

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 021**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/28** (2006.01)

**H01Q 3/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2010 E 10701005 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2012 EP 2380235**

54 Título: **Sistema de emisión de haces electromagnéticos con red de antenas**

30 Prioridad:

**20.01.2009 FR 0950320**

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

**18.02.2013**

73 Titular/es:

**MICROWAVE VISION (50.0%)  
17 avenue de Norvège  
91140 Villebon Sur Yvette, FR y  
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**DUMON, PATRICK;  
GARREAU, PHILIPPE;  
LE GOFF, MARC y  
DUCHESNE, LUC**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 396 021 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**

Sistema de emisión de haces electromagnéticos con red de antenas.

5 La invención se refiere a un sistema antenarío de emisión y/o de recepción de gran dimensión que comprende una red de elementos radiantes.

El ámbito de aplicación de la invención es el de las antenas de satélites, las antenas de radares, las antenas de aeronaves, de forma general, las antenas de suelo o embarcadas que integran unas redes de elementos radiantes.

10 En emisión, los elementos radiantes de la antena de red son alimentados por unas señales electromagnéticas previamente ponderadas digitalmente en fase y en amplitud por unos coeficientes de excitación determinados por unos medios de cálculo. En recepción, las señales electromagnéticas recibidas por los elementos de la antena de red son ponderadas a continuación digitalmente en fase y en amplitud por unos coeficientes de excitación determinados por estos mismos medios de cálculo. Estos coeficientes de excitación sirven en recepción para transformar las señales recibidas por los elementos de la antena de red y que proceden de una o de varias direcciones en una señal coherente útil, y en emisión para transformar una señal útil en diferentes señales que alimentan los elementos de la red y que constituyen uno o varios haces de iluminación dados, en los dos casos para respetar una cierta ley de iluminación deseada para la red. El experto en la materia reconocerá en la generación digital de los coeficientes de excitación y la ponderación digital de las señales de los elementos de la antena de red una Red de Formación de Haces Digital (en inglés: Digital Beamforming Network o DBFN).

Uno de los problemas de las antenas de red de gran dimensión es el hecho de que la disposición y la orientación de los elementos de la red pueden variar en el curso del tiempo.

25 Por ejemplo, un satélite en órbita puede estar sometido a variaciones bruscas de temperatura según esté iluminado o no por el Sol.

Se producen unas deformaciones de la antena debidas a la existencia de gradientes térmicos importantes.

30 De una manera general, la antena puede estar sometida a unas tensiones térmicas y mecánicas importantes que generan unas deformaciones de esta última.

Estas deformaciones perturban la ley de iluminación de los elementos de la red.

35 Actualmente, para limitar estas deformaciones, se ha recurrido a unas estructuras mecánicas de soporte de la antena de red, cuya concepción debe permitir el mantenimiento de la rigidez, la planeidad y la forma de la antena bajo unas tensiones térmicas y mecánicas muy severas. De hecho, estas estructuras mecánicas de soporte poseen en general una masa, un coste y un volumen importantes.

40 Actualmente, las funciones de calibrado de los elementos de la red están aseguradas generalmente utilizando unos acopladores insertados en el circuito de emisión para extraer una parte de la señal enviada a los elementos en emisión.

45 Otra solución de calibrado consiste en efectuar mediciones unas desviadas. Por ejemplo, en un satélite en órbita, las mediciones se efectúan desde una estación terrestre.

Estos medios son pesados y costosos de utilizar y las correcciones no pueden efectuarse siempre en tiempo real por cuestiones de logística y/o de rentabilidad. Además, se hacen numerosas aproximaciones durante estas mediciones (acoplamientos mutuos entre elementos no tenidos en cuenta, comportamiento de los elementos radiantes no tenidos en cuenta, ensayos no exhaustivos, etc.). Esto es perjudicial para un funcionamiento óptimo de las antenas, ya que las condiciones medioambientales en las que se encuentran éstas (gradientes de temperatura elevados y rápidos, por ejemplo para las antenas espaciales, vientos para las antenas de radar de suelo, etc.) provocan variaciones de la forma de la red, de las prestaciones de los elementos radiantes y del diagrama de radiación resultante de la antena. Resultan de esto conceptos de antenas con estructuras mecánicas complejas y frecuentemente pesadas y voluminosas.

Un objetivo de la invención es evitar estos inconvenientes proponiendo un sistema de antena de red que permita respetar lo máximo posible una ley de iluminación y un diagrama de radiación deseados.

60 Otro objetivo de la invención es obtener un sistema de antena de red que sea menos pesado de utilizar.

Otro objetivo de la invención es permitir un control en tiempo real de cada uno de los elementos de la antena y del diagrama irradiado en campo lejano.

65 Un primer objeto de la invención es un sistema de emisión de haces electromagnéticos según la reivindicación 1.

Gracias a la invención, se controla en tiempo real la ley de iluminación de la red a partir de mediciones locales del campo próximo irradiado por ésta, permitiendo así una reconfiguración rápida de los haces. El sistema comprende así unos medios de control embarcados que permiten verificar el diagrama de radiación de la antena de red en tiempo real. Esto permite un ajuste y una compensación en tiempo real del diagrama de radiación de la antena en caso de deformación de la red o bien de avería de uno o varios elementos de la red. Se corrigen en tiempo real los diagramas de radiación de emisión o de recepción de la antena jugando con los valores de los coeficientes de excitación de cada uno de los elementos de la red. El sistema permite tener en cuenta las deformaciones mecánicas y térmicas que podría sufrir la antena y que pueden ser no despreciables ante la longitud de onda en banda Ku o Ka para un satélite en órbita, por ejemplo.

Esto permitirá, como consecuencia, relajar ciertas tensiones de fabricación de las antenas de red de grandes dimensiones y de sus medios de soporte, en particular en el medio espacial, y reducir la masa y los costes de las antenas y del sistema. Así, se podrá aceptar una cierta posibilidad de deformación de la antena de red y de sus medios de soporte bajo el efecto de condiciones exteriores, sabiendo que el control embarcado de la ley de iluminación de la antena y los cálculos de corrección de los coeficientes de excitación permitirán compensar esta deformación en tiempo real.

Así, según este modo de realización, los elementos radiantes de la red están fijados a un primer soporte, estando la segunda red de sensores fijada a un segundo soporte distinto del primer soporte, estando el primer soporte y el segundo soporte fijados a una base común con un espacio entre el primer soporte y el segundo soporte que permite una deformación del primer soporte.

Según otros modos de realización de la invención:

- El primer soporte comprende una placa de soporte en común de los elementos radiantes de la red, y está previsto un segundo soporte para cada sensor, comprendiendo este soporte para cada sensor un vástago de mantenimiento, del cual un extremo está fijado al sensor y del cual el otro extremo está fijado a una base, a la cual está fijado asimismo el primer soporte por medio de riostras, comprendiendo la placa unos orificios para la travesía de los vástagos con dicho espacio presente entre el borde del orificio y el vástago.
- Los sensores están posicionados en el espacio libre y distribuidos por encima del plano de la red de elementos radiantes.
- La altura entre los sensores y los elementos radiantes de la red es superior a una fracción de la longitud de onda de trabajo de los elementos.
- Los coeficientes de excitación comprenden un desfase y una amplitud, el sistema comprende para cada elemento de la red una vía asociada de recepción y/o una vía asociada de emisión, estando los medios de cálculo previstos para calcular los ajustes en desfase de los coeficientes de excitación y los ajustes en amplitud de los coeficientes de excitación para que el diagrama de radiación medido a partir de los sensores sea lo más parecido posible a un diagrama de radiación de una consigna.
- El sistema comprende unos medios de direccionamiento de los sensores para recoger la medición de campo próximo localmente en el lugar de cada sensor utilizando la técnica de difusión modulada, por ejemplo.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa un sinóptico modular de un ejemplo de sistema antenarío de emisión y de recepción según la invención,
- la figura 2 representa un sinóptico modular de una parte de regulación del sistema antenarío según la figura 1,
- la figura 3 representa una vista lateral de un ejemplo de parte de la red de elementos del sistema antenarío según la figura 1,
- la figura 4 representa una vista desde arriba de otro ejemplo de parte de la red de elementos del sistema antenarío según la figura 1.

La invención se describe a continuación en el ejemplo de una antena de red de satélite, encargada de retransmitir hacia la tierra una señal recibida desde una estación de base terrestre.

El sistema 1 de emisión y de recepción comprende una red 2 de una pluralidad de elementos radiantes  $2_1, 2_2, \dots, 2_i, \dots, 2_N$ . Esta red 2 está dispuesta, por ejemplo, en un plano. Cada elemento  $2_i$  tiene, por ejemplo, forma de cornete o de elemento impreso que tiene una abertura orientada hacia una dirección DIR común a todas las antenas  $2_i$ .

5 La red 2 de antenas está unida a un ordenador 3 por medio, por una parte, de un circuito 4 de recepción y, por otra parte, por un circuito 5 de emisión. La separación entre las vías de recepción y de emisión se realiza por medio de un conjunto 7 de diplexores en frecuencia colocados cerca de los elementos radiantes.

10 El circuito 4 de recepción comprende una vía  $4_i$  de recepción para tratar cada señal  $s_i$  recibida en cada antena  $2_i$  y llevarla a una entrada  $6_i$  del ordenador 3. El tratamiento de cada vía  $4_i$  de recepción comprende, como se conoce, una etapa 7 de desdiplexado en frecuencia, una etapa 8 de amplificación con poco ruido, una etapa 9 de amplificación de ganancia variable, una etapa 10 de paso en banda de base y una etapa 110 de conversión analógica/digital.

15 El circuito 5 de emisión comprende una vía  $5_i$  de emisión para cada elemento  $2_i$  de la red 2 y permite encaminar una señal  $s'_i$  a emitir por los elementos  $2_i$  de la red 2. El tratamiento de cada vía  $5_i$  de emisión comprende, como es conocido, una etapa 12 de conversión digital/analógica, una etapa 13 de paso en frecuencia portadora, una etapa 14 de distribución a través de las matrices de Buttler, una etapa 15 de amplificación, una etapa 16 de filtrado, una etapa 20 17 de recombinación a través de las matrices de Buttler y una etapa 18 de diplexado en frecuencia.

El ordenador 3 comprende unos medios 30a de cálculo de los coeficientes de excitación complejos de las antenas  $2_i$  en recepción y unos medios 30b de cálculo de los coeficientes de excitación complejos de las antenas  $2_i$  en emisión.

25 Por tanto, hay un coeficiente complejo  $K_i$  de excitación para cada antena  $2_i$  en recepción y un coeficiente complejo  $L_k$  de excitación para cada antena  $2_i$  en emisión. Los coeficientes  $K_i$  y  $L_k$  de excitación permiten, respectivamente, reconstituir a partir de las señales  $s_i$  recibidas por las antenas  $2_i$  una señal coherente útil  $S$  y renviar esta señal útil  $S$  en forma de la señal  $s'_k$  a cada vía  $5_k$  de emisión formando los haces de emisión deseados. Los coeficientes  $K_i$  y  $L_k$  de excitación aportan una ganancia y un desfase, es decir, un factor multiplicativo complejo o una ponderación compleja, respectivamente, a cada vía  $4_i$  de recepción con respecto a las otras vías  $4_i$  de recepción, y a cada vía  $5_k$  de emisión con respecto a las otras vías  $5_k$  de emisión. De manera conocida por el experto en la materia, los valores complejos de los coeficientes  $K_i$  en recepción se optimizan y calculan digitalmente por los medios 35 de cálculo del ordenador 3 para maximizar la señal coherente resultante de la suma ponderada por los coeficientes  $K_i$  de las señales  $s_i$  recibidas.

35 Los medios 35 de los medios 30a de cálculo producen en función de las señales  $s_i$  de recepción de las antenas  $2_i$  una señal  $S$  igual a la suma ponderada de las señales  $s_i$  por los coeficientes  $K_i$  de excitación según la ecuación:

$$S = \sum_{i=1}^N K_i \cdot s_i$$

40 Según la invención, están previstos en la proximidad de la red 2 de elementos radiantes  $2_i$  unos sensores  $10_1, 10_2, \dots, 10_j, \dots, 10_M$  que miden el campo próximo irradiado por los elementos  $2_i$ , pudiendo ser  $M$  diferente de  $N$  y siendo en general superior al número  $N$  de elementos  $2_i$ .

45 La red de sensores 10 está unida por unos medios 11 de direccionamiento, de recogida y de recepción a los medios 30b de cálculo del ordenador 3.

Los medios 30b de cálculo de los coeficientes complejos  $L_k$  de excitación en emisión están representados en la figura 2.

50 El medio 30b de cálculo comprende un módulo 31 de determinación de los coeficientes  $L_k$  de excitación a partir del campo próximo  $E_{pj}$  medido por los sensores  $10_j$ .

55 Cada sensor  $10_j$  sirve para medir el campo próximo  $E_{pj}$  irradiado por la red 2 de elementos radiantes  $2_i$ . Está previsto un medio 11 de direccionamiento, de recogida y de recepción entre cada sensor  $10_j$  y un módulo 32 de cálculo de campo lejano. El módulo 32 calcula el campo lejano existente  $E_l$  a partir del campo próximo medido  $E_{pj}$  por los sensores  $10_j$ . El módulo 32 posee, por ejemplo, con este fin, unos algoritmos de cálculo avanzados del campo lejano a partir de datos en campos próximos planares, unas tablas de valor prerregistradas del diagrama de radiación de los sensores  $10_j$  y de los elementos  $2_i$  y/u otras reglas de correspondencia prerregistradas, estando prevista una memoria con este fin.

60 Un comparador 33 compara este campo lejano existente calculado  $E_l$  con un campo lejano de consigna  $E_{lc}$  predeterminado y prerregistrado, por ejemplo en un módulo 34. El comparador 33 calcula así una señal  $Err$  de error en campo lejano en función de la diferencia entre el campo lejano existente calculado  $E_l$  y el campo lejano de

consigna Elc. El módulo 31 de cálculo determina por medio de algoritmos de optimización avanzados los coeficientes  $L_k$  de excitación de los elementos  $2_i$  a partir de esta señal de error Err en campo lejano. La señal S se envía desde el módulo 35 de la parte 30a, cuando ésta está prevista, o desde un generador de señal S a emitir hasta el módulo 31 de cálculo. Los coeficientes  $L_k$  de excitación se aplican a la señal S a emitir en las diferentes vías  $5k$  de emisión por el módulo 31 para formar las señales  $s'_k$ .

$$s'_k = L_k \cdot S$$

El módulo 31 modifica el campo irradiado en emisión por los elementos  $2_i$ , que se medirá de nuevo por los sensores 10. Así, el campo lejano irradiado por los elementos  $2_i$  se optimiza jugando con los coeficientes  $L_k$  para aproximarse al campo ideal Elc o ser igual a éste. Por tanto, se regula el campo lejano irradiado por los elementos  $2_i$  para aproximarse o ser igual al campo lejano ideal Elc.

Evidentemente, puede haber más o menos elementos radiantes utilizados en emisión con respecto a la recepción, pudiendo ser el número de elementos emisores utilizados diferente del número de elementos receptores utilizados. Evidentemente, el sistema podría funcionar únicamente en emisión. En lo expuesto anteriormente, el índice  $i$  se refiere a los elementos utilizados en recepción, inferior o igual al número N de elementos de la red 2, y  $k$  se refiere a los elementos utilizados en emisión, inferior o igual al número N de elementos de la red 2. En un satélite, el sistema funciona en recepción y en emisión, es decir, en transpondedor, en el que la señal recibida es reemitida. Si el sistema no funciona como un transpondedor de satélite, sino principalmente en emisión, como, por ejemplo, para un radar, en el que se emite la señal, se recibe una señal de eco que es tratada aparte, la señal S procede entonces de un generador de señal y el bloque 30a se convierte en una fuente de señal digital S.

En la figura 3, la pluralidad de elementos radiantes  $2_i$ , simbolizada por dos trazos en la figura 3, se fija a un mismo primer soporte 20, mientras que la pluralidad de sensores  $10_j$  se fija a otro segundo soporte 100, diferente del primer soporte 20. El primer soporte 20 está formado, por ejemplo, por una misma placa plana. Está previsto, por ejemplo, un segundo soporte 100 para cada sensor 10. Este soporte 100 está formado, por ejemplo, por un vástago de mantenimiento, del cual un extremo está fijado al sensor  $10_j$  y del cual el otro extremo está fijado a una base 40 estable y rígida que puede ser la plataforma del satélite, a la cual está fijado asimismo el primer soporte 20 por medio de riostras 21. Los sensores  $10_j$  están posicionados en el espacio libre delante del plano de la red de elementos radiantes  $2_i$ , por ejemplo al estar situados en un mismo plano geométrico paralelo al plano en el que están dispuestos los elementos  $2_i$  de la red 2. La altura H entre los sensores 10 y los elementos  $2_i$ , por ejemplo perpendicularmente al plano en el que están dispuestos los elementos  $2_i$ , es, por ejemplo, superior a una quinta parte de la longitud de onda  $\lambda$  de trabajo de los elementos  $2_i$ .

La figura 3 muestra que los sensores  $10_j$  están previstos al lado y entre los elementos  $2_i$ . Existe un espacio 22 entre el primer soporte 20 de los elementos  $2_i$  y cada segundo soporte 100 de los sensores  $10_j$ . En la figura 3, la placa que forma el primer soporte 20 comprende unos orificios 23 para el paso de los segundos soportes 100 hacia dentro. Por consiguiente, cada segundo soporte 100 atraviesa un orificio 23 de la placa que forma el primer soporte 20 con el espacio 22 presente entre el borde del orificio 23 y el soporte 100. El espacio 22 permite así un juego entre el soporte 20 y el soporte 100. Este juego permitido por los espacios 22 permite que el primer soporte 20 se deforme en una cierta medida debido a tensiones térmicas o mecánicas, por ejemplo. La deformación del soporte 20 se tomará en cuenta por los sensores  $10_j$  debido a que estos sensores  $10_j$  medirán el campo próximo Epj irradiado por los elementos  $2_i$ . Por consiguiente, esta deformación se podrá corregir en tiempo real. Será posible así imponer unas exigencias mucho menos fuertes al primer soporte 20 y aceptar en una cierta medida una deformación de éste, lo cual permitirá aligerar este soporte 20 y los medios 21 de unión a la base 40.

La figura 4 muestra que se pueden prever varios sensores  $10_j$  alrededor y entre cada elemento radiante  $2_i$ , tal como, por ejemplo, en número de 6 por cada elemento  $2_i$  en la configuración hexagonal representada. Además, un sensor  $10_j$  puede estar previsto por encima de cada elemento  $2_i$ , tal como se representa asimismo en la figura 4. En este caso, el soporte 100 del sensor 10 situado por encima del elemento  $2_i$  atraviesa tanto el primero soporte 20 como este elemento  $2_i$ .

Los sensores 10 son muy discretos por su pequeño tamaño y debido a que no perturban el campo irradiado por la antena de red 2. Se pueden aplicar técnicas de difusión modulada a los sensores 10 para medir localmente el campo próximo irradiado por la antena de red 2.

La figura 1 representa un modo de realización de un sistema de sensores 10 que utilizan la técnica de difusión modulada para realizar las mediciones del campo próximo Epj localmente en el lugar de los sensores. Con este fin, el sistema comprende un bus 11j de direccionamiento de los sensores  $10_j$  desde el ordenador 3 y otra vía 19 de recogida de las mediciones de campo próximo Epj desde los sensores hacia un módulo 36 de recepción de medida. Debido a que, para direccionar uno de los sensores  $10_j$ , la señal de direccionamiento enviada por el ordenador 3 sobre el bus 11j, es modulada para este sensor 11j, con, por ejemplo, una modulación diferente de un sensor a otro para identificar las respuestas de los sensores a esta modulación sobre la vía de recogida 19, la señal de medida Epj recogida por el módulo 36 sobre la vía de recogida 19 y que tiene la modulación enviada al sensor 11j será la proporcionada por este sensor 11j. Después de haberse digitalizado previamente, el módulo 36 proporcionará las

diferentes mediciones de campo próximo  $E_{pj}$  al medio 30b.

5 Los sensores 10 se pueden calibrar recibiendo una señal de calibrado en campo lejano en la dirección DIR, por ejemplo desde tierra para un satélite. Esta calibración puede ser periódica, por ejemplo una vez por mes o por semana u otra. En el caso de un satélite, una estación de base terrestre ilumina el satélite en onda plana. Por este medio se determinan los coeficientes de corrección complejos de cada sensor 10 de forma que las respuestas en amplitud y en fase de los sensores se uniformicen y también que los ejes radioeléctricos de cada sensor sean ortogonales por sensor y paralelos entre ellos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema de emisión de haces electromagnéticos, que comprende una red (2) de elementos de emisión de haces electromagnéticos en campo lejano, siendo las señales que proceden de cada uno de los elementos y/o que llegan a los mismos ponderadas por unos coeficientes de excitación determinados digitalmente por unos medios de cálculo, que comprende
- 10 - una segunda red distinta de sensores (10) dispuestos en la proximidad de la red (2) de elementos radiantes con el fin de medir el campo próximo existente (E<sub>pi</sub>) irradiado por los elementos,
- 15 - unos medios (32) de cálculo del campo lejano (E<sub>l</sub>) irradiado por la red (2) a partir del campo próximo (E<sub>pi</sub>) medido realmente por los sensores (10),
- 20 - unos medios (31) de cálculo de corrección de los coeficientes de excitación de los elementos (2) a partir de la diferencia existente entre el campo lejano (E<sub>l</sub>) calculado a partir de la medición del campo próximo (E<sub>pi</sub>) y un campo lejano (E<sub>lc</sub>) de consigna predeterminado, caracterizado porque el sistema comprende:
- 25 los elementos radiantes (2<sub>i</sub>) de la red (2) están fijados a un primer soporte (20), estando cada sensor (10) fijado a un segundo soporte (100) distinto del primer soporte (20), estando el primer soporte (20) y los segundos soportes (100) fijados a una base común con un espacio (22) entre el primer soporte (20) y cada segundo soporte (100), comprendiendo el primer soporte (20) una placa de soporte en común de los elementos radiantes (2<sub>i</sub>) de la red (2), comprendiendo la placa unos orificios (23) para la travesía de los segundos soportes (100) con dicho espacio (22) presente entre el borde del orificio (23) y el segundo soporte (100), permitiendo dicho espacio (22) una deformación del primer soporte (20).
- 30 2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque el segundo soporte (100) para cada sensor (10) comprende un vástago de mantenimiento, del cual un extremo está fijado al sensor (10) y del cual el otro extremo está fijado a la base (40), a la cual está fijado asimismo el primer soporte (20) por medio de riostras (21), comprendiendo la placa unos orificios (23) para la travesía de los vástagos con dicho espacio (22) presente entre el borde del orificio (23) y el vástago.
- 35 3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los sensores están previstos al lado y entre los elementos (2<sub>i</sub>).
- 40 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque están previstos varios sensores alrededor y entre cada elemento (2<sub>i</sub>).
- 45 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque uno de los sensores está previsto por encima de cada elemento (2<sub>i</sub>), atravesando el segundo soporte (100) de este sensor previsto por encima de cada elemento (2<sub>i</sub>) el primer soporte (20) y dicho elemento (2<sub>i</sub>).
- 50 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los sensores (10) están posicionados en el espacio libre y distribuidos por encima del plano de la red (2) de elementos radiantes (2<sub>i</sub>).
7. Sistema según la reivindicación 6, caracterizado porque la altura (H) entre los sensores (10) y los elementos radiantes (2<sub>i</sub>) de la red (2) es superior a una fracción de la longitud de onda ( $\lambda$ ) de trabajo de los elementos (2<sub>i</sub>).
- 55 8. Sistema según la reivindicación 7, caracterizado porque la altura (H) entre los sensores (10) y los elementos radiantes (2<sub>i</sub>) de la red (2) es superior a una quinta parte de la longitud de onda ( $\lambda$ ) de trabajo de los elementos (2<sub>i</sub>).
- 60 9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los coeficientes de excitación comprenden un desfase y una amplitud, el sistema comprende para cada elemento de la red una vía asociada de recepción y/o una vía asociada de emisión, estando los medios de cálculo previstos para calcular el ajuste en desfase de los coeficientes de excitación y los ajustes en amplitud de los coeficientes de excitación para que el diagrama de radiación medido a partir de los sensores (10) sea lo más parecido posible a un diagrama de radiación de una consigna.
10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende unos medios de direccionamiento de los sensores y de recogida del valor de campo próximo (E<sub>pi</sub>) medido localmente en el lugar de cada sensor (10) utilizando el método de difusión modulada.

FIG. 1

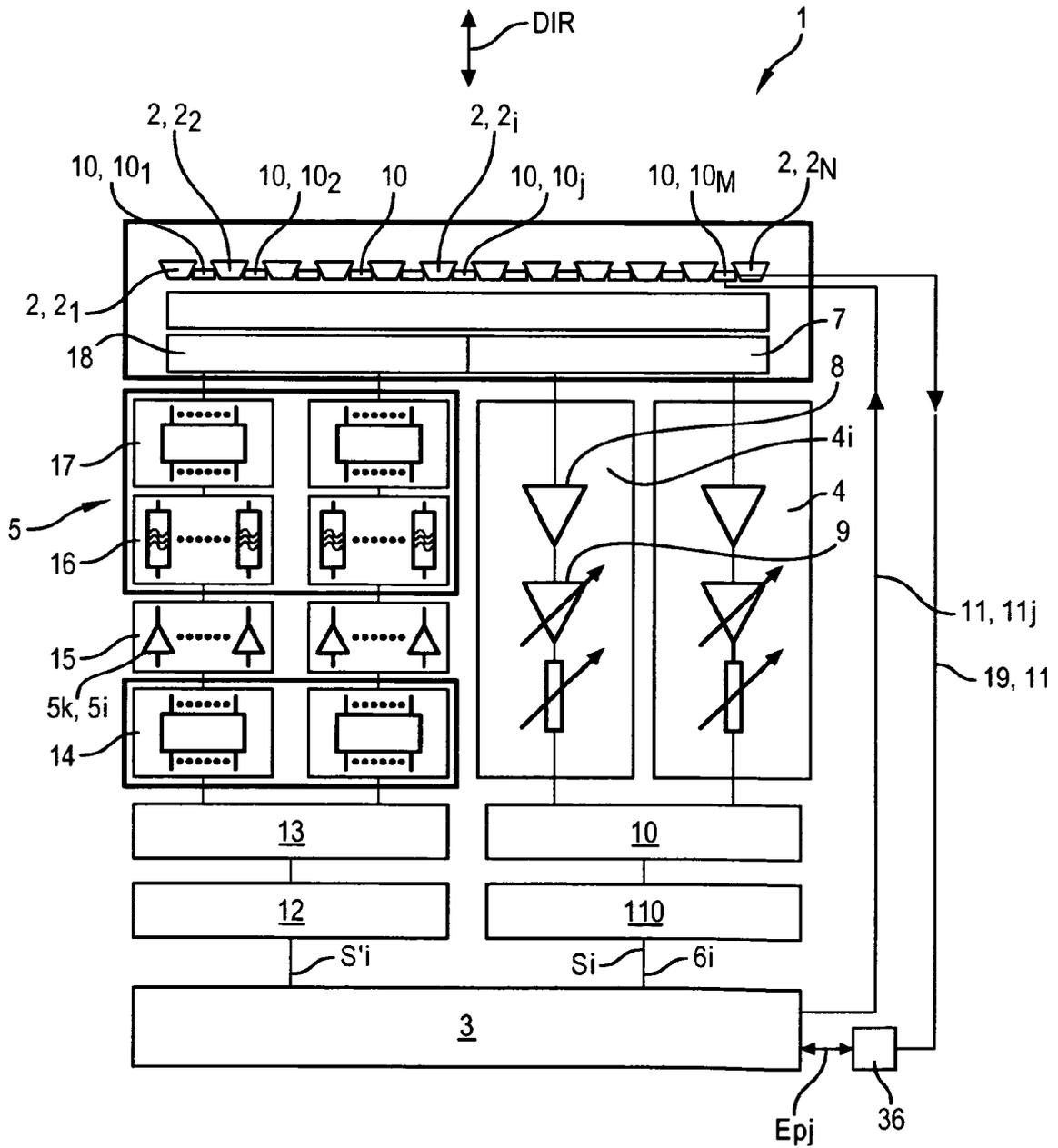


FIG. 2

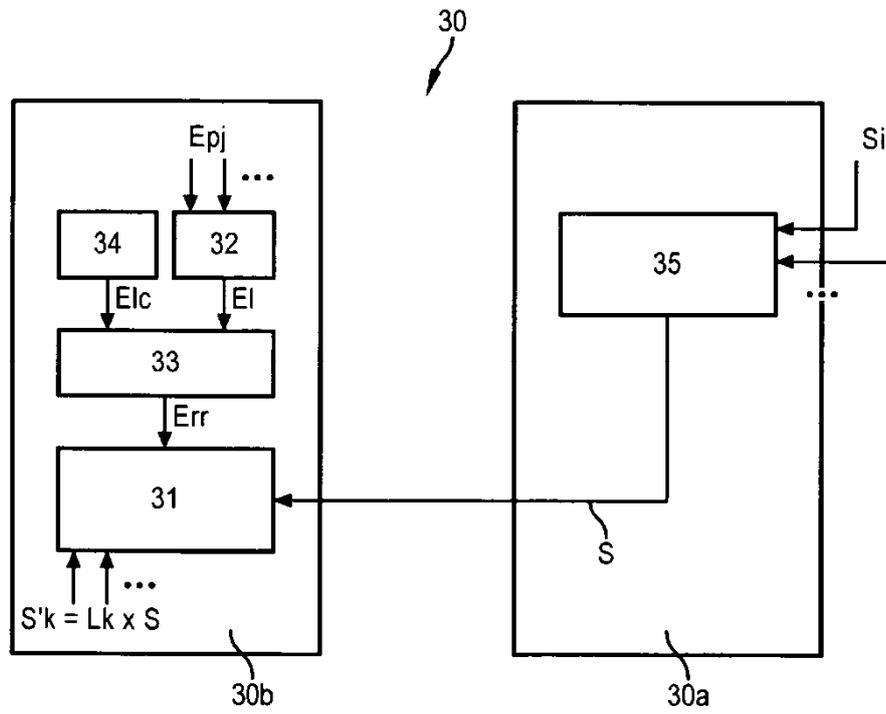


FIG. 3

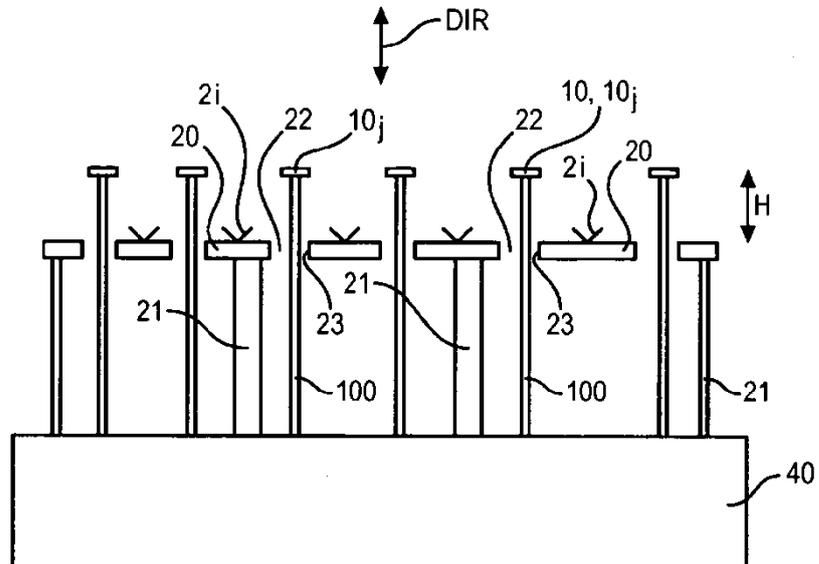


FIG. 4

