

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 328 657**

② Número de solicitud: 200801393

⑤ Int. Cl.:
H04L 27/06 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **14.05.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2009**

Fecha de la concesión: **15.06.2010**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **25.06.2010**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
25.06.2010

⑰ Titular/es: **FARSENS, S.L.**
Parque Tecnológico de San Sebastián
Paseo Mikeletegi, 48
20009 San Sebastián, Guipúzcoa, ES

⑱ Inventor/es: **Vaz Serrano, Alexander;**
Berenguer Pérez, Roc;
Pardo Sánchez, Daniel;
Mendizabal Samper, Jaizki;
Zalbide Aguirrezabalaga, Ibon y
Mayordomo Lastra, Iker

⑳ Agente: **Arias Sanz, Juan**

㉔ Título: **Demodulador de bajo consumo.**

㉖ Resumen:

Demodulador de bajo consumo, formado por un circuito que comprende un multiplicador de tensión (1) que eleva la tensión de entrada, un limitador de tensión (2) que evita que la tensión sobrepase un nivel determinado, una fuente de corriente (3) que acondiciona la señal tratada, un filtro paso bajo (4) que estabiliza la señal, y un comparador (5) que proporciona la señal de salida en función de dos señales procedentes del conjunto anterior, de las cuales una se toma como referencia para adaptar la señal tratada.

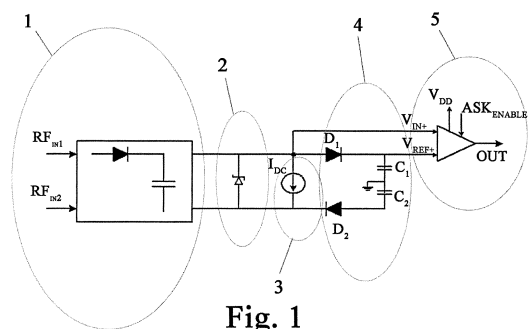


Fig. 1

ES 2 328 657 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Demodulador de bajo consumo.

5 Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con los circuitos demoduladores, proponiendo un demodulador que por su bajo consumo puede ser utilizado ventajosamente en dispositivos inalámbricos.

10 Estado de la técnica

Un demodulador es un dispositivo encargado de descifrar el mensaje que se recibe en los transceptores con comunicación a distancia.

15 La demodulación que hay que hacer en una señal puede ser de diferentes tipos, dependiendo de la modulación con la que se recibe dicha señal. En función de esta clasificación, podemos encontrar demoduladores con diferentes designaciones: ASK, BPSK, QPSK, PWM, etc.

20 En el mercado actual existen demoduladores basados en la modulación en amplitud, como pueden ser los del tipo ASK o PWM.

Dentro de la variedad de demoduladores en amplitud destacan los demoduladores tipo ASK, (como puede ser un tag RFID pasivo), los cuales presentan el inconveniente de que su consumo es excesivamente alto para ciertas aplicaciones.

Se ha observado que el consumo energético de los circuitos integrados es un factor crítico de diseño para ciertas aplicaciones, tales como las inalámbricas.

30 Este hecho supone una seria desventaja debido al acortamiento de la vida de su batería o de las menores distancias de comunicación alcanzadas por estos dispositivos.

Por todo lo mencionado anteriormente, existe una necesidad de demoduladores de bajo consumo para poder ser usados en aplicaciones inalámbricas.

35

Objeto de la invención

40 De acuerdo con la siguiente invención se propone un demodulador de bajo consumo del tipo ASK, que es robusto frente al ruido proveniente de la señal de entrada, así como frente a variaciones con un alto rango dinámico en la potencia de entrada, y frente a las dispersiones de proceso.

El demodulador objeto de la invención consiste en un circuito que consta de: un multiplicador de tensión diferencial, de topología Greinacher; un limitador de tensión a la salida del multiplicador; una fuente de corriente; un filtro paso bajo, el cual está compuesto por un par de diodos y un par de capacidades; y un comparador.

La entrada del circuito puede ser tanto una entrada diferencial, como una entrada de tipo single-ended. La forma de conseguir esta última es eliminando la simetría de su arquitectura y conectando el eje de simetría a tierra.

50 El multiplicador de tensión, es un circuito detector de envolvente, que es capaz de elevar la tensión de la señal de entrada a un nivel determinado para que su comparación sea realizable. Como su aplicación directa reside en los circuitos integrados, la topología más usada es la topología modificada Dickson (si el circuito es *single-ended*) o la topología Greinacher (si el circuito es de entrada diferencial).

55 El multiplicador de tensión debe tener las etapas suficientes como para asegurar un voltaje mínimo a su salida. Por otro lado, el multiplicador de tensión no puede presentar una impedancia muy capacitiva, pues se requiere detectar la modulación en amplitud y una impedancia muy capacitiva minimiza el efecto de la modulación en amplitud, pues la constante de tiempo a la salida del multiplicador es mayor ($\tau_1=RC$) y por tanto el valor I_{DC} de la fuente de corriente deberá de ser mayor para descargar la energía almacenada en dicha capacidad. Esto supone un mayor consumo y una
60 disminución en el rango dinámico, que no es aconsejable. Por tanto, existe un compromiso entre la tensión que se quiere alcanzar a la salida del multiplicador de tensión y el consumo del demodulador.

En el conjunto funcional es necesario incluir un limitador de tensión, ya que el rango dinámico del circuito debe ser muy amplio. La problemática existente radica en que cuando haya mucha tensión a la entrada del circuito, la tensión existente a la salida del multiplicador de tensión puede ser tan grande que puede llegar a destruir los circuitos que se conecten después.

65

ES 2 328 657 B1

Por otro lado, este limitador no debe de consumir hasta que no sobrepase un límite. De este modo, si la potencia de entrada es muy reducida, el limitador no consumirá y el demodulador podrá demodular la señal correctamente, ampliando el rango dinámico del circuito. En resumen, es aconsejable utilizar un limitador con dos estados: estado 1- consumo nulo; estado 2- consumo alto.

Al presentar el circuito una carga capacitiva, cuando la amplitud de la señal varíe, la capacidad hace que esa variación se atenúe. Por ello, para detectar esa variación de amplitud, es necesario colocar una fuente de corriente antes de la detección. La fuente de corriente tiene que consumir lo mínimo necesario para asegurar una buena detección de modulación, sin perjudicar el consumo del resto del circuito.

La detección se consigue comparando dos señales: la primera señal es la existente antes del filtrado (V_{IN+}), y la otra es la que resulta una vez filtrada la señal (V_{REF+}). De esta forma se consigue una comparación relativa al nivel de potencia existente a la entrada, por lo que se amplía el rango dinámico. Además, este método hace que la sensibilidad a la modulación en amplitud sea muy buena, pues es una comparación ajustada entre dos señales relativas.

El filtrado se realiza mediante dos diodos y dos capacidades. Los diodos sustituyen a las resistencias que usualmente se emplean en los filtros paso bajo. Estos diodos presentan una resistencia muy baja para la carga de los condensadores, lo que es deseable; y, en cambio, una resistencia muy alta para su descarga, por lo que la constante de tiempo es mayor ($\tau_2=RC$). De esta manera, se consigue una señal prácticamente invariable a un nivel de tensión relativo de la señal de salida del multiplicador de tensión. Es decir, que si la señal (V_{IN+}) varía bruscamente, la señal (V_{REF+}) permanece prácticamente invariable. Por ello, esta última señal es la que se toma como referencia en el comparador.

Además, con la caída de tensión en los diodos se debe asegurar que el rizado existente a la salida del multiplicador, sobre todo en casos en que la potencia de entrada es muy elevada, no afecte a la demodulación.

El comparador es un circuito simple y sensible a las dos señales (V_{IN+}) y (V_{REF+}). El comparador tiene dos etapas para que sea sensible y además, al añadir un diodo en la segunda etapa, resulta más robusto frente a las dispersiones de proceso, pues las desviaciones se compensan. Para que el comparador sólo consuma en los momentos que es necesario, se han incluido dos inversores en su entrada de alimentación, gobernados por una señal (ASK_enable).

Descripción de las figuras

La Figura 1 representa la arquitectura general de un circuito demodulador acorde con la presente invención.

La Figura 2 representa la arquitectura del comparador del circuito demodulador.

La Figura 3 muestra las señales (R_{FIN}), (V_{IN+}) y (V_{REF+}) para dos niveles de potencia de entrada distintos, siendo (P_{IN1}) mayor que (P_{IN2}).

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 representa el diagrama de bloques del circuito demodulador objeto de la invención, donde el bloque (1) es un multiplicador de tensión, necesario para elevar la tensión de la señal de entrada, que se muestra usualmente baja, y poder así detectarla.

Sin embargo, la señal de entrada puede tener también un valor elevado, y en este caso el multiplicador de tensión sigue elevando la señal de entrada, llegando incluso a poder alcanzar un nivel de tensión que puede dañar los circuitos acoplados posteriormente. Por esta razón se coloca un limitador de tensión, que podemos denominar bloque (2).

En paralelo al limitador, también se incluye una fuente de corriente, denominada bloque (3). Esta fuente de corriente se encarga de que la señal (V_{IN+}) varíe con rapidez cuando las señales (R_{FIN1}) y (R_{FIN2}) se modulen en amplitud.

El conjunto (D1-D2 y C1-C2), que se denomina bloque (4), realiza la función de un filtro paso bajo. Se han implantado diodos en vez de resistencias para forzar que la corriente circule en un único sentido, consiguiendo así que las capacidades no se descarguen y por tanto, la señal (V_{REF+}) sea más estable.

Finalmente, las señales (V_{REF+}) y (V_{IN+}) se comparan en un comparador, denominado como bloque (5), el cual se representa desarrollado de una forma ampliada en la Figura 2.

En dicho comparador los transistores (M6-M9) funcionan como dos inversores en cascada que habilitan el comparador para que únicamente se active cuando la señal (ASK_enable) se active. El motivo de este desarrollo es para que el circuito ASK sólo consuma cuando sea necesario.

Los transistores (M1-M4) forman un amplificador diferencial con carga activa, de manera que trabajan como comparador. Al ser la corriente (I_{DC1}) constante, cuando la tensión (V_{REF+}) sea mayor que (V_{IN+}), las corrientes que pasan por cada rama del amplificador se descompensan, pasando más corriente por los transistores (M2) y (M4). De esta manera, la tensión en la puerta del transistor (M5) es suficientemente alta como para activar la segunda rama del amplificador compuesta por el diodo (D1), el transistor (M5) y la fuente de corriente (I_{DC2}). La inclusión del diodo

ES 2 328 657 B1

(D1) hace que el comparador sea robusto frente a las dispersiones en el proceso de fabricación. Esto es debido a que estas dispersiones se compensan entre los distintos transistores y diodos. Por otro lado, al incluir un diodo entre (V_{DD2}) y el transistor (M5), la tensión en la puerta de dicho transistor deberá de ser algo menor para activarse y, por tanto, no depender tanto de las variaciones de la tensión umbral de los transistores. Finalmente, se incluye el buffer (B1) para obtener en la salida (OUT) una señal demodulada limpia para que la parte digital la detecte sin problemas.

La Figura 3 muestra las distintas señales del circuito para dos niveles de potencia de entrada distintos. En la primera gráfica se muestra la señal de radiofrecuencia modulada (RF_{IN}). Esta señal, en la salida del multiplicador (1) se convierte en la señal (V_{IN+}), que es una señal envolvente de radiofrecuencia, aunque con un ligero retraso debido a la impedancia capacitiva del multiplicador (1). Al filtrar esta señal, se obtiene la señal (V_{REF+}), que, como se muestra en la figura, permanece prácticamente constante aunque la señal (V_{IN+}) disminuya. Estas dos señales, (V_{IN+}) y (V_{REF+}), se comparan, de forma que cuando (V_{IN+}) sea menor que (V_{REF+}), el comparador (5) activa su señal de salida.

En la misma gráfica se muestran las señales para dos niveles distintos de potencia de entrada. Se ve cómo, aunque las potencias de entrada son distintas, el funcionamiento es el mismo, pues se comparan las dos señales (V_{IN+}) y (V_{REF+}), que son relativas al nivel de potencia de la entrada.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Demodulador de bajo consumo, del tipo destinado para dispositivos inalámbricos, **caracterizado** porque consta de un circuito que incluye un multiplicador de tensión (1) para elevar la tensión de entrada, un limitador de tensión (2) para evitar que la elevación de la tensión sobrepase un nivel determinado, una fuente de corriente (3) para acondicionar la señal que se trata, un filtro paso bajo (4) para estabilizar la señal, y un comparador (5) que proporciona la señal de salida en función de dos señales procedentes del conjunto anterior, de las que una de ellas (V_{REF+}) procedente del filtro paso bajo (4) se toma como referencia para adaptar la otra señal (V_{IN+}) que procede de la etapa de la fuente de corriente (3).

10 2. Demodulador de bajo consumo, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque el filtro paso bajo (4) consta de dos diodos (D1-D2) y dos capacidades (C1-C2).

15 3. Demodulador de bajo consumo, de acuerdo con la primera reivindicación, **caracterizado** porque el comparador (5) consta de dos etapas, una de ellas formada por transistores (M6-M9) que determinan dos inversores en cascada y la otra formada por transistores (M1-M4) que forman un amplificador que se complementa con un diodo (D1).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

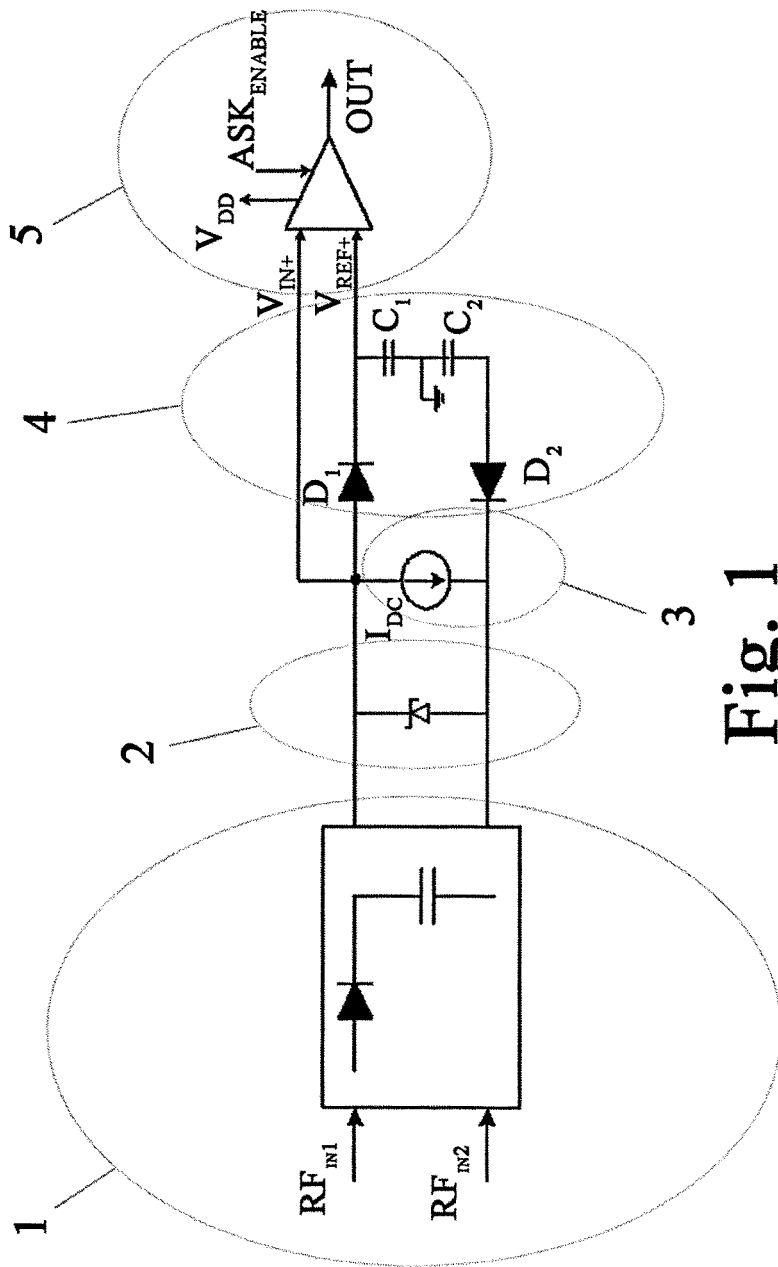


Fig. 1

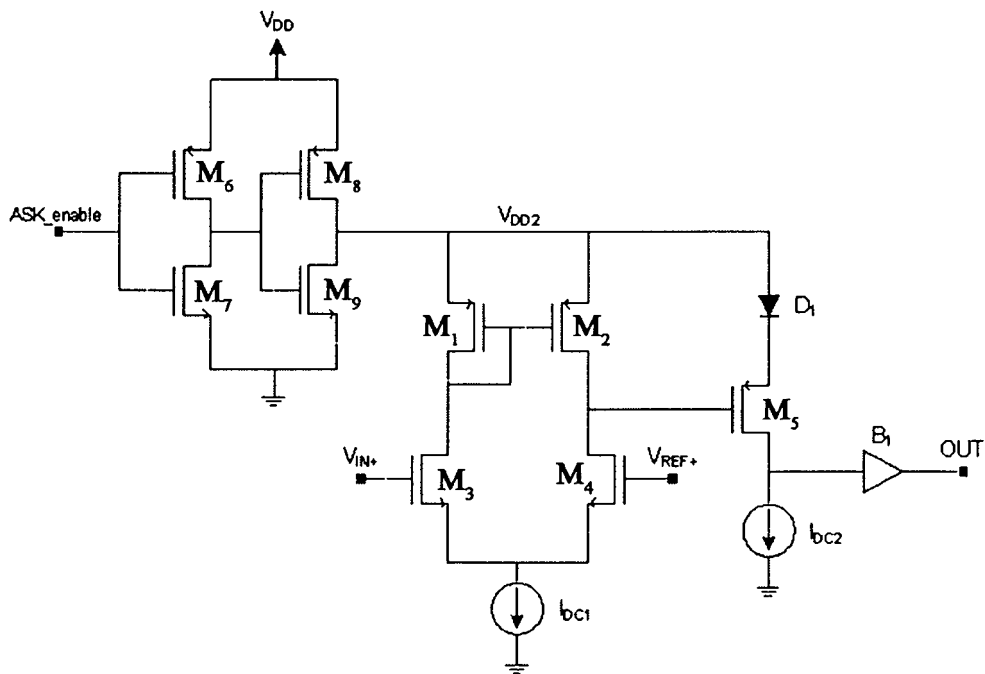


Fig. 2

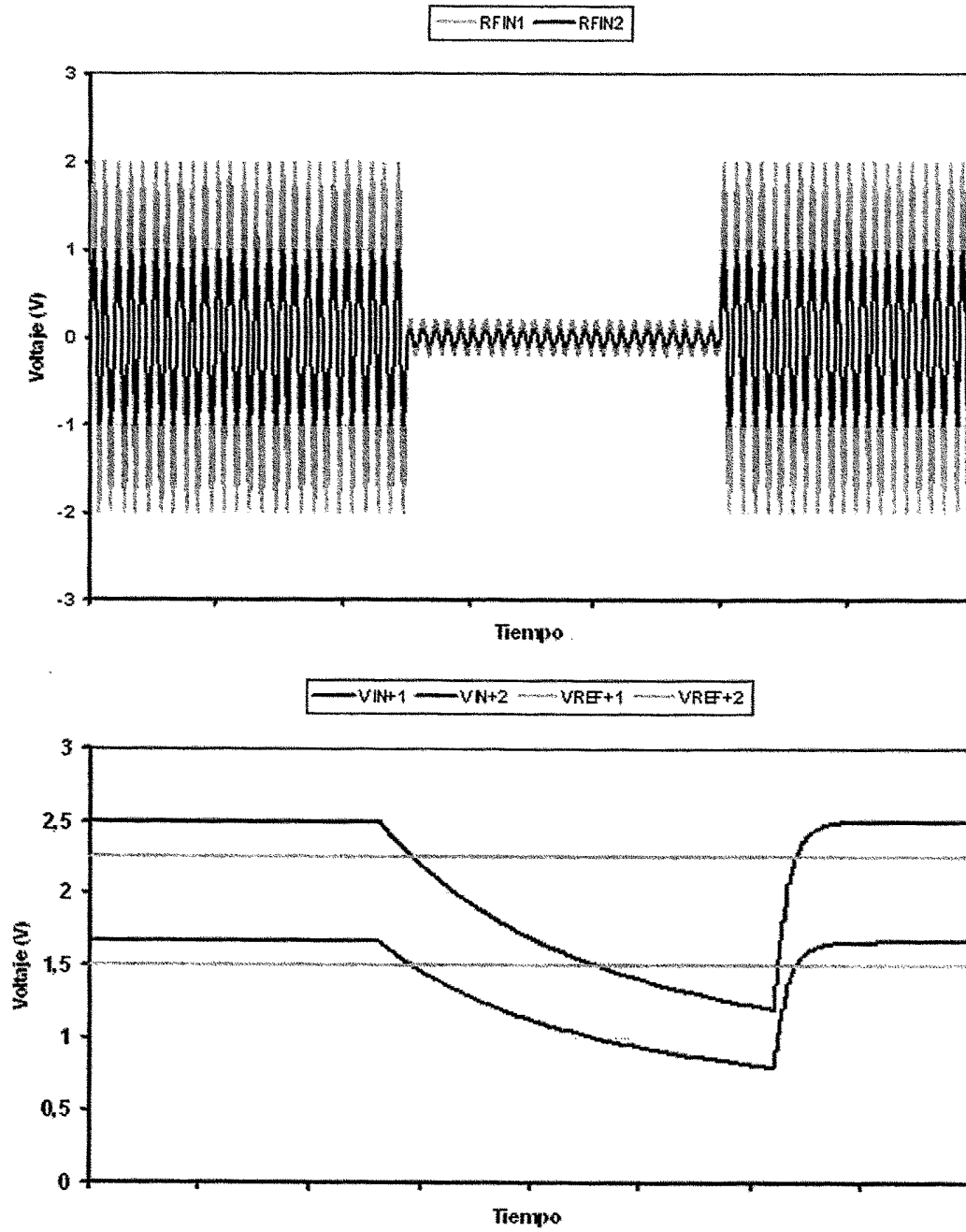


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 328 657

② Nº de solicitud: 200801393

③ Fecha de presentación de la solicitud: **14.05.2008**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **H04L 27/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 6891900 B2 (MIYASITA et al.) 10.05.2005, todo el documento.	1-3
A	US 5677601 A (ZUCHTRIEGEL) 14.10.1997, resumen; figura 1.	1,2
A	US 6873205 B1 (TSIVIDIS et al.) 29.03.2005, descripción; figuras.	1-3
A	CN 1980204 A (WANGHONG ELECTRONICS CO. LTD) 13.06.2007, resumen; figura.	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 nº:

Fecha de realización del informe

01.10.2009

Examinador

P. López Sabater

Página

1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04L+

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.10.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-3	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-3	SÍ
	Reivindicaciones		NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6891900 B2 (MIYASITA et al.)	10.05.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento del estado de la técnica más cercano a la primera reivindicación de la solicitud de patente internacional objeto de este estudio es el documento D01.

Este documento divulga, al igual que el documento base, un circuito demodulador de bajo consumo destinado a ser usado en un dispositivo inalámbrico. (D01, columna 1, líneas 7 a 11) La estructura básica del demodulador de D01 consiste en un circuito diferenciador seguido de un circuito comparador de histéresis. El circuito diferenciador detecta los cambios de tensión debidos a las subidas y bajadas de la señal de entrada y proporciona una señal diferenciada en función de dichos cambios de tensión. El circuito comparador toma la señal diferenciada generada por el circuito anterior y la compara con unos valores umbral superior e inferior, generando una señal demodulada.

A lo largo de D01 se desarrollan diferentes realizaciones tanto del circuito diferenciador como del comparador. En el circuito diferenciador de la duodécima realización, por ejemplo, (figuras 29 y 30), se incluye un filtro de paso bajo antes del circuito diferenciador elemental. En la décima reivindicación, el diferenciador incluye un limitador de tensión a fin de evitar valores demasiado altos a la entrada del circuito comparador. (Figuras 22 a 26). Además, fuentes de corriente para acondicionar señales se usan a lo largo de todo el documento como se ve, por ejemplo, en su figura 5 y su correspondiente descripción, columna 8, líneas 1 a 10. Por último, se tiene el circuito diferenciador que proporciona la señal demodulada. Así pues, todos los elementos del circuito de la reivindicación primera del documento base se encuentran en diferentes realizaciones a lo largo del documento D01 del estado de la técnica, pero no puede decirse que D01 afecte a su novedad, porque según su figura 29, a la entrada del comparador se aplican la señal de referencia generada por el circuito 152 de la figura 5 y una señal diferencia obtenida a partir de la salida del filtro de paso bajo. Esta configuración no es equivalente a la que se especifica en la reivindicación objeto de este estudio, porque Vr1 en D01 no proviene de la señal de entrada, sino que es un valor obtenido a partir de Vcc, que es un potencial externo aplicado al efecto, y del potencial de tierra (Vee).

Por lo tanto, el demodulador de esta primera reivindicación es nuevo según el criterio del artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86. Al depender de esta reivindicación, el resto de las reivindicaciones, dependientes, también serán nuevas.