

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 147**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/24 (2006.01)

H01Q 3/28 (2006.01)

H01Q 21/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2011 E 11306517 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 2456008**

54 Título: **Antena de conmutación de haz**

30 Prioridad:

19.11.2010 FR 1004515

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

22.09.2020

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**LE ROUX, PER-YANN;
THIZON, SOPHIA y
MEURICHE, BERNARD**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 784 147 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

Antena de conmutación de haz

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una antena de conmutación de haz que comprende:

- un puerto de entrada para la conexión de un enlace RF, destinado al envío de una señal RF;
- un medio de ponderación y de división de dicha señal, conectado al puerto de entrada, en el que las salidas tienen asignado un peso diferente para obtener el valor de amplitud deseado de la señal;
- 10 - un medio de conmutación, conectado a las salidas del medio de ponderación y de división, y que comporta dos matrices de conmutación con N tomas de entrada, como $N=2^m$;
- una red de antenas que comporta elementos de antena conectados a las salidas del medio de conmutación; y
- un medio de control electrónico conectado al medio de conmutación y de distribución.

15 **[0002]** Los sistemas de conmutación por radiofrecuencia/hiperfrecuencia, tales como las redes de comunicación reconfigurables, comprenden dispositivos de antena, algunos de los cuales comportan una tarjeta de conmutación.

[0003] Esta tarjeta de conmutación comprende una o varias matrices de conmutación compuesta por N
20 entradas orientadas hacia N salidas según diferentes combinaciones, cada salida corresponde a un instante, a una y una sola entrada. Está destinada a conmutar las N señales de entradas hacia N tarjetas de antenas.

[0004] Los documentos US 5 543 807A y US 5 874 915A describen antenas de conmutación de haz según la
25 técnica anterior.

[0005] En el caso de antenas de conmutación de haz que comprenden un número reducido de elementos de antena colocados de manera equidistante siguiendo una disposición circular, se conoce la posibilidad de utilizar conmutadores con dos entradas y dos salidas, en los que los dos estados están controlados por un único control como matrices de conmutación. Una utilización de tales conmutadores dispuestos en paralelo con salidas entrelazadas
30 combinada con conmutadores con una entrada y dos salidas permite excitar las antenas adyacentes, conduciendo a la generación de un haz directivo rotativo en todas las direcciones posibles del plano. Por ejemplo, en el caso de una antena con ocho elementos de antena, se conoce, en concreto por la figura 6 del documento WO2008/087392, la utilización de dos matrices de conmutación con dos entradas y dos salidas tales como las descritas anteriormente para poder alimentar cuatro antenas simultáneamente con señales diferentes. La combinación de tales matrices con un
35 conmutador a una entrada y dos salidas, conectado por un lado a cada salida de las matrices y por otro lado a un par de elementos de antena con la misma paridad, permite entonces la excitación de cuatro antenas adyacentes en el conjunto de las ocho antenas con la posibilidad de utilizar dos valores de amplitud diferentes de las señales.

[0006] Sin embargo, en el caso de una antena que presente un número más importante de señales diferentes
40 que alimenten los elementos de antena, el dispositivo se complica muy rápidamente a nivel de la matriz de conmutación si se quiere alimentar un número elevado de elementos de antena adyacentes con al menos cuatro señales diferentes.

El objeto de la invención por tanto es proponer una antena de conmutación de haz que presente una arquitectura simple para las aplicaciones que necesiten la obtención de un haz simétrico generado por ocho elementos de antena
45 adyacentes construido a partir de 4 señales de amplitudes diferentes. Y, más generalmente, la invención se refiere a una antena que comporta 2 matrices $N \times N$ y $2kN$ elementos de antena con $2N$ elementos de antena activos.

[0007] A estos efectos, la invención tiene por objeto una antena de conmutación de haz del tipo mencionado, caracterizado porque cada matriz de conmutación comprende $\text{Log}_2(N)$ etapas, cada etapa comporta $N/2$
50 conmutadores de matriz con dos entradas y dos salidas, los conmutadores de matriz están dispuestos de manera matricial, cada conmutador de matriz está señalado por una etapa X y una línea Y, las dos salidas de los $N/2$ conmutadores de matriz, señalados cada uno por una etapa X y una línea Y, están unidas directamente por un lado a una entrada de un conmutador de matriz posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y en la línea Y y por otro lado a la entrada restante de un segundo conmutador de matriz posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y en la línea Yx, según
55 una ley de interconexión física de los conmutadores.

[0008] Según otras realizaciones, la antena de conmutación de haz comprende una o más de las siguientes características, tomadas de forma aislada o en cualquier combinación técnicamente posible:

60 - la ley de interconexión física se define según la siguiente regla:
Para $X=1$

$$Y_x = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right)$$

Para $X > 1$

$$Y_X = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right) + \sum_{i=2}^X \left[(-1)^{E\left(1 + \frac{Y \times 2^i}{N+2^i}\right)} \times \frac{N}{2^i} \right]$$

5

donde $E(x)$ representa la función parte entera;

- cada matriz de conmutación comprende cuatro entradas y cuatro salidas, es decir $N=4$, y en la que cada matriz de conmutación comprende dos etapas de dos conmutadores de matriz con dos entradas y dos salidas, las dos salidas de los dos conmutadores de matriz de la primera etapa están unidas directamente por una parte a una entrada de un conmutador de matriz de la segunda etapa y por otro lado a la entrada restante del segundo conmutador de matriz de la segunda etapa;
- la antena comporta un medio de distribución cuyas entradas están conectadas cada una a una salida de las matrices de conmutación y cuyas salidas están unidas cada una a un elemento de antena;
- 15 - el medio de distribución comporta $2N$ conmutadores de distribución con una entrada y k salidas;
- los elementos de antena están dispuestos alrededor de una superficie cilíndrica siguiendo una numeración creciente, una mitad de los elementos es de orden par, la otra mitad es de orden impar y en la que, los conmutadores de distribución están numerados siguiendo un orden creciente en pasos de uno y las salidas de las matrices de conmutación están numeradas siguiendo un orden creciente en pasos de dos, los N primeros conmutadores de distribución con una entrada y k salidas del medio de distribución están unidos por un lado a la primera matriz de conmutación a la entrada y por otro a los elementos de antena de orden impar a la salida, los otros N conmutadores de distribución están unidos por un lado a la otra matriz de conmutación a la entrada y por otro lado a los elementos de antena de orden par a la salida, los k elementos de antena, cuya numeración tiene por resto r en su división euclidiana entre $2N$, están conectados a los conmutadores de distribución numerados r , cada conmutador de distribución está unido a una salida de matrices de conmutación con la misma numeración;
- 20 - el medio de ponderación y de división es capaz de asignar un mismo grupo de N valores determinados a las N entradas de cada matriz de conmutación;
- el grupo de N valores está constituido por $N/2$ pares de dos valores, un mismo par está utilizado en la entrada de un conmutador de matriz posicionado en una misma línea Y de cada matriz de conmutación, y
- 25 - el medio de distribución comporta ocho conmutadores de distribución con una entrada y cuatro salidas.

[0009] La invención se refiere asimismo a un vehículo que comporta una tal antena de conmutación de haz.

[0010] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una antena de conmutación de haz según la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática de una matriz de conmutación según la invención;
- la figura 3 es una representación esquemática del funcionamiento de un elemento de base de la matriz, el conmutador con entradas y dos salidas cuyos dos estados se controlan con un único control;
- 40 - la figura 4 es una representación esquemática de un ejemplo de funcionamiento de la matriz de conmutación de la figura 3;
- la figura 5 es una representación esquemática de otro ejemplo de funcionamiento de la matriz de conmutación de la figura 3;
- 45 - la figura 6 es una representación esquemática de una antena que ilustra la distribución de las ponderaciones asociadas a los elementos de antena adyacentes;
- la figura 7 es una representación esquemática de una antena de conmutación de haz con M elementos de antena;
- la figura 8 es una representación esquemática de un haz generado por $2N$ elementos de antena adyacentes;
- la figura 9 es una representación esquemática de una matriz de conmutación con N entradas y N salidas, y
- 50 - la figura 10 es una representación esquemática de una matriz par con ocho entradas y ocho salidas.

[0011] La antena de conmutación de haz 10 según la invención, ilustrada en la figura 1, comprende un puerto de entrada principal 12 para la conexión del enlace de radiofrecuencia y un grupo de elementos de antena 14 a la salida. Asimismo, comprende un bloque de ponderación y de división 16 con una entrada y ocho salidas, un bloque de conmutación 18 con ocho entradas y ocho salidas y un bloque de distribución 20 con ocho entradas y 32 salidas. Por último, un bloque de control 22 está unido a los bloques de conmutación 18 y de distribución 20 para la selección del estado de cada bloque para alimentar diferentes elementos de antena 14 en función de la dirección deseada del haz.

[0012] Los elementos de antena 14 están repartidos siguiendo una disposición circular y ordenados siguiendo una numeración creciente para distinguir los elementos de orden par de los elementos de orden impar. Aquí, el número de elementos de antena es igual a 32, estos últimos están numerados sucesivamente de 1 a 32.

[0013] El puerto de entrada 12, capaz de recibir una señal de entrada, está unido directamente a la entrada del bloque de ponderación y de división 16 cuyas ocho salidas están conectadas a las ocho entradas del bloque de conmutación 18.

5 **[0014]** El bloque de ponderación y de división 16 es capaz de asociar una ponderación diferente {a, b, c, d, e, f, g, h} a cada una de sus ocho salidas siguiendo configuraciones predeterminadas. La señal de entrada se reproduce en varias señales de amplitudes diferentes y de fases diferentes, esta división de la señal es simétrica, es decir que el grupo de valor {a, b, c, d} debe tener las mismas señales ponderadas que {e, f, g, h} es decir $\{a, b, c, d\} = \{e, f, g, h\}$. Se designa entonces un grupo par, destinado a los elementos de antena de orden par, y un grupo impar para los
10 elementos de antena de orden impar. Según la realización preferida de la invención, un mismo grupo de cuatro valores diferentes {a, b, c, d} está asociado a la vez a las cuatro primeras salidas y a las cuatro últimas salidas, cada grupo está descompuesto en un par de dos valores diferentes {(a, b), (c, d)}.

[0015] El bloque de conmutación 18 comporta dos matrices de conmutación 24a, 24b con cuatro entradas y
15 cuatro salidas dispuestas en paralelo, y comprende por tanto un total de ocho entradas y ocho salidas. Las cuatro primeras salidas del bloque de ponderación y de división 16, correspondientes al grupo impar, están unidas a las cuatro entradas de la primera matriz 24a, las cuatro últimas salidas, correspondientes al grupo par, están unidas a las cuatro entradas de la segunda matriz 24b.

20 **[0016]** Según el principio de asociación de las ponderaciones descrito anteriormente, un mismo grupo de valores {a, b, c, d} está asociado a las cuatro entradas de la primera matriz 24a y a las cuatro entradas de la segunda matriz 24b. Más particularmente, un mismo par de valores (a, b) está asociado a las dos primeras entradas de cada matriz 24a, 24b y un mismo par de valores (c, d) está asociado a las dos últimas entradas de cada matriz 24a, 24b. Por ejemplo, un par de valores (0,5; 1) está asociado a las dos primeras entradas de cada matriz 24a, 24b y un par de
25 valores (0,7; 0,9) está asociado a las dos últimas entradas de cada matriz 24a, 24b.

[0017] El bloque de distribución 20 comporta ocho conmutadores 26 con una entrada y cuatro salidas. Las cuatro primeras entradas del bloque de distribución 20 están unidas a las cuatro salidas de la primera matriz de conmutación 24a, las cuatro últimas entradas están unidas a las cuatro salidas de la segunda matriz de conmutación
30 24b. Cada salida del bloque de distribución está unida directamente a un elemento de antena 14 entre un grupo de 32 elementos siguiendo un entrelazamiento de los enlaces como ilustra la numeración de la figura 1. Los primeros dieciséis enlaces están conectados a los elementos 14 de orden impar, los dieciséis últimos enlaces están conectados a los elementos 14 de orden par.

35 **[0018]** Cada salida de los conmutadores 26 con una entrada y cuatro salidas está unida a los elementos de antena 14 siguiendo una numeración creciente de ocho en ocho.

[0019] La arquitectura de la matriz de conmutación 24a, idéntica a la matriz de conmutación 24b, se ilustra en la figura 2. Comporta cuatro conmutadores 30a, 30b, 30c, 30d con dos entradas y dos salidas cuyos otros dos estados
40 están controlados por un control único. Comprende en total cuatro entradas principales 32 y cuatro salidas principales 34.

[0020] La figura 3 representa el funcionamiento de un tal conmutador, aquí el conmutador 30a, constituido por dos entradas locales anotadas aquí 36a, 36b y dos salidas locales anotadas aquí 38a, 38b.
45

[0021] En un estado 0, las dos entradas 36a, 36b están conectadas a las dos salidas 38a, 38b. En el otro estado 1, las entradas 36a, 36b están conectadas cada una con la otra salida, es decir, respectivamente 38b y 38a.

[0022] Como se representa en la figura 2, una primera etapa 40 está constituida por dos conmutadores 30a, 30b anteriores cuyas entradas locales 36a, 36b, 36c, 36d respectivamente están unidas a las entradas principales 32. Una segunda etapa 42 está constituida por dos conmutadores 30c, 30d posteriores cuyas salidas locales 38a, 38b ; 38c, 38d están unidas a las salidas principales 34.

[0023] Una primera salida local 38a, 38d, de cada conmutador 30a, 30b de la primera etapa 40 está unida
55 directamente a una primera entrada local 36a, 36d de un conmutador correspondiente 30c, 30d de la segunda etapa 42. La segunda salida local 38b, 38c de cada conmutador 30a, 30b está unida directamente a la segunda entrada local 36c, 36b del conmutador de la segunda etapa 42 al que aún no está unida.

[0024] En particular, la primera salida local 38a del primer conmutador anterior 30a de la primera etapa 40 está
60 unida a la primera entrada local 36a del primer conmutador posterior 30c de la segunda etapa 42.

[0025] La segunda salida local 38b del primer conmutador anterior 30a de la primera etapa 40 está unida a la primera entrada local 36c del segundo conmutador posterior 30d de la segunda etapa 42.

65 **[0026]** La primera salida local 38c del segundo conmutador anterior 30b de la primera etapa 40 está unida a la

segunda entrada local 36b del primer conmutador posterior 30c de la segunda etapa 42.

[0027] Por último, la segunda salida local 38d del segundo conmutador anterior 30b de la primera etapa 40 está unida a la segunda entrada local 36d del segundo conmutador posterior 30d de la segunda etapa 42.

5

[0028] Las figuras 4 y 5 ilustran dos ejemplos de combinaciones posibles de la matriz de conmutación 24a, 24b según la invención.

[0029] Así, la matriz de conmutación 24a, 24b sirve para repartir cuatro señales diferentes A, B, C y D hacia cuatro salidas según 16 combinaciones diferentes.

[0030] La utilización de dos matrices 24a y 24b del tipo mencionado, asociadas a los conmutadores 26, permite alimentar ocho elementos de antena 14 que, gracias al medio de control 22, se seleccionan de manera que siempre sean adyacentes y de manera que formen un haz simétrico.

15

[0031] La figura 6 ilustra el principio de asociación de las ponderaciones a los diferentes elementos de antena adyacentes. Hay que señalar que la antena, tal como se representa en esta figura, no es representativa de la disposición exacta y del número de elementos de antena según la invención.

[0032] Durante el funcionamiento, el medio de control 22 selecciona, mediante señales de mando de tipo binario, el estado de los conmutadores 30a a 30d de cada matriz de conmutación 24a, 24b y de los conmutadores 26 para alimentar ocho elementos de antena 14 de tal manera que las cuatro señales de amplitud diferente estén repartidas, según su ponderación, para formar un haz simétrico.

[0033] En la figura 6, el haz está generado así por los elementos de antena anotados N-3 a N+4 con amplitudes 0,5 ; 0,7 ; 0,9 ; 1 ; 1 ; 0,9 ; 0,7 ; 0,5. A cada paso de la antena se asocian señales de control que van a seleccionar un nuevo estado de los conmutadores 30a a 30d de cada matriz de conmutación 24a, 24b y conmutadores 26 para escalar sucesivamente la alimentación de los elementos de antena 14, permitiendo así obtener una rotación del haz.

30

[0034] Como se ilustra en la figura 7, las enseñanzas descritas anteriormente pueden generalizarse en el caso de una antena con M elementos de antena 14. Una tal antena 10 comprende principalmente un bloque de ponderación 16 con una entrada y 2N salidas, Comprende asimismo un bloque de conmutación 18 con 2N entradas y 2N salidas, así como un bloque de distribución 20 que comprende conmutadores 52 con una entrada y k salidas. El bloque de distribución 20 comprende por tanto 2N entradas y 2kN salidas. La antena comprende un número total de 2kN elementos de antena 14 y permite solicitar al mismo tiempo 2N elementos de antena 14 para formar un haz.

35

[0035] El bloque de ponderación 16 está compuesto por una entrada de 2N salidas simétricas correspondiente a los dos grupos 44, 46 de N señales ponderadas.

40

[0036] Se designan estas salidas $[I_1, I_2, I_3, \dots, I_{N-1}, I_N]$ para el primer grupo 46 denominado grupo impar y $[P_1, P_2, P_3, \dots, P_N]$ para el segundo grupo 44 denominado grupo par. Un valor de ponderación idéntico se aplica a cada salida con la misma numeración. Por ejemplo, I_1 tiene la misma ponderación que P_1 , de manera que las señales salidas de I_1 y de P_1 son idénticas.

45

[0037] Las señales relativas a las salidas del grupo par 44 están asociadas a los elementos de antena 14 de numeración pares mediante bloques de conmutación 18 y de distribución 20. Asimismo, las señales relativas a las salidas del grupo impar 46 están asociadas a las antenas de numeración impares mediante bloques de conmutación 18 y de distribución 20.

50

[0038] El bloque de conmutación 18 comprende dos matrices de conmutación 48, 50 idénticas con N entradas y N salidas. Las entradas de la primera matriz 48, denominada matriz par, están conectadas a las salidas del bloque de ponderación 16, asociadas al grupo par 44, las entradas de la segunda matriz 50, denominada matriz impar, están conectadas a las salidas del bloque de ponderación 16, asociadas al grupo impar 46.

55

[0039] Las salidas de las matrices de conmutación 48, 50 están numeradas por orden creciente con pasos de 2, de 1 a 2N-1 para la matriz impar 50 y de 2 a 2N para la matriz par 48, esta numeración corresponde a la numeración de las salidas del bloque de conmutación 18.

[0040] El bloque de reparto 20 comprende 2N conmutadores 52 idénticos con una entrada y k salidas, cada entrada está conectada a una salida del bloque de conmutación 18. Cada conmutador 52 designado con la forma SPkT-r, está conectado a la salida r correspondiente del bloque de conmutación 18. Por ejemplo, una SPkT-2 corresponde al conmutador 52 conectado a la salida 2 del bloque de conmutación.

[0041] Los M elementos de antena 14, numerados de 1 a M, están dispuestos de manera creciente alrededor

65

de un cilindro (no representado) y están agrupados en $2N$ grupos 54 de k elementos de antena 14. Para un grupo 54 dado, los k elementos de antena 14 están conectados al mismo SPKT 52.

5 **[0042]** El siguiente principio se aplica a un conmutador 52 SPKT- r dado para determinar los k elementos de antena 14 que tiene unidos. Así, los k elementos de antena 14 cuya numeración tiene como resto r en su división euclidiana entre $2N$, están unidos al conmutador 52 SPKT- r .

10 **[0043]** Por ejemplo, los k elementos de antena 14 cuya numeración tiene como resto 2 en su división euclidiana entre $2N$, están unidos al SPKT-2. Así, para una antena que comprende matrices 48, 50 con 8 entradas y 8 salidas, correspondiente a $N=8$, y un número total $M=2kN=64$ de elementos de antena, correspondiente a $k=4$, los elementos de antena $n^{\circ}2$, $n^{\circ}18$, $n^{\circ}34$ y $n^{\circ}50$ están unidos al SP4T-2.

15 **[0044]** Al final, como se ilustra en la figura 8, $2N$ elementos de antena están alimentados por las señales ponderadas de los grupos impares $\{I_1, I_2, \dots, I_N\}$ y pares $\{P_1, P_2, \dots, P_N\}$ de tal manera que el reparto de las señales sea simétrico, lo que forma un haz simétrico orientado en el eje del conjunto formado por estos $2N$ elementos de antena.

20 **[0045]** La figura 9 representa una matriz de conmutación par 48 con N entradas y N salidas, como $N = 2^m$, donde m es un entero natural.

[0046] Esta matriz 48 comprende $\log_2(N)$ etapas de $N/2$ conmutadores 56 con dos entradas y dos salidas. Cada conmutador 56 idéntico al conmutador 30a representado en la figura 3 está señalado con un número de línea Y y un número de etapa X .

25 **[0047]** Las N señales ponderadas, asociadas a las N entradas 58, provienen de un mismo grupo de paridad y están clasificadas en $N/2$ pares 60 de dos. El par de la línea 1 está compuesto por las señales P_1 y P_N , el par de la línea 2 está compuesto por las señales P_2 y P_{N-1} . Así, según el mismo principio, el par de la línea Y está constituido por las señales P_Y y P_{N-Y+1} .

30 **[0048]** Para una etapa X dada, las dos salidas locales de los $N/2$ conmutadores 56 posicionados en una etapa X y en una línea Y , están unidas directamente por un lado a una entrada de un conmutador 56 posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y en la línea Y y por otro lado a la entrada restante de un segundo conmutador 56 posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y en la línea Y_x , según una ley de interconexión física de los conmutadores.

35 **[0049]** Así, sea cual sea la etapa X considerada, una primera salida local de un conmutador 56 está conectada a una entrada de un conmutador 56 posicionado en la etapa siguiente y en la misma línea.

40 **[0050]** Sin embargo, según la etapa X considerada, la segunda salida local está conectada a la entrada restante de un conmutador posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y a la línea Y_x . La determinación de la línea Y_x se realiza mediante una ley de interconexión física que toma dos formas diferentes según la etapa X considerada.

Para $X=1$

$$Y_x = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right)$$

45

Para $X>1$

$$Y_x = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right) + \sum_{i=2}^X \left[(-1)^{E\left(1 + \frac{Y \times 2^i}{N+2^i}\right)} \times \frac{N}{2^i} \right]$$

50 donde $E(x)$ representa la función parte entera,

[0051] La figura 10 ilustra el ejemplo de una matriz par 48 con ocho entradas y ocho salidas, correspondiente a $N=8$, es decir $m=3$. Comporta por tanto tres etapas de cuatro conmutadores 56. Cada conmutador 56, posicionado en la etapa X y en la línea Y , está definido por la expresión DPDT(X, Y).

55

[0052] Las ocho entradas 62 están asociadas a las señales P_1 a P_8 del grupo par. Las ocho salidas 64 están conectadas a los elementos de antena 14 de orden par numerados de dos a dieciséis.

[0053] Un primer conjunto 66 representa el conjunto de las conexiones entre los conmutadores de la primera

etapa y los de la segunda etapa. Un primer grupo 68 está compuesto por los cuatro conmutadores siguientes: DPDT(1,1), DPDT(1,4), DPDT(2,1), DPDT(2,4). Un segundo grupo 70 está compuesto por los cuatro conmutadores siguientes: DPDT(1,2), DPDT(1,3), DPDT(2,2), DPDT(2,3).

- 5 **[0054]** Un segundo conjunto 72 representa el conjunto de las conexiones entre los conmutadores de la segunda etapa y los de la tercera etapa. Un primer grupo 74 está compuesto por los cuatro conmutadores siguientes: DPDT(2,1), DPDT(2,2), DPDT(3,1), DPDT(3,2). Un segundo grupo 76 está compuesto por los cuatro conmutadores siguientes: DPDT(2,3), DPDT(2,4), DPDT(3,3), DPDT(3,4).
- 10 **[0055]** Cada grupo comprende dos etapas de dos conmutadores 56, los conmutadores 56 están unidos entre sí siguiendo el mismo principio que la matriz de conmutación 24a ilustrado en la figura 2.
- [0056]** La arquitectura del bloque de conmutación es simple en su forma según la invención para las aplicaciones que necesitan un haz simétrico generado por 2N elementos de antena 14 adyacentes construido a partir de N señales de amplitud diferente. En el caso del modo de realización preferido según la invención, solo se necesitan ocho combinaciones a la salida de cada matriz de conmutación 24a, 24b. De hecho, como la ponderación es simétrica y ordenada de la misma manera sea cual sea la posición del haz, dos elementos de antena 14 sucesivos con la misma paridad no podrán tener nunca al mismo tiempo valores de amplitud de las señales (a, d) y (b, c) si se considera un grupo de valores de amplitud creciente {, b, c, d}.
- 15
- 20 **[0057]** La invención permite evitar utilizar una matriz de conmutación clásica con cuatro entradas y cuatro salidas para las aplicaciones en las que solamente sean necesarias 16 combinaciones o menos comparadas con las 24 combinaciones de una matriz 4 X 4 clásica.
- 25 **[0058]** Así, respecto de una arquitectura clásica que comprende dos matrices con cuatro entradas y cuatro salidas, en la que cada matriz está compuesta por tres etapas de dos conmutadores con dos entradas y dos salidas cuyos dos estados están controlados por un control único, la invención permite la realización de una arquitectura menos compleja gracias a la supresión de una etapa de dos conmutadores en cada matriz de conmutación.
- 30 **[0059]** Además, esta supresión de una etapa de dos conmutadores permite obtener un ahorro de espacio. Por último, también permite disminuir las pérdidas de inserción, así como las dispersiones de amplitudes y de fases entre las señales ponderadas.
- [0060]** Aunque la descripción precedente expone una antena funcionando en emisión, deberá entenderse que
- 35 la presente invención se refiere asimismo a una antena en recepción, en cuyo caso los calificativos de «entrada» y de «salida» se convierten respectivamente en de «salidas» y de «entradas».

REIVINDICACIONES

1. Antena de conmutación de haz que comprende:

- 5 - un puerto de entrada (12) para la conexión de un enlace RF, destinado al envío de una señal RF;
 - un bloque de ponderación y de división (16) de dicha señal, conectado al puerto de entrada, en el que las salidas tienen asignado un peso diferente para obtener el valor de amplitud deseado de la señal;
 - un bloque de conmutación (18), conectado a las salidas del medio de ponderación y de división (16), y que comporta dos matrices (24a, 24b ; 48, 50) de conmutación con N tomas de entrada, como $N=2^m$;
 - 10 - un bloque de distribución (20);
 - una red de antenas que comporta elementos de antena (14) conectados a las salidas del medio de conmutación (18); y
 - un bloque de control electrónico (22) conectado al bloque de conmutación (18) y al bloque de distribución (20);
- 15 **caracterizada porque** cada matriz de conmutación (24a, 24b ; 48, 50) comprende $\text{Log}_2(N)$ etapas, cada etapa comporta $N/2$ conmutadores de matriz (30a, 30b ; 30c, 30d ; 56) con dos entradas y dos salidas, los conmutadores de matriz están dispuestos de manera matricial, cada conmutador de matriz está señalado por una etapa X y una línea Y, las dos salidas de $N/2$ conmutadores de matriz (30a, 30b ; 56), señalados cada uno por una etapa X y una línea Y, están unidas directamente por un lado a una entrada de un conmutador de matriz (30c, 30d ; 56) posicionado en la
- 20 etapa siguiente $X+1$ y en la línea Y y por otro lado a la entrada restante de un segundo conmutador de matriz (30d, 30c ; 56) posicionado en la etapa siguiente $X+1$ y en la línea Y_x , siguiendo una ley de interconexión física de los conmutadores definida según la regla siguiente:

Para $X=1$

25

$$Y_x = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right)$$

Para $X>1$

30

$$Y_x = \left(1 - Y + \frac{N}{2}\right) + \sum_{i=2}^X \left[(-1)^{E\left(1 + \frac{Y \times 2^i}{N+2^i}\right)} \times \frac{N}{2^i} \right]$$

donde $E(x)$ representa la función parte entera, y **porque** la antena comporta un bloque de reparto (20) que comprende $2N$ conmutadores de distribución (26; 52) con una entrada y k salidas, cuyas entradas están conectadas cada una a una salida de las matrices de conmutación (24a, 24b ; 48, 50) y cuyas salidas están unidas cada una a un elemento

35 de antena (14), y **porque** los elementos de antena (14) están dispuestos alrededor de una superficie cilíndrica siguiendo una numeración creciente, una mitad de los elementos es de orden par, la otra mitad es de orden impar y en la que, los conmutadores de distribución (26; 52) están numerados siguiendo un orden creciente en pasos de uno y las salidas de las matrices de conmutación (24a, 24b; 48, 50) están numeradas siguiendo un orden creciente en

40 pasos de dos, los N primeros conmutadores de distribución (26; 52) con una entrada y k salidas del bloque de distribución (20) están unidos por un lado a la primera matriz de conmutación (24a; 50) a la entrada y por otro lado a los elementos de antena (14) de orden impar a la salida, los otros N conmutadores de distribución (26; 52) están unidos por un lado a la otra matriz de conmutación (24b, 48) a la entrada y por otro lado a los elementos de antena (14) de orden par a la salida, los k elementos de antena, cuya numeración tiene por resto r en su división euclidiana entre $2N$, están conectados a los conmutadores de distribución (26; 52) numerados r , cada conmutador de distribución (26; 52)

45 está unido a una salida de las matrices de conmutación (24a, 24b, 48, 50) con la misma numeración.

2. Antena de conmutación de haz según la reivindicación 1 en la que el bloque de ponderación y de división (16) es apto para asignar un mismo grupo de N valores determinados a las N entradas de cada matriz de conmutación (24a, 24b; 48, 50).

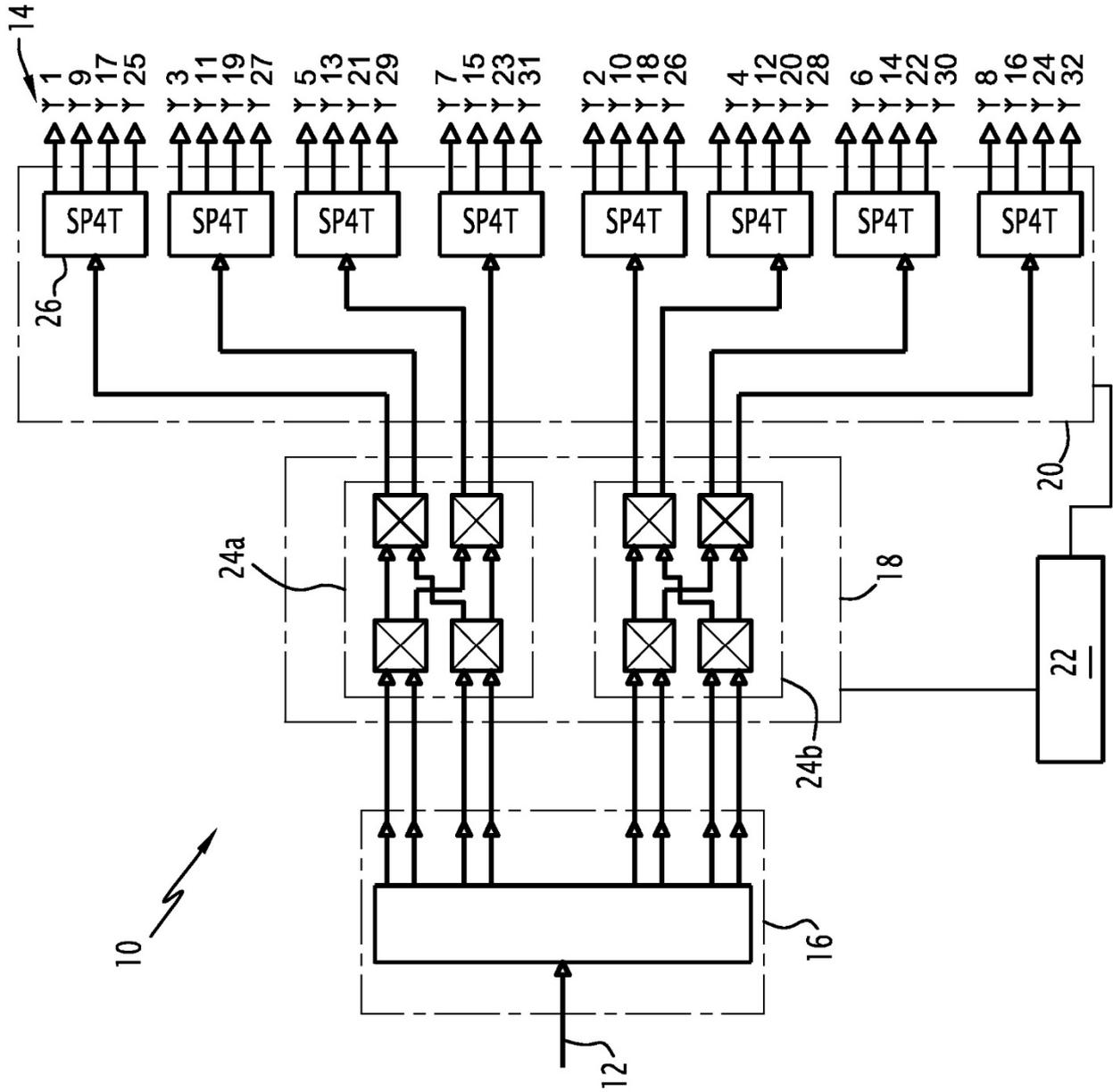
50

3. Antena de conmutación de haz según la reivindicación 2 en la que el grupo de N valores está constituido por $N/2$ pares (60) de dos valores, un mismo par (60) se utiliza a la entrada de una conmutación de matriz (30a, 30b; 30c, 30d; 56) posicionado en una misma línea Y de cada matriz de conmutación (24a, 24b; 48, 50).

55 4. Antena de conmutación de haz según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en la que el bloque de distribución (20) comporta ocho conmutadores de distribución (26; 52) con una entrada y cuatro salidas.

5. Vehículo que comporta una antena de conmutación de haz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

FIG.1



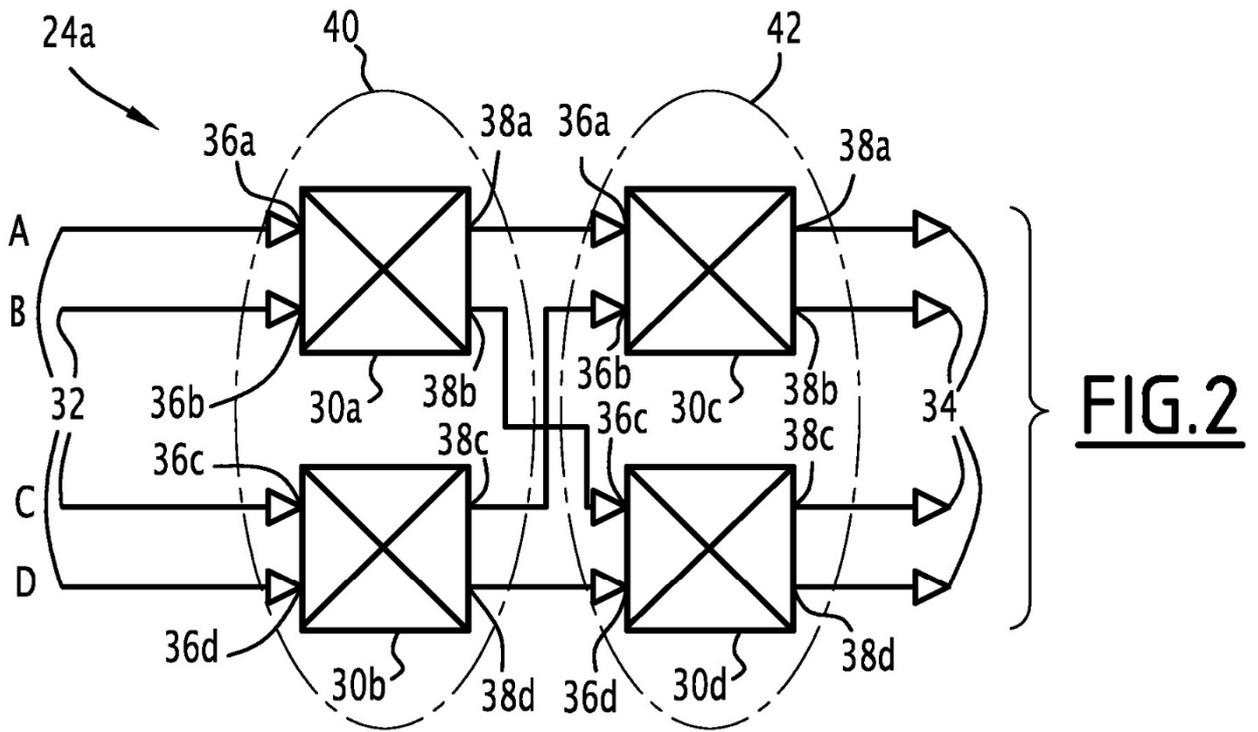


FIG. 2

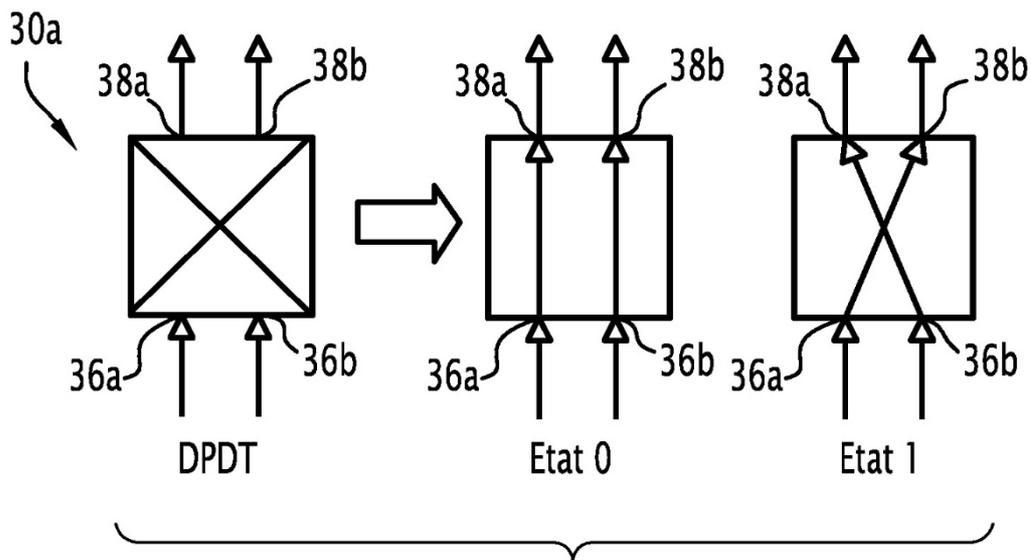


FIG. 3

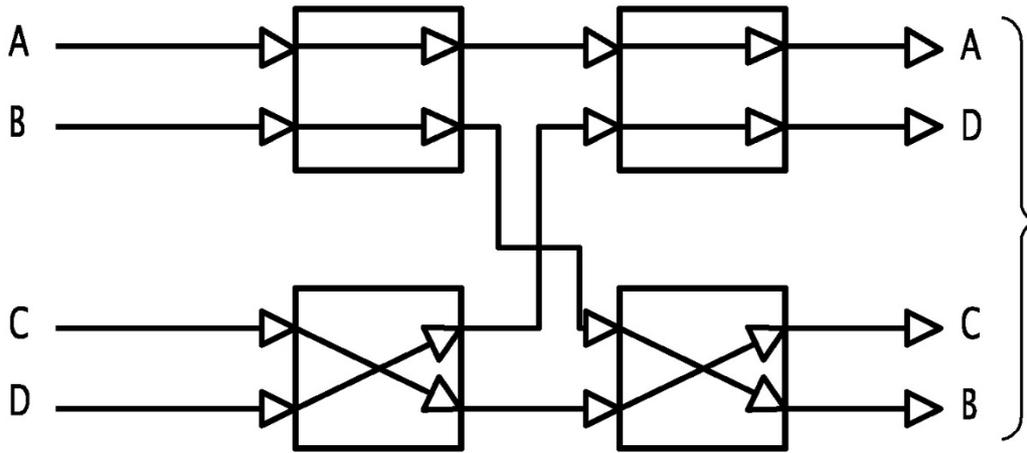


FIG.4

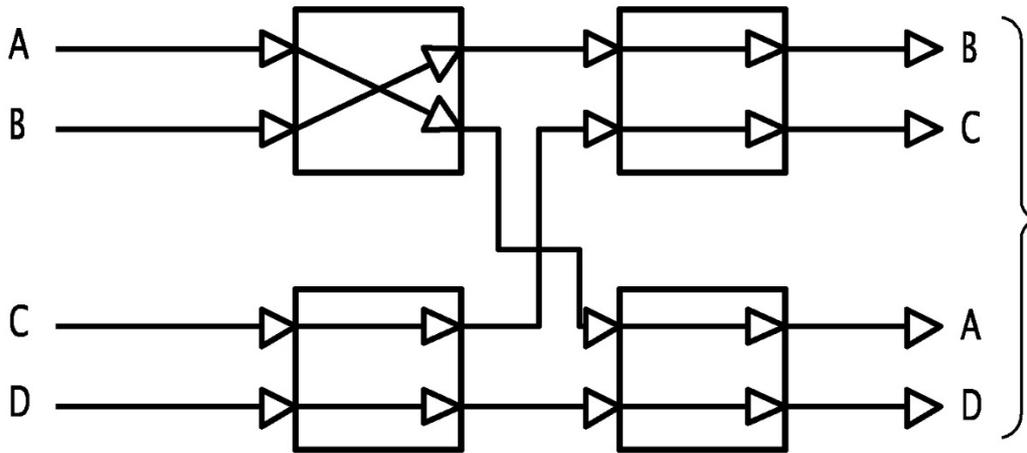


FIG.5

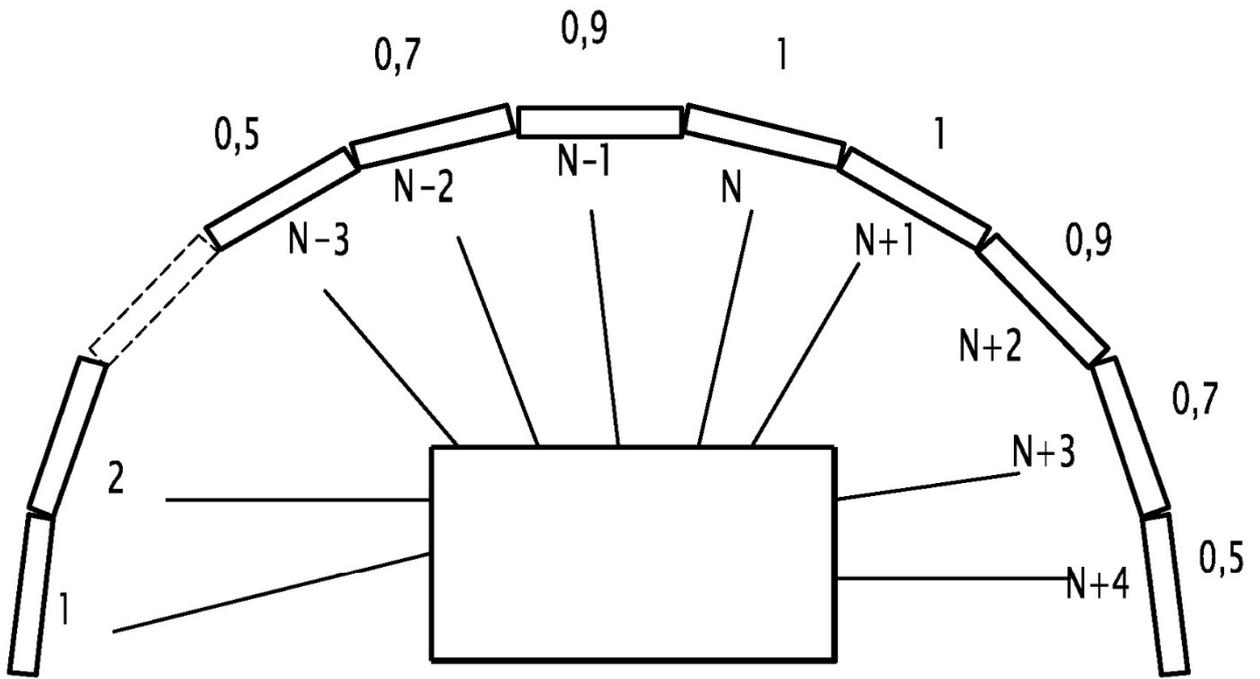


FIG.6

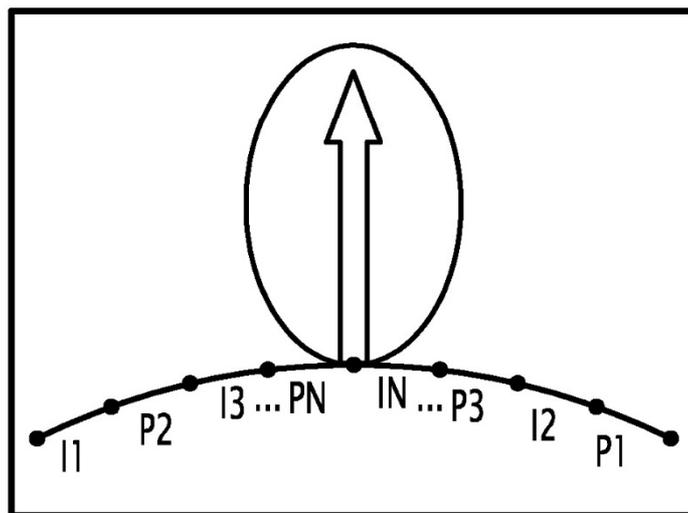


FIG.8

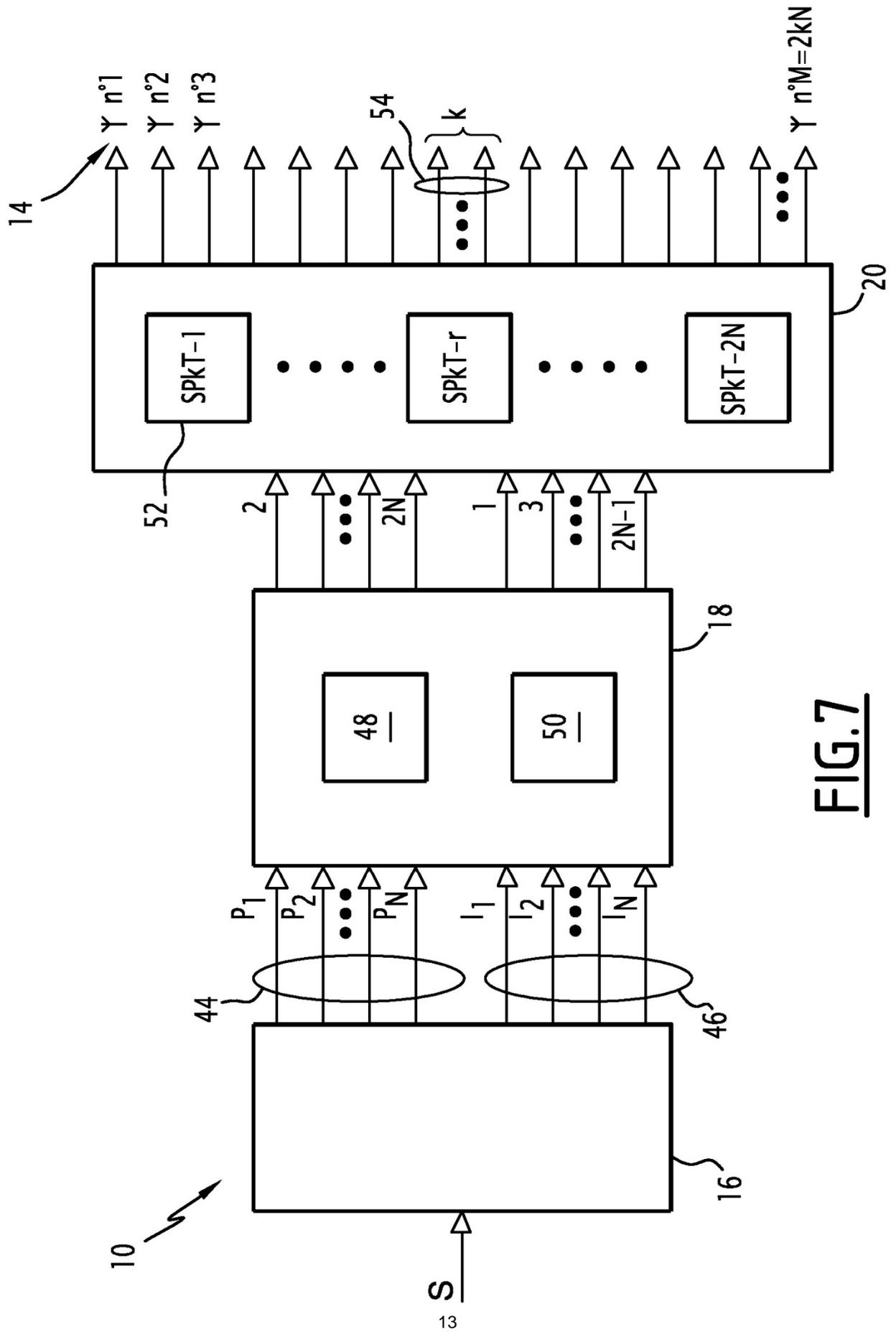


FIG. 7

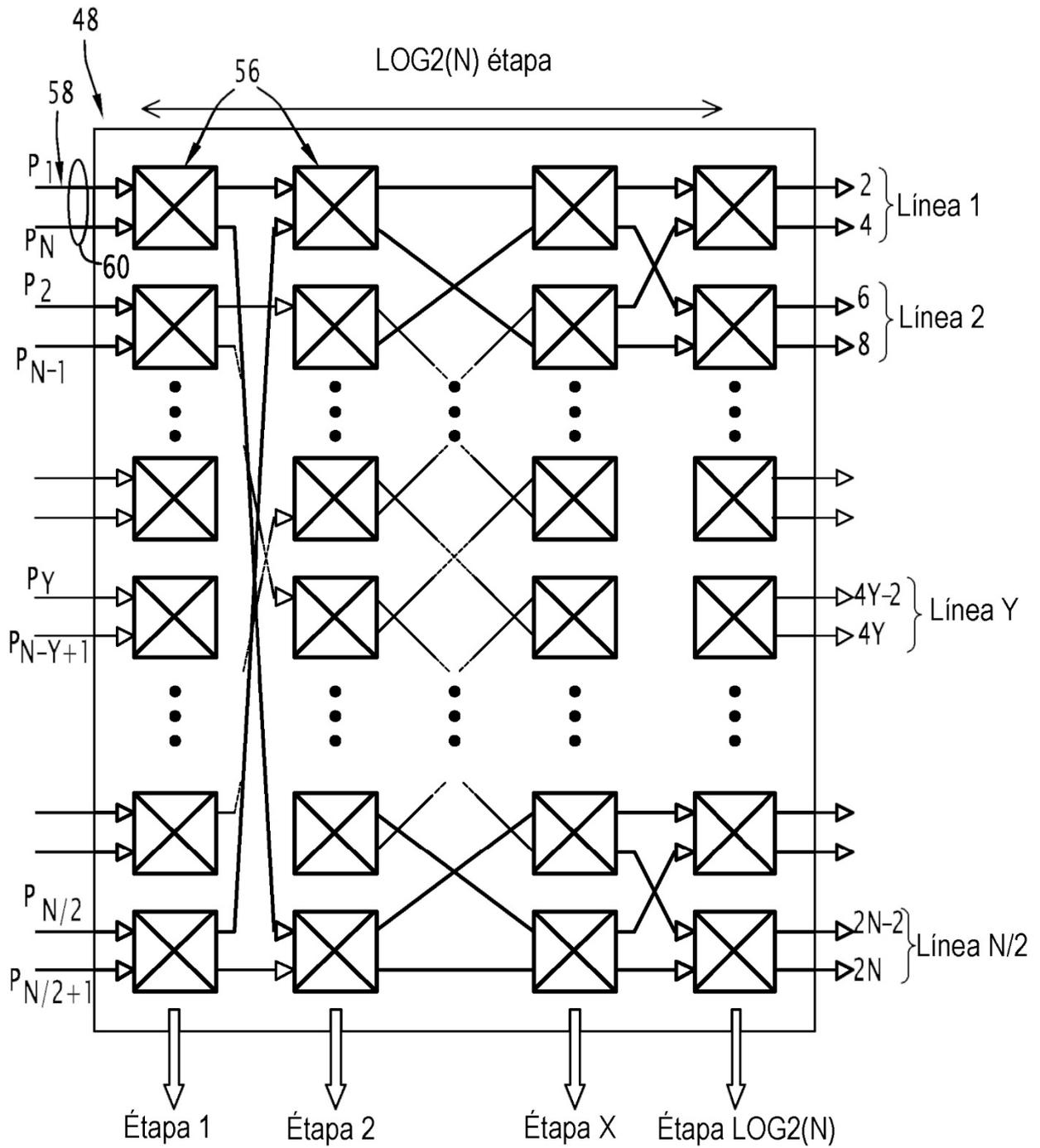


FIG.9

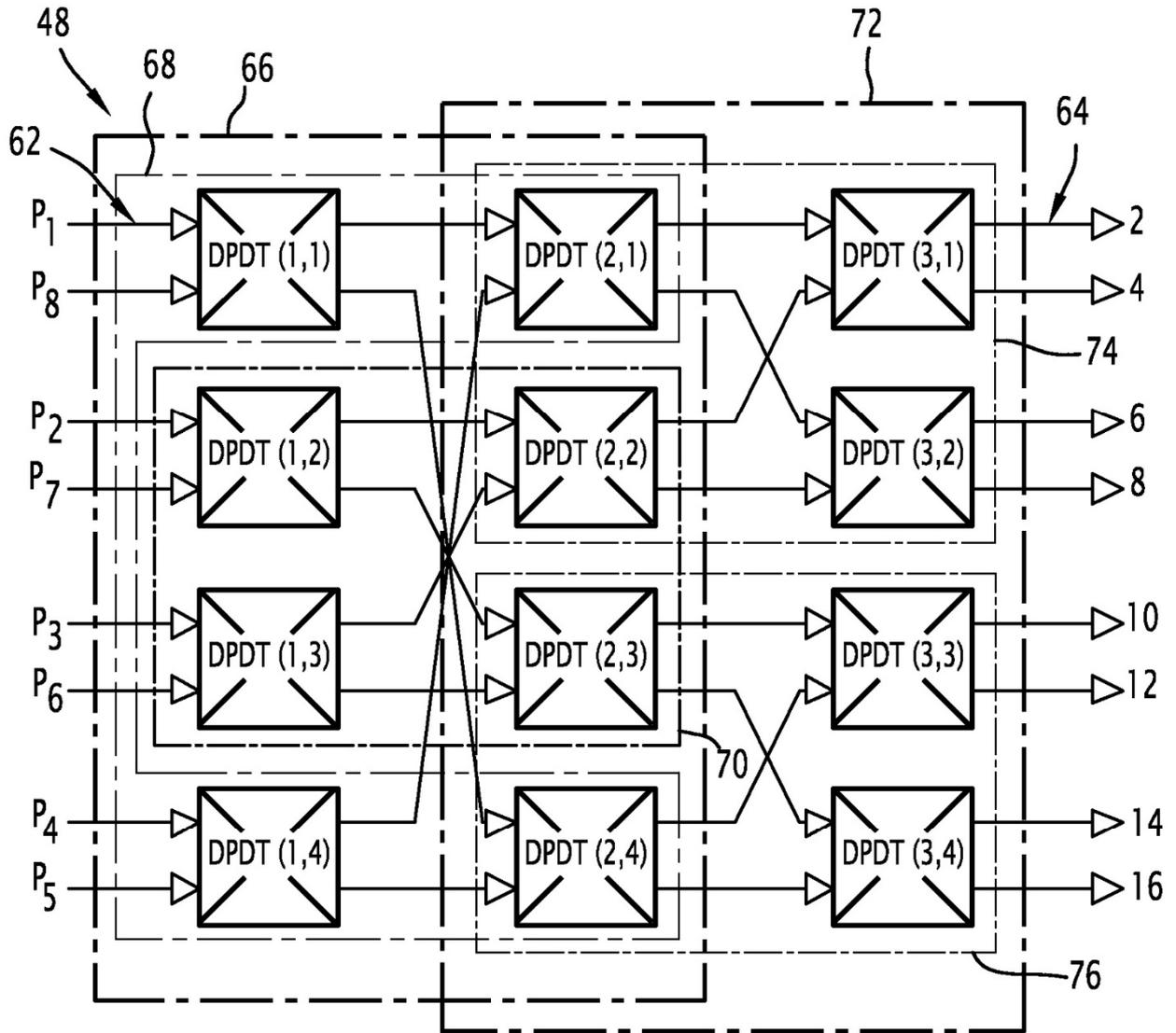


FIG. 10