va a los condensadores de filtrado (26).

En este punto se ponen en paralelo las dos salidas de 5 voltios de este convertidor doble directo y contrafase, formando la salida principal (29) de 5 voltios.

Las salidas de 12V, pasan por las protecciones paralelo contra sobretensión (27) y salen al exterior por (30) y (31).

El bloque de control (6) contiene fundamentalmente un controlador de anchura de impulso de doble canal (32).

La salida principal (29) del convertidor se utiliza para su regulación a través de los componentes del bucle de realimentación (33), aislado mediante optoacoplador.

Los pulsos de corriente (37) procedentes del transformador de corriente (20) son conformados mediante el conformador de sensado de corriente (34), de modo que el convertidor resulta estable a ciclos útiles próximos al 50% como se ha explicado anteriormente.

Actuando sobre el bucle de realimentación por el pin de ajuste (36), se puede variar la tensión de salida dentro de un margen reducido.

Por otra parte existe un pin (35) que actúa directamente sobre el controlador de anchura de impulsos y que permite parar el convertidor.

El convertidor puede suministrar una potencia elevada de salida (60 watios) y permitir una implementación en un reducido tamaño, gracias a la elevada frecuencia de conmutación.

La tipología utilizada, así como la elección de los componentes utilizados y su modo de funcionamiento, permiten que el convertidor suministre esta potencia con una eficiencia de conversión muy elevada, constatada como superior al 88% a plena carga, lo que es necesario para reducir las pérdidas de conversión y permitir su funcionamiento para cualquier condición de carga sin necesidad de añadir un disipador.

En síntesis, el circuito convertidor de alimentación, consta de una arquitectura característica que consiste básicamente en:

- Dos sub-convertidores basados en conmutadores MOSFET (18), por lo que el convertidor es denominado doble.
- Un temporizador de rearranque (14).
- Un único transformador de corriente (20).
- La circuitería de conformado de corriente (34).

- La circuitería de desmagnetización (21) de los transformadores.
- Dos transformadores (4), cada uno conectado a un conmutador MOSFET (18).
- Dos inductores de almacenamiento de energía (25).

Debe tenerse en cuenta que en un convertidor, la arquitectura física se encuentra íntimamente ligada al método de funcionamiento.

Cada uno de los elementos indicados anteriormente, es conocido individualmente, pero en cambio, dicho conjunto de elementos no se conoce en una utilización de forma conjunta.

Esto es debido, a que en el método de funcionamiento utilizado en los convertidores comerciales, es mucho más eficaz usar dos transformadores de corriente (uno para cada convertidor) en vez de uno solo, con lo que además no se utiliza el conformado de corriente.

La desmagnetización de los núcleos de los transformadores, se consiguen normalmente con un devanado auxiliar o bobina, y no mediante resonancia, y asimismo, por economía se suele usar solo un inductor de almacenamiento de energía.

Sin embargo, este conjunto de elementos, con un sistema de funcionamiento diferente al usual, permite un rendimiento desconocido hasta el momento.

Así, este conjunto de elementos debe ser integrado de tal manera que se cumplan los siguientes condicionantes:

- El convertidor debe ser del tipo doble-directo (forward) y trabajar en contrafase.
- Se debe conformar la señal de salida del único transformador de corriente.
- La desmagnetización de los núcleos de los transformadores se debe realizar mediante resonancia.
- Se deben emplear dos inductores de almacenamiento de energía.

Todo ello, junto con una frecuencia de conmutación alta y fija.

Esto permite unas pérdidas muy pequeñas, por lo tanto una eficiencia de funcionamiento muy alta, y como consecuencia un tamaño pequeño con una entrega de potencia alta, pudiéndose utilizar en tarjetas de gran consumo, lo que no es posible con los convertidores comerciales.

Además, la utilización de un temporizador para rearranque de la circuitería en caso de funcionamiento anómalo, también es novedoso, ya que en los convertidores convencionales no se emplea la temporización para decidir las vías alternativas para la alimentación.

En base a estas características se sintetiza que la invención está definida como una topología de doble convertidor directo en contrafase, con duplicación de inductores de almacenamiento de energía y desmagnetización resonante de los núcleos de los transformadores, disponiendo de un único transformador de corriente, junto con un circuito conformador de dicha señal, incorporando un temporizador para rearranque en caso de funcionamiento anómalo, y todo ello con una frecuencia de conmutación muy alta y fija.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan.

Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación siempre y cuando ello no suponga una alteración a la esencialidad del invento.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre con carácter amplio y no limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Circuito convertidor de alimentación, de los constituidos con una salida principal y el resto de las salidas de baja intensidad, aisladas de la entrada, y reguladas, comprendiendo un bloque de filtro de entrada (1), una circuitería de primario (2), una circuitería de secundario (5), un bloque de transformadores (4), una circuitería de alimentación y arranque (2) y una circuitería de control (6), **caracterizado** porque la circuitería de primario (3) contiene dos sub-convertidores basados en conmutadores MOSFET (18), con topología doble-directo, funcionando en contrafase y una circuitería (21) de desmagnetización resonante de los transformadores (4), incorporando además en la circuitería de secundario dos inductores (25) de almacenamiento de energía (uno por cada sub-convertidor), contando uno de ellos con una salida auxiliar (15) aislada de secundario, que sirve para alimentar la fuente de alimentación.

2. Circuito convertidor de alimentación, según la primera reivindicación, **caracterizado** por la utilización de un único transformador de corriente (20) para ambos sub-convertidores basados en MOSFET (18), cuya señal de salida (37) es conformada mediante un conformador (34) de sensado de corriente.

3. Circuito convertidor de alimentación, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por estar dotado de un temporizador (14), que conecta el regulador de tensión (11) al cabo de cierto retardo a partir del establecimiento de la alimentación de entrada (10), desconectándolo un período de tiempo después de que se establezcan las tensiones de alimentación de la circuitería de control (6), y en concreto la tensión de referencia (17) del modulador de anchura del impulso, alimentándose el circuito en funcionamiento normal a través de la circuitería de secundario (5), y activándose mediante dicho temporizador en caso de funcionamiento anómalo el regulador (11) para rearranque del convertidor.

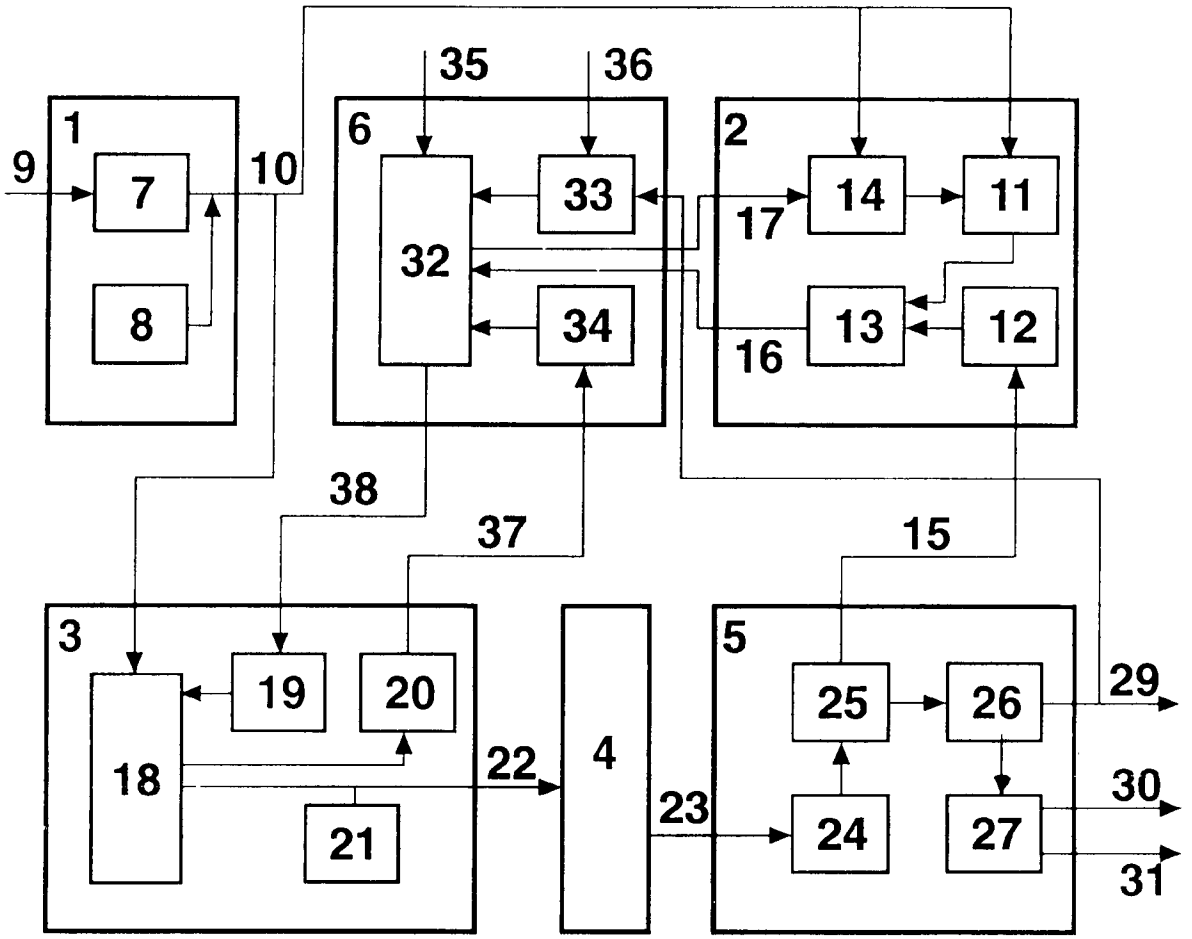

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

FIG. 1

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 107 949

(21) N.° solicitud: 9500548

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **17.03.95**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.**[6]**:** H02M 3/335, 3/338

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP-178343-A (HONEYWELL INFORMATION SYSTEMS ITALIA) 23.04.86 * Páginas 1,3,7,9,17 *	1,3
A	ES-2068213-A (RCA THOMSON LICENSING CORPORATION) 13.09.89 * Reivindicación 1, líneas 21-30 *	1,2
A	ES-2054973-A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 03.04.91 * Reivindicación 1 *	1,3
A	US-4975820-A (TAMAS S. SZEPESI) 04.12.90 * Figura 9; columna 8, línea 66 - columna 9, línea 6 *	1
A	EP-584656-A (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 02.03.94 * Columnas 5-8 *	1
A	ES-2081568-A (AT&T CORP.) 23.12.92 * Reivindicaciones 1,2; figura 4 *	1
A	EP-589263-A (MOULINEX S.A.) 30.03.94 * Columna 2, líneas 10-32 *	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

[×] para todas las reivindicaciones

[ ] para las reivindicaciones n°:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	Página
31.10.97	S. Fernández Díez-Picazo	1/1