

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 000**

51 Int. Cl.:

G06K 7/08 (2006.01)

G06K 19/07 (2006.01)

G01V 15/00 (2006.01)

H04B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2005 PCT/EP2005/052259**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2005 WO05124658**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2005 E 05742815 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 1759327**

54 Título: **Método de demodulación sin contacto de fase sincrónica y lector asociado**

30 Prioridad:

16.06.2004 FR 0451284

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.10.2018

73 Titular/es:

**GEMALTO SA (100.0%)
6, rue de la Verrerie
92190 Meudon, FR**

72 Inventor/es:

**CARUANA, JEAN-PAUL;
GUINET, ALAIN y
CAPOMAGGIO, GRÉGOR Y**

74 Agente/Representante:

CASANOVAS CASSA, Buenaventura

ES 2 687 000 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de demodulación sin contacto de fase sincrónica y lector asociado.

5 La invención se refiere a un método y sistema de demodulación para un lector de transpondedores sin contacto. Más particularmente, la invención se interesa por la mejora de las comunicaciones entre un lector y un transpondedor.

10 Por transpondedor debe entenderse, en el contexto de la siguiente descripción, cualquier dispositivo de identificación capaz de ser detectado o comunicarse utilizando un campo electromagnético. Los diferentes dispositivos pueden ser, por ejemplo, tarjetas inteligentes o etiquetas electrónicas del tipo sin contacto que comprenden una interfaz de comunicación de antena. En la presente solicitud, se está más particularmente interesado en transpondedores electromagnéticos que comprenden una bobina conectada a un condensador o a un circuito
15 integrado o a otros componentes electrónicos.

20 Por lector debe entenderse, en el contexto de la siguiente descripción, un dispositivo transmisor/receptor provisto de una antena que crea un campo electromagnético de una frecuencia determinada. La antena del dispositivo también permite modular el campo electromagnético y medir variaciones del campo electromagnético. La antena lectora generalmente está compuesta por una o más bobinas.

25 El sistema lector-transpondedor funciona de manera más o menos compleja según el tipo de transpondedor utilizado. El principio general de funcionamiento consiste en la emisión de un campo electromagnético de frecuencia determinada. Cuando un transpondedor entra en el campo electromagnético, entonces se alimenta y reacciona. La reacción del transpondedor provoca una variación del campo electromagnético que es detectada por el lector.

30 Para los sistemas más complejos, el transpondedor comprende, por ejemplo, un circuito integrado conectado a una bobina, formando la bobina y el circuito integrado, entre otros, un circuito resonante sintonizado. La presencia del transpondedor en el campo electromagnético alimenta al circuito integrado que modula el campo electromagnético para señalar su presencia al lector. Entonces se puede establecer un diálogo entre el transpondedor y el lector mediante la modulación del campo electromagnético. Estos sistemas son conocidos bajo el
35 nombre de tarjetas inteligentes sin contacto o etiquetas electrónicas y son utilizados para numerosas aplicaciones.

40 El lector (figura 1) está generalmente constituido de un generador de corriente o tensión de frecuencia fija y una antena producida, por ejemplo por una bobina plana circular que comprende al menos un giro. En el caso que nos interesa (producto de la norma ISO/IEC 14443) esta frecuencia es de 13.56 MHz. Puede ser diferente dependiendo de los campos técnicos considerados.

45 La antena lectora se puede comparar con un conductor, cuando es atravesada por una corriente, se genera un campo magnético. La orientación del campo magnético se define por la dirección del flujo de la corriente. El circuito de corriente formado por el conductor una vez atravesado por esta corriente presenta un polo Norte por un lado y un polo Sur en el lado opuesto.

50 Cuando un transpondedor está sujeto a este campo lector, debido a su propia bobina, también es comparable a un conductor que se desplaza en un campo magnético. Cuando un conductor se desplaza en un campo magnético, cortando las líneas de flujo, una f.e.m. es inducida en el conductor. De la misma manera, se induce un voltaje f.e.m si el flujo varía a través de un

circuito fijo. En todos los casos, este voltaje f.e.m. inducido y la tasa de variación del flujo están sujetos a la ley de Faraday: $e = -d\phi / dt$.

5 La figura 2 muestra un sistema lector generalmente usado en el estado de la técnica anterior. Consta de un generador 1 destinado a producir una corriente a una frecuencia determinada, de un cable de conexión, 2, de un circuito 3 de adaptación de impedancia y de una antena 4. El generador se caracteriza por la potencia que puede proporcionar en una carga de impedancia adecuada. Esta impedancia es de un valor generalmente de 50 ohmios, corresponde a la impedancia de salida del generador (1). El circuito de adaptación (3) es necesario para
10 transmitir en la antena (4) la potencia máxima que puede entregar el generador (1).

El sistema de lector-transpondedor funciona de manera más o menos compleja según el tipo de transpondedor utilizado. Cuando un transpondedor entra en un campo electromagnético, entonces se alimenta y reacciona. La reacción del transpondedor provoca una variación del campo electromagnético que es detectada por el lector.
15

Para los sistemas más simples, el transpondedor constituido, por ejemplo por una bobina y de un condensador, el conjunto forma un circuito oscilante ajustado a la frecuencia del campo electromagnético. La presencia del transpondedor en el campo resuena en el circuito oscilante y provoca una modificación del campo que es detectable por el lector. Estos sistemas, muy simples, son usados comúnmente como antirrobo en los comercios.
20

Un problema principal de los sistemas de transpondedor y lector es proporcionar al transpondedor la energía necesaria para su funcionamiento con la máxima eficiencia mientras se reduce la potencia radiante del lector sin reducir las distancias de transmisión entre la antena y el transpondedor.
25

Para los transpondedores con un circuito integrado, el problema se vuelve muy complejo porque el campo electromagnético sirve, por una parte, para alimentar el circuito integrado y, por la otra, de frecuencia de la portadora para establecer una comunicación única o bidireccional entre el transpondedor y el lector. De hecho, la utilización de este campo magnético para estos dos usos entra en contradicción.
30

Para poder efectuar las comunicaciones, es necesario modular el campo electromagnético en frecuencia y/o en amplitud. Sin embargo, un experto en la técnica sabe que cuando la potencia del campo electromagnético emitido por la antena es demasiado importante, entonces el lector se vuelve menos sensible a las variaciones de amplitud de este campo provocadas por la variación de carga inducida por el transpondedor. Es un problema de relación señal-ruido. Los expertos en la técnica también saben que el aumento de la potencia de emisión del campo electromagnético crea un calentamiento en el circuito integrado que puede provocar su destrucción parcial, temporal, total o definitiva.
35
40

Todavía se sabe que cuando la bobina del transpondedor está sintonizada a la misma frecuencia que la antena lectora (que es preferiblemente la frecuencia de transmisión para tener una buena eficacia de transmisión), existen agujeros de comunicación. Este problema importante puede ocurrir a lo largo de la distancia de funcionamiento normal y no más allá de los límites previstos. De hecho, en función del acoplamiento del transpondedor del lector, las variaciones de carga inducidas por el transpondedor en el campo magnético, vistas a través de la antena lectora, pueden ser iguales ya sea que el transpondedor actúe o no en el campo electromagnético. Se deduce que el lector no puede decodificar el mensaje. Este problema del lector es más o menos importante según la elección del método de demodulación que utilice.
45
50

De hecho, este problema de "orificio de comunicación" es crucial y se explica por un fino análisis del sistema definido por el lector y el transpondedor.

5 Si tomamos nuevamente el diagrama de la figura 2, se observa que el estado de la técnica consiste en generar una señal sinusoidal de frecuencia fija (para la norma ISO/IEC 14443 de 13,56 MHz) que se inyecta después de la adaptación de impedancia en una antena, que generalmente consiste en un conductor que comprende una o más vueltas. Como se ha descrito previamente, la corriente que circula a través de este conductor producirá un campo magnético H de la misma frecuencia. Este campo, debido a la parte inductiva de la antena lectora, no estará en fase con la corriente del generador sino más bien en oposición de fase.

10 En ausencia de cualquier acoplamiento entre la antena lectora y un transpondedor, el desplazamiento de fase descrito anteriormente permanece fijo.

15 Sin embargo, tan pronto como un transpondedor ingresa al campo H procedente de la antena lectora, aparece un acoplamiento y se modifican las características inductivas de la antena lectora. Esto da como resultado una variación del desplazamiento de fase entre el campo H y la señal producida por el generador.

20 Este desplazamiento de fase ya no es constante. Depende del acoplamiento y, por tanto, de la posición del transpondedor con respecto a la antena, del consumo de este último que varía según las operaciones que realiza y los elementos no lineales que lo constituyen.

25 Estas variaciones de fase provocan interrupciones en la comunicación lector/transpondedor. En el mejor de los casos (demodulador de doble detección sincrónico), provocarán un debilitamiento de la señal vista por el lector. En el peor de los casos, (detección sincrónica simple o demodulación directa), la señal del transpondedor será invisible para el lector.

Hasta la fecha, se utilizan varios métodos de demodulación para los lectores para decodificar el mensaje devuelto por el transpondedor.

30 El método más simple es una demodulación directa (figura 3) realizada a partir de un simple componente no lineal tal como un diodo (5) asociado a una resistencia 6 y un condensador de filtración (7);

35 El más sofisticado implementa una doble detección sincrónica I/Q como se muestra en la figura 4.

40 En el caso de demodulación directa (figura 3), el demodulador es sensible a la variación de impedancia de la carga que se encuentra en su entrada (V_e). Esta impedancia está representada por un número complejo que comprende 2 partes: una parte real y una parte imaginaria. Este tipo de demodulador es sensible a la variación del módulo (longitud) del vector representado por este número complejo. Esta longitud varía al ritmo del mensaje devuelto por el transpondedor. Existen dos longitudes Z_1 y Z_2 para un acoplamiento dado. La amplitud de la señal demodulada corresponde a la diferencia de longitud de estos dos vectores.

45 La Figura 5 muestra sin embargo que 2 vectores diferentes pueden tener la misma longitud. Cada uno de los círculos donde las longitudes de Z_1 y Z_2 son iguales corresponde a un "orificio de comunicación". En efecto, si las dos longitudes son iguales, el demodulador no verá diferencia ninguna entre los dos estados lógicos tomados por el transpondedor. La influencia de la fase aparece como uno de los parámetros de esta disfunción.

50 El uso de un demodulador de detección directa en el contexto de un lector de transpondedor sin contacto puede provocar interrupciones de comunicación totales en función del acoplamiento entre la antena lectora y el transpondedor.

En el caso del demodulador más sofisticado (doble detección sincrónica de tipo I/Q) como se describe en la figura 4, se ha encontrado que el desplazamiento de fase inducido por el transpondedor puede provocar una disminución de la amplitud de la señal demodulada. Esta disminución puede alcanzar un factor de 0,707 en comparación con la señal máxima.

5 Este máximo de disminución se alcanza cuando la fase del campo H está desfasada por $n/4$ con respecto a la señal procedente del generador. Un bucle de enganche de fase (PLL) es capaz de restituir la frecuencia de la portadora con una amplitud constante, sin embargo, subsiste una diferencia de fase "phi" entre la frecuencia de la portadora y la frecuencia
10 restituida.

Así, un lector de transpondedor sin contacto, incluso equipado con los dispositivos de demodulación de amplitud más perfeccionados, debido a las variaciones no controladas de la fase del campo H con respecto a la señal producida por el lector, es susceptible de sufrir
15 interrupciones de comunicación debido a un debilitamiento de la señal demodulada.

La norma ISO/IEC 10373-6 define los métodos de prueba aplicados a lectores y transpondedores para cumplir con la norma ISO/IEC 14443.

20 Para cumplir con la norma a nivel de la comunicación hacia el lector, un transpondedor debe producir una señal de retro-modulación cuya amplitud de banda lateral sea al menos igual a $30 / H^{1,2}$ (con H amplitud del campo magnético). En cuanto al lector, para cumplir con la norma, debe ser capaz de demodular al menos una señal de esta amplitud, independientemente de la
25 fase.

Parece que los procesos descritos anteriormente no pueden hacer esto. En efecto, un lector conforme a la ISO/IEC 14443, capaz de detectar una amplitud de mensaje de $30 / H^{1,2}$ puede ser incapaz de detectar un transpondedor, que también cumple con la ISO/IEC 14443 si la influencia del transpondedor provoca una atenuación demasiado importante de la señal
30 modulada con respecto a la sensibilidad del lector, especialmente durante una diferencia de fase de $n/4$ donde la atenuación es máxima.

En consecuencia, el problema técnico a resolver se puede definir de la siguiente manera.

35 Como, por una parte, la sensibilidad de lectura de los lectores de transpondedor sin contacto se ve afectada independientemente del principio de demodulación utilizado, por las variaciones de fase entre, por un lado: la corriente aplicada a la antena lectora y, por otro lado, el del campo resultante. Y por otra parte, esta diferencia de fase es además variable dependiendo de la distancia entre el transpondedor y la antena lectora. Esto da como resultado un problema
40 importante: una disminución, o incluso una anulación completa de la amplitud de la señal demodulada puede provocar interrupciones de las comunicaciones entre el lector y el transpondedor durante los movimientos de este último.

45 El documento US 6028 503 describe un método de demodulación de señales de un campo electromagnético inducido por un transpondedor sin contacto. El método utiliza un demodulador sincrónico que incluye detecciones en momentos determinados ts.

El método mide un periodo de desplazamiento de fase t_c de una señal de referencia DS del demodulador con la señal inducida HF-M del transpondedor y agrega al menos dos veces este periodo de desplazamiento de fase t_e y una constante t_k a cada instante correspondiente a un flanco positivo de la señal de referencia para determinar los momentos t_s de detección del demodulador. La invención tiene como objetivo permitir la desmodulación de la señal procedente de un transpondedor independientemente de las variaciones de fase que este último provoca en el campo generado por el dispositivo de lectura.

El principio del método de la invención consiste en integrar la detección del mensaje del transpondedor a la fase del campo magnético generado, o a un valor representativo de la fase (voltaje, corriente, etc.).

5 Preferiblemente, el detector del demodulador usa como señal de reloj, una señal del campo magnético para sincronizar la adquisición del mensaje. De esta forma, cualquier variación de fase del campo inducido por el transpondedor se informará al dispositivo de demodulación. En este método, ya no es como en la técnica anterior, la señal de reloj del generador que es utilizada como referencia de fase del demodulador, sino una señal de la misma frecuencia que
10 proviene del campo magnético H.

Para tal fin, la invención se refiere en primer lugar a un método de demodulación según las reivindicaciones 1 a 5.

15 La invención tiene también como objeto un lector de transpondedor según las reivindicaciones 6 a 12.

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán al leer la siguiente descripción de realizaciones particulares, dicha descripción se realiza con los dibujos adjuntos
20 en los que:

- las figuras 1 y 2 (ya descritas) ilustran un lector sin contacto del estado de la técnica anterior;
- 25 - la figura 3 (ya descrita) ilustra un esquema electrónico del lector que implementa demodulación directa del estado de la técnica anterior;
- las figuras 4 y 5 (ya descritas) ilustran un esquema del principio de la demodulación de doble detección sincrónica I/Q del estado de la técnica anterior;
- 30 - la figura 6 ilustra una realización de la antena lectora según la invención; la figura 7 ilustra una realización analógica del lector de la invención;
- la figura 8 ilustra un resultado de una operación de procesamiento relacionada con una
35 implementación del lector de la figura 7;
- la figura 9 ilustra una realización numérica del lector de la invención.

Una de las realizaciones de la invención se presenta en la figura 6. Ventajosamente, la
40 integración puede realizarse con la ayuda de una bobina o antena adicional 8, que comprende al menos un giro, cuyo valor tendrá un efecto de acoplamiento insignificante en la antena del lector (1) en comparación con el de un transpondedor.

Esta bobina está posicionada de manera que captura una porción del campo magnético
45 utilizado por el transpondedor. En particular, puede unirse a la antena del lector; Preferiblemente, le será concéntrica. Las placas de conexión 9 serán conectadas al circuito de adaptación de impedancia de la antena del lector, mientras que las placas 10 serán utilizadas para devolver al lector una señal síncrona del campo H.

50 La señal producida por esta bobina adicional síncrona del campo H se usará para muestrear el mensaje del transpondedor de forma analógica o digital.

Las figuras 7 y 9 muestran respectivamente una realización analógica y numérica del dispositivo de lectura 17, 18 (antena, lector). En el esquema de la figura 7, el mensaje E

5 procedente de la antena lectora 4 se inyecta en un multiplicador analógico 11 que producirá en su salida una señal S, la señal procedente de la bobina adicional (8) después de una etapa de adaptación de nivel 13 es procesado por un desplazador de fase pasivo ajustable 12 (no representado) destinado a compensar la parte fija del desplazamiento de fase relacionado con el sistema de adquisición. Esta señal se utiliza para activar la orden de recorte (muestreo) llamado V_e inyectado en un transistor (FET) de efecto de campo (MI). Este comando es tal que:

$$10 \quad \text{si } V_c > 0 \Rightarrow S = +E$$

$$\text{si } V_c < 0 \Rightarrow S = -E$$

15 Esto equivale a multiplicar E por una señal de ranura C de valor +/- 1 y $S(t) = E(t).C(t)$. El resultado de esta operación se muestra en la figura 8.

20 Esta función multiplicadora analógica nos reemplaza en el caso de una detección síncrona, siendo V_e producida por la bobina adicional 8, la detección se integra en fase con el campo H al que está sujeto el transpondedor. Los problemas de fase descritos en la presente exposición desaparecen. La adquisición se hace síncrona del campo e insensible a las variaciones de fase inducidas por el transpondedor durante sus movimientos.

25 En la figura 9, de nuevo en este lector de detección síncrono numérico, el mensaje E procedente de la antena lectora 4 se inyecta a la entrada de un convertidor analógico/numérico 14 destinado a muestrear la señal E. Este convertidor será elegido de manera que se disponga de una dinámica suficiente para adquirir el mensaje (12 bits). La señal de la bobina adicional 8 después de una etapa de adaptación de nivel 13 también se procesa mediante un desplazador de fase pasivo ajustable destinado a compensar la parte fija del desplazamiento de fase vinculado con el sistema de adquisición. Esta señal se usa para activar el muestreo del convertidor analógico digital 14 a la velocidad del reloj capturado desde el campo. Las muestras adquiridas por el convertidor en cada activación provocada por la entrada del reloj están disponibles en forma numérica en su bus de salida 15, para ser procesadas por un medio de procesamiento 16. Este medio de procesamiento puede ser, por ejemplo, una unidad de codificación/ decodificación programable (FPGA) o un dispositivo de microprocesador.

35 Dado que el método según la invención consiste en integrar la demodulación por medio de información procedente del campo magnético H producido por la antena lectora, se pueden usar ventajosamente otras realizaciones. En efecto, la bobina adicional (figura 6 - 3) puede ser reemplazada por otro dispositivo sensible no al campo magnético H sino al campo eléctrico E. En este caso, la bobina plana que representa un contorno cerrado debe ser reemplazada por una antena dipolo sensible al campo eléctrico. Entonces será necesaria una etapa de adaptación y amplificación antes de devolver la señal a la etapa de demodulación.

40 Otra realización consiste en tomar una parte de la corriente que circula por el conductor (figura 6-1) que forma la antena lectora, por ejemplo, mediante una carga baja (una resistencia de muy bajo valor: 0,2 ohmios) y devolver esta información de fase después de la adaptación a la etapa de demodulación. De hecho, la corriente circulante por el conductor está en fase con el campo magnético H, ya que es la fuente.

50 El método de la invención puede así complementar los descritos en la norma ISO/IEC 10373-6 relativos a los métodos de prueba de los productos sin contacto con el fin de normalizar una referencia de señal demodulada.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de demodulación de señales de campo electromagnético (H) inducidas en una antena principal (4) de un lector por un transpondedor sin contacto, comprendiendo dicho método una etapa de detección de las señales del transpondedor en momentos determinados, caracterizado porque los momentos determinados de detección de las señales del transpondedor están sincronizados con una fase del campo electromagnético (H), o con un valor representativo de dicha fase.
- 10 2. Método de demodulación según la reivindicación 1, caracterizado porque para sincronizar, un flujo inducido por dicho campo electromagnético (H) es captado en una bobina adicional (8) en comparación con dicha antena principal y una fase de dicho flujo inducido es utilizado como elemento de sincronización.
- 15 3. Método de demodulación según la reivindicación 1, caracterizado porque para sincronizar, una fase de la corriente generadora de campo electromagnético es captada y utilizada como elemento de sincronización.
- 20 4. Método de demodulación según una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque las señales del transpondedor son detectadas en una frecuencia igual y en fase con una frecuencia del campo electromagnético (H).
- 25 5. Método de demodulación según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque un reloj de sincronización CLK es generado a partir de dicha fase captada del campo electromagnético o de su corriente generadora y este reloj se utiliza para sincronizar una detección de las señales inducidas por dicho transpondedor.
- 30 6. Lector de transpondedor sin contacto que comprende una antena principal (4) de emisión/recepción de campo electromagnético principal (4), un demodulador de señales de un campo electromagnético inducidas por dicho transpondedor, incluyendo dicho demodulador medios de muestreo de las señales del transpondedor en momentos determinados, caracterizado porque comprende medios de sincronización (8, 12-16, C2, M1) capaces de sincronizar los citados momentos determinados con una fase del campo electromagnético (H), o con un valor representativo de dicha fase.
- 35 7. Lector de transpondedor sin contacto según la reivindicación 6, caracterizado porque los medios de sincronización comprenden una antena adicional (8) capaz de captar una porción del campo magnético (H) utilizado por el transpondedor, y un circuito de control de muestreo (Ve, M1) capaz de generar una señal de control del muestreo síncrono del campo electromagnético (H).
- 40 8. Lector de transpondedor sin contacto según la reivindicación 6, caracterizado porque los medios de sincronización comprenden una antena adicional (8) sensible a un campo eléctrico (E) inducido del transpondedor.
- 45 9. Lector de transpondedor sin contacto según la reivindicación 6, caracterizado porque los medios de sincronización comprenden medios de derivación de corriente capaces de tomar una parte de la corriente que circula en un conductor formando la antena adicional de lector y de extraer una información de fase para sincronizar el muestreo.
- 50 10. Lector de transpondedor según la reivindicación 7, caracterizado porque dicha antena adicional (8) está desafinada con relación a la antena principal (4).

11. Lector de transpondedor según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque el demodulador es un demodulador de detección síncrono.
 12. Lector de transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado porque la detección síncrona es numérica.
- 5

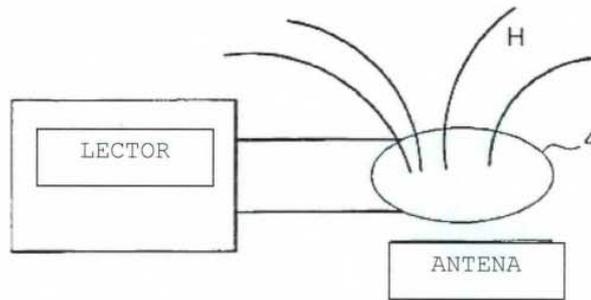


Fig. 1

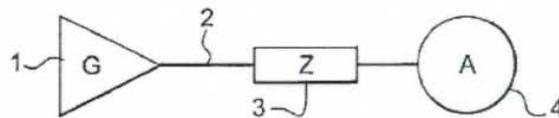


Fig. 2

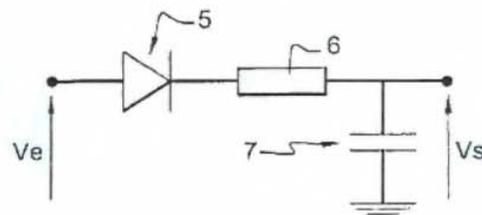


Fig. 3

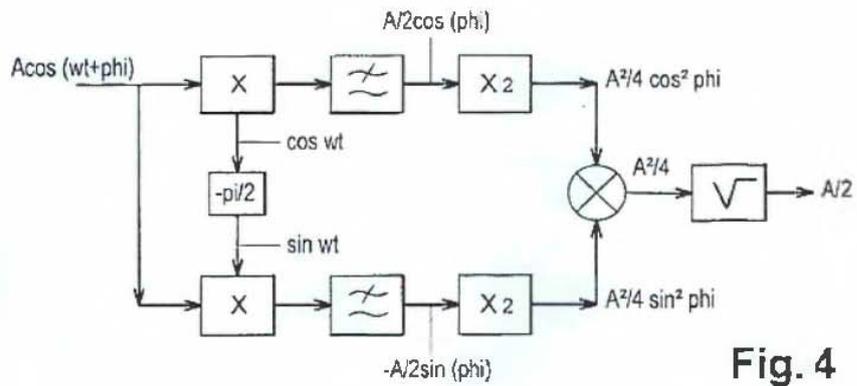


Fig. 4

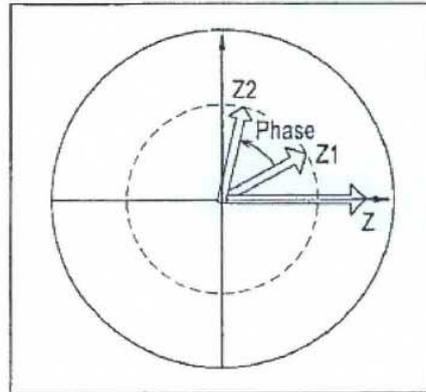


Fig. 5

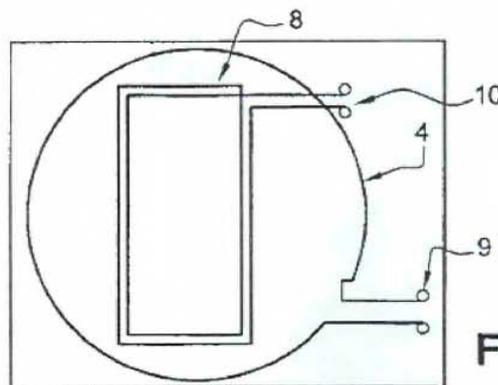


Fig. 6

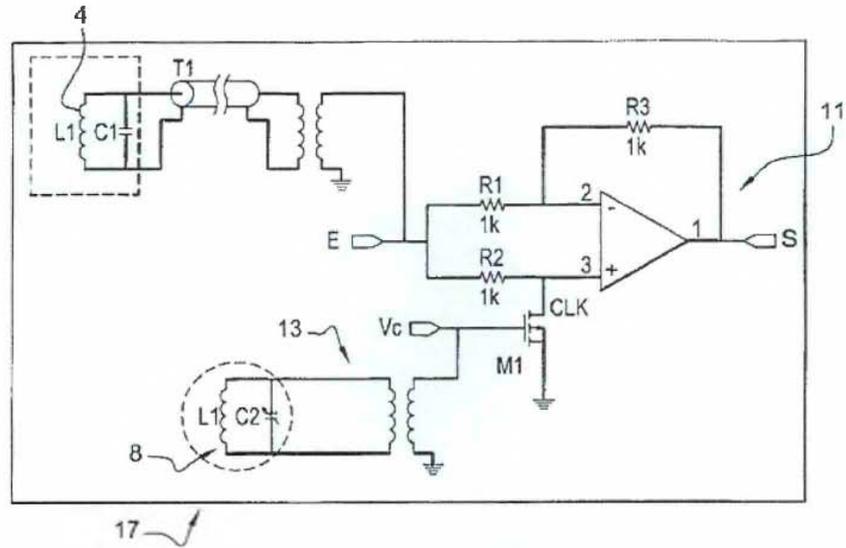


Fig. 7

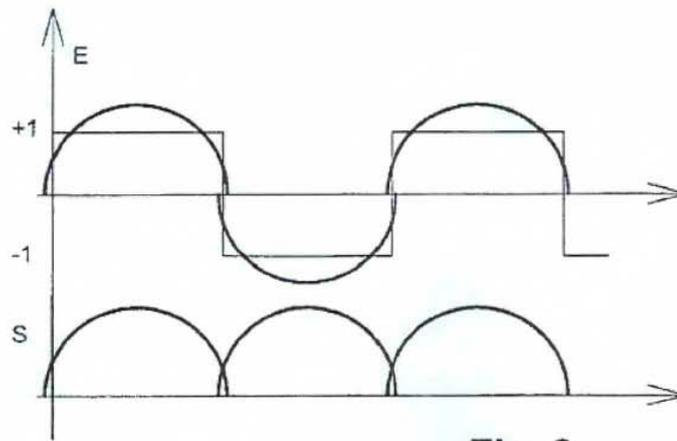


Fig. 8

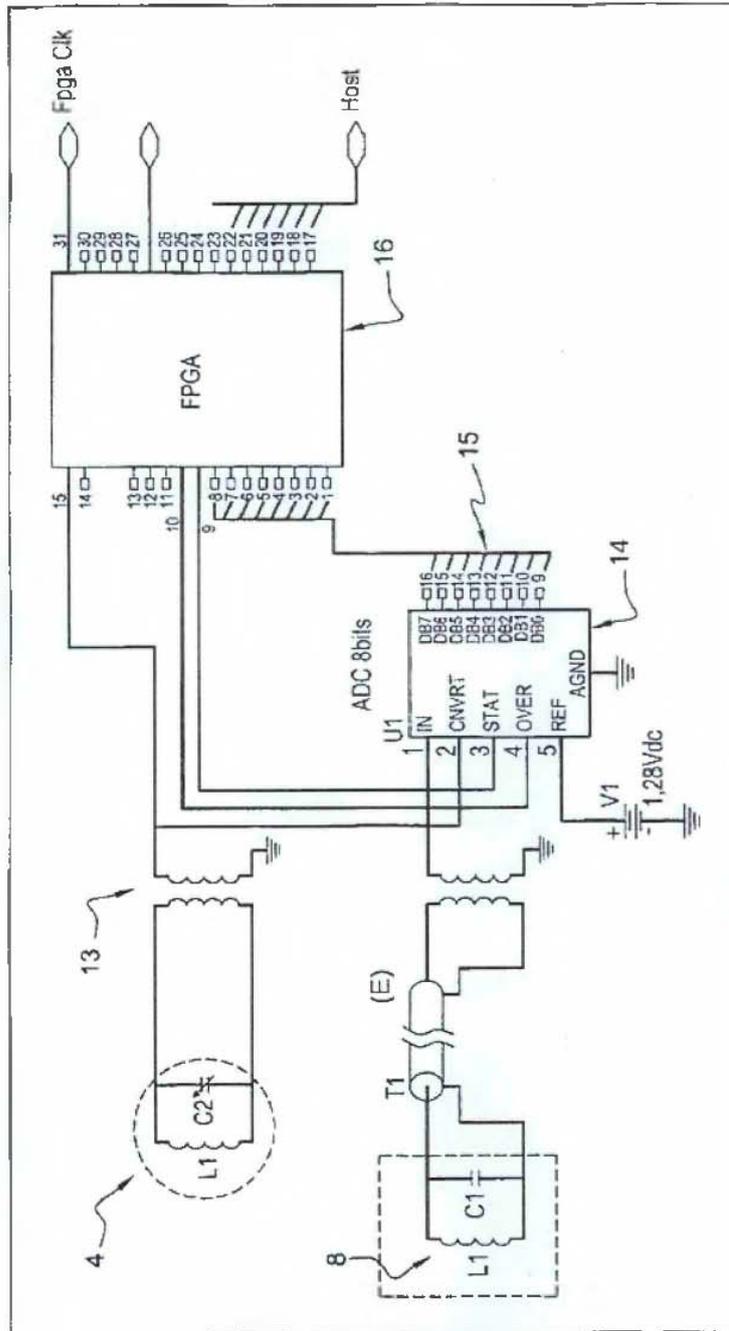


Fig. 9