

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intellectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
3 de Mayo de 2001 (03.05.2001)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
WO 01/31747 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes<sup>7</sup>: **H01Q 21/30**, 21/06, 5/00
- (74) Mandatario: **CARPINTERO LOPEZ, Francisco**; Herro & Asociados, S.L., Alcalá, 21, E-28014 Madrid (ES).
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES99/00343
- (81) Estados designados (nacional): AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (22) Fecha de presentación internacional:  
26 de Octubre de 1999 (26.10.1999)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (84) Estados designados (regional): patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), patente euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), patente europea (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **FRACTUS, S.A.** [ES/ES]; Gran Capitán, 2 Despacho 303, Edificio Nexus, E-08034 Barcelona (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **ROMEU ROBERT, Jordi** [ES/ES]; Gran Capitán, 2 Despacho 303, Edificio Nexus, E-08034 Barcelona (ES). **PUENTE BALIARDA, Carles** [ES/ES]; Gran Capitán, 2 Despacho 303, Edificio Nexus, E-08034 Barcelona (ES). **BLANCH BORIS, Sebastián** [ES/ES]; Gran Capitán, 2 Despacho 303, Edificio Nexus, E-08034 Barcelona (ES).
- Publicada:**  
— Con informe de búsqueda internacional.
- Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

(54) Title: INTERLACED MULTIBAND ANTENNA ARRAYS

(54) Título: AGRUPACIONES MULTIBANDA DE ANTENAS ENTRELAZADAS

- |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| a | b | c | d |   |
| • | ○ | □ | □ | (57) <b>Abstract:</b> Antenna arrays which may operate simultaneously in various frequency bands due to the physical arrangement of the elements which comprise them and also due to the multiband behavior of certain elements situated strategically in the array. The configuration of the array is described from the juxtaposition or interlacing of various conventional monoband arrays operating in the different bands of interest. A multiband antenna which covers the various operating frequency bands is used in those positions wherein elements of different multiband arrays meet. The advantages with respect to the conventional configuration consisting of using one array for each frequency band are: cost savings in the global radiant system and in the installation thereof (one array substitutes a plurality of them) and reduction of its size and its visual and environmental impact in the case of base stations and repetitive stations for communication systems.                        |
| • | ○ | □ | ● |   |
| • | ○ | □ | ■ | (57) <b>Resumen:</b> Agrupaciones de antenas que pueden operar simultáneamente en varias bandas frecuenciales gracias a la disposición física de los elementos que lo componen, así como al comportamiento multibanda de algunos elementos situados estratégicamente en la agrupación. La configuración de la agrupación se describe a partir de la juxtaposición o entrelazado de varias agrupaciones monobanda convencionales operando en las distintas bandas de interés. En aquellas posiciones en las que confluyen elementos de distintas agrupaciones multibanda, se emplea una antena multibanda que cubra las distintas bandas frecuenciales de trabajo. Las ventajas respecto a la configuración clásica de emplear una agrupación para cada banda frecuencial son: ahorro en costes del sistema radiante global y en su instalación (una agrupación sustituye a varias), y se reduce su tamaño y su impacto visual y medioambiental en el caso de estaciones base y repetidoras para sistemas de comunicaciones. |
| • | ○ | □ | ● |   |
| • | ○ | □ | ○ |   |
| • | ○ | □ | □ |   |
| • | ○ | □ | ○ |   |

WO 01/31747 A1

AGRUPACIONES MULTIBANDA DE ANTENAS ENTRELAZADASDESCRIPCION

## 5       Objeto de la Invención

La presente invención consiste en agrupaciones de antenas que pueden operar simultáneamente en varias bandas de frecuencia gracias a la disposición física de los elementos que lo componen, así como al comportamiento multibanda de algunos elementos situados estratégicamente en la agrupación.

15       La configuración de la agrupación se describe a partir de la yuxtaposición o entrelazado de varias agrupaciones monobanda convencionales operando en las distintas bandas de interés. En aquellas posiciones en las que confluyen elementos de distintas agrupaciones multibanda, se emplea una antena multibanda que cubra las distintas bandas frecuenciales de trabajo.

25       Emplear una agrupación multibanda de antenas entrelazadas (en adelante simplemente Agrupación Entrelazada Multibanda, AEM) supone una gran ventaja frente a la solución clásica de emplear una agrupación para cada banda frecuencial: se ahorra en costes del sistema radiante global y en su instalación (una agrupación sustituye a varias), se reduce su tamaño y su impacto visual y

- 2 -

medioambiental en el caso de estaciones base y repetidoras para sistemas de comunicaciones.

La presente invención tiene su aplicación dentro del campo de las telecomunicaciones y más concretamente en los sistemas de radiocomunicación.

### **Antecedentes y Sumario de la Invención**

Las antenas empezaron a desarrollarse a finales del siglo pasado a partir de que James C. Maxwell en 1864 postulara las leyes fundamentales del electromagnetismo. Debe atribuirse a Heinrich Hertz en 1886 el invento de la primera antena con la que demostraba la transmisión en el aire de las ondas electromagnéticas. A mediados de los años cuarenta se demostraron las restricciones fundamentales de las antenas en cuanto a su reducción de tamaño relativo a la longitud de onda y a principios de los años sesenta aparecen las primeras antenas independientes de la frecuencia (E.C. Jordan, G.A. Deschamps, J.D.Dyson, P.E. Mayes, "Developments in broadband Antennas," IEEE Spectrum, vol.1, pp. 58-71, Apr. 1964; V.H.Rumsey, *Frequency-Independent Antennas*. New York Academic, 1966; R.L. Carrel, "Analysis and design of the log-periodic dipole array," Tech.Rep. 52, Univ.Illinois Antenna Lab. , Contract AF33(616)-6079, Oct 1961; P.E. Mayes, "Frequency Independent Antennas and Broad-Band Derivatives Thereof", Proc. IEEE, vol.80, no.1, Jan.1992). Se propusieron por aquel entonces hélices, espirales, agrupaciones logoperiódicas,

conos y estructuras definidas exclusivamente por ángulos para la realización de antenas de banda ancha.

5           La teoría de agrupaciones de antenas se remonta a los trabajos de Shelkunoff (S.A. Schellkunhoff, "A Mathematical Theory of Linear Arrays," Bell System Technical Journal, 22,80) así como en otros tratados clásicos de teoría de  
10           antenas. Dicha teoría aporta las reglas de diseño básicas para conformar las propiedades de radiación de la agrupación (principalmente su diagrama de radiación), aunque su aplicación se restringe principalmente al caso de agrupaciones monobanda.  
15           El motivo de tal restricción es que el comportamiento en frecuencia del array es altamente dependiente de la relación entre la distancia entre elementos (antenas) de la agrupación y la longitud de onda de trabajo. Dicha distancia de separación  
20           entre elementos suele ser constante y preferiblemente inferior a una longitud de onda para evitar la aparición de lóbulos de difracción. Ello implica que una vez se fija la separación entre elementos, se fija al mismo tiempo la  
25           frecuencia de operación (y la longitud de onda correspondiente), siendo particularmente difícil que la misma agrupación trabaje simultáneamente a otra frecuencia superior, puesto que en ese caso el tamaño de la longitud de onda es inferior a la  
30           separación entre elementos.

Las agrupaciones logoperiódicas suponen uno de los primeros ejemplos de agrupaciones de antenas capaces de cubrir un margen amplio de frecuencias (V.H.Rumsey, *Frequency-Independent Antennas*. New York Academic, 1966; R.L. Carrel, "Analysis and design of the log-periodic dipole array," Tech.Rep. 52, Univ.Illinois Antenna Lab., Contract AF33(616)-6079, Oct 1961; P.E. Mayes, "Frequency Independent Antennas and Broad-Band Derivatives Thereof", Proc. IEEE, vol.80, no.1, Jan.1992). Dichas agrupaciones se basan en distribuir los elementos que la componen de manera que la separación entre elementos adyacentes y su longitud varían según una progresión geométrica. Aunque dichas antenas son capaces de mantener un mismo diagrama de radiación e impedancia en un margen amplio de frecuencias, su aplicación en la práctica se restringe a unos casos concretos por sus limitaciones en cuanto a ganancia y tamaño. Así por ejemplo, dichas antenas no se utilizan en estaciones base de telefonía celular porque no tienen la ganancia suficiente (su ganancia es del orden de 10 dBi cuando se suelen requerir unos 17 dBi para tal aplicación), suelen presentar polarización lineal mientras que en dicho entorno se requieren antenas con diversidad de polarización, su diagrama en el plano horizontal no tiene la anchura requerida y su estructura mecánica es demasiado aparatosa.

Sensiblemente más desarrollada está la tecnología de antenas individuales multibanda. Se

entiende como antena multibanda, un antena formada por un conjunto de elementos acoplados entre sí electromagnéticamente que interaccionan conjunta y solidariamente para conformar el comportamiento radioeléctrico de la antena, comportamiento que en cuanto a diagramas de radiación e impedancia es similar en múltiples bandas frecuenciales (de ahí el nombre de antena multibanda). Se describen numerosos ejemplos de antenas multibanda en la literatura. En 1995 se introdujeron las antenas de tipo fractal o multifractal (debe atribuirse a B.B.Mandelbrot en su libro *The Fractal Geometry of Nature*, W.H.Freeman and Cia. 1983, la acuñación de los términos fractal y multifractal), antenas que por su geometría presentaban un comportamiento multifrecuencia y, en determinados casos, un tamaño reducido ( C.Puente, R.Pous, J.Romeu, X.Garcia "Antenas Fractales o Multifractales", (Patente Española P9501019). Posteriormente se introdujeron las antenas multitriangulares (Patente Española P9800954) que operaban simultáneamente en las bandas de GSM 900 y GSM 1800 y más recientemente las antenas multinivel (Patente PCT/ES99/00296), que suponen un claro ejemplo de cómo se puede conformar la geometría de la antena para conseguir un comportamiento multibanda.

La presente invención describe como las antenas multibanda pueden combinarse para obtener una agrupación que opere simultáneamente en varias bandas frecuenciales.

Una Agrupación Entrelazada Multibanda (AEM) consiste en una agrupación de antenas que tiene la particularidad de ser capaz de operar simultáneamente en varias bandas frecuenciales. Ello se consigue mediante la utilización de antenas multibanda en posiciones estratégicas de la agrupación o array. La disposición de los elementos que componen la AEM se obtiene a partir de la yuxtaposición de agrupaciones monobanda convencionales, utilizando tantas agrupaciones monobanda como bandas frecuenciales deseen incorporarse en la agrupación entrelazada multibanda. En aquellas posiciones en las que uno o varios elementos procedentes de las agrupaciones monobanda convencionales coincidan, se utilizará una única antena (elemento) multibanda que cubra simultáneamente las distintas bandas. En las demás posiciones no concurrentes, puede optarse por utilizarse también la misma antena multibanda o bien recurrir a una antena monobanda convencional que opere en la frecuencia correspondiente. La excitación a una o varias frecuencias de cada elemento de la agrupación depende pues de la posición del elemento en la agrupación y se controla mediante la red de distribución de señal.

#### **Breve Descripción de las Figuras**

Las características expuestas en lo que antecede, van a ser presentadas de forma gráfica con aprovechamiento de las figuras de los dibujos anexos, en los que se ha representado a título de

ejemplo puramente ilustrativo y no limitativo, de una forma preferida de realización. En tales dibujos:

5           La Figura 1 muestra la posición de los elementos de dos agrupaciones clásicas monobanda que operan a frecuencias  $f$  y  $f/2$  respectivamente, y la disposición de elementos en una agrupación entrelazada multibanda, la cual tiene un  
10 comportamiento dual en frecuencia (a frecuencias  $f$  y  $f/2$ ), operando de la misma manera que las agrupaciones clásicas pero con un menor número total de elementos.

15           La Figura 2 muestra otro ejemplo particular de agrupación entrelazada multibanda pero con tres frecuencias en este caso, y las respectivas tres agrupaciones clásicas monobanda que la componen. Se trata de la extensión del caso de la figura 1 a 3  
20 frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/4$ .

          La Figura 3 muestra otro ejemplo particular de agrupación entrelazada multibanda, en la que las distintas frecuencias de operación no están  
25 separadas por el mismo factor de escala. Se trata de la extensión del caso de las figuras 1 y 2 a 3 frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/3$ .

          La Figura 4 muestra un nuevo ejemplo  
30 particular de agrupación entrelazada multibanda, en la que las distintas frecuencias de operación no

están separadas por el mismo factor de escala. Se trata de la extensión del caso de la figura 3 a 3 frecuencias  $f$ ,  $f/3$  y  $f/4$ .

5           La Figura 5 muestra una configuración de agrupación entrelazada multibanda que requiere un reposicionamiento de los elementos para conseguir frecuencias que no se corresponden a un divisor entero de la frecuencia mayor. En este ejemplo particular se han escogido las frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/2,33$ .

15           La Figura 6 muestra la extensión del diseño de una AEM al caso bidimensional o tridimensional, en concreto, una extensión del ejemplo de la figura 1 a dos dimensiones.

20           La Figura 7 muestra uno de los modos preferidos (AEM1) de operación. Se trata de una agrupación AEM en la que los elementos multibanda son elementos multitriangulares. La agrupación opera simultáneamente a frecuencias dobles, por ejemplo en la banda GSM 900 y GSM 1800.

25           La Figura 8 muestra otro de los modos preferidos (AEM2) de operación. Se trata de una agrupación AEM en la que los elementos multibanda son elementos multinivel. La agrupación opera simultáneamente a frecuencias dobles, por ejemplo  
30           en la banda GSM 900 y GSM 1800.

La Figura 9 muestra otro de los modos preferidos (AEM3) de operación. Se trata de una agrupación AEM en la que los elementos multibanda son elementos multinivel. La configuración es parecida a la de la Figura 8 (modo AEM2), con la diferencia que la nueva disposición permite reducir la anchura total de la antena.

La Figura 10 muestra otro ejemplo de antena multibanda que puede emplearse en las AEM. Se trata de una antena de parches apilados, que en este ejemplo concreto opera a dos frecuencias dobles (por ejemplo, GSM 900 y GSM 1800).

La Figura 11 muestra la disposición de dichos parches en la agrupación de tipo AEM (configuración AEM4). Obsérvese que, a diferencia de los casos anteriores, en este caso tan solo se emplean antenas multibanda en las posiciones donde es estrictamente necesario; en las demás se emplean elementos monobanda cuyo diagrama de radiación es lo suficientemente parecido al del elemento multibanda en la banda correspondiente.

La Figura 12 muestra otra configuración (AEM5), en la cual los elementos se han rotado  $45^\circ$  para facilitar la obtención de la doble polarización a  $+45^\circ$  o  $-45^\circ$ .

**Descripción de la Realización Preferida de la Invención**

- 10 -

Para llevar a cabo la descripción detallada que sigue de la realización preferida de la presente invención, se hará referencia permanente a las Figuras de los dibujos, a través de las cuales se han utilizado las mismas referencias numéricas para las partes iguales o similares.

Una agrupación entrelazada multibanda (AEM) está constituida por la yuxtaposición de varias agrupaciones monobanda convencionales. Las agrupaciones de antenas convencionales suelen tener un comportamiento monobanda (es decir, operan en un margen relativo pequeño de frecuencias, típicamente del orden del 10% alrededor de una frecuencia central) y ello se debe no tan solo a que los elementos (antenas) que la constituyen tienen un comportamiento monobanda, sino que el espaciado físico entre elementos condiciona la longitud de onda de trabajo. Típicamente, las agrupaciones monobanda convencionales se diseñan con una separación entre elementos del orden de media longitud de onda, espaciado que puede incrementarse en algunas configuraciones para ganar en directividad, aunque siempre suele mantenerse por debajo de una longitud de onda para evitar la aparición de lóbulos de difracción.

Esta restricción puramente geométrica (el tamaño de la longitud de onda condiciona la geometría de los elementos de la agrupación y su separación relativa) supone un gran inconveniente

en aquellos entornos y sistemas de comunicación donde se requiere emplear varias bandas frecuenciales simultáneamente. Un claro ejemplo es el sistema de telefonía móvil celular GSM. Inicialmente ubicado en la banda de 900 MHz, el sistema GSM se ha convertido en uno de los de mayor difusión a escala mundial. El éxito del sistema y el espectacular crecimiento de la demanda por este tipo de servicio ha llevado a los operadores de telefonía móvil celular a expandir su servicio a una nueva banda, la banda de 1800 MHz, para dar cobertura a un mayor número de clientes. Empleando la tecnología clásica de antenas monobanda, los operadores deben duplicar su red de antenas para dar cobertura simultáneamente a GSM 900 y GSM 1800. Empleando una única agrupación AEM especialmente diseñada para el sistema, (como se describe en los casos particulares de las figuras 7 a la 12), los operadores reducen los costes de su red de estaciones base, el tiempo de expansión a la nueva banda y el impacto visual y medioambiental de sus instalaciones (por la simplificación de la estructura radiante global).

Es importante destacar que el escenario que se acaba de describir supone tan solo un ejemplo particular de un tipo de AEM y su aplicación; como bien puede calibrar cualquier entendido en la materia, en ningún caso las agrupaciones AEM que se describen en la presente invención se restringen a

tal configuración específica y fácilmente pueden adaptarse a otras frecuencias y aplicaciones.

5 Las agrupaciones entrelazadas multibanda basan su funcionamiento en la disposición física de las antenas que la componen y en el tipo particular de elemento que se emplea en algunas posiciones estratégicas de la agrupación.

10 Las posiciones de los elementos en una AEM se determinan a partir de las posiciones de los elementos en tantas agrupaciones monobanda como frecuencias o bandas frecuenciales sean requeridas. El diseño de la agrupación es, en ese sentido,  
15 igual al de las agrupaciones monobanda en tanto en cuanto se puede elegir el peso de corriente en cada elemento, para conformar el diagrama de radiación según las necesidades de cada aplicación. La configuración de la ÁEM se obtiene a partir de la  
20 yuxtaposición de las posiciones de las distintas agrupaciones monobanda. Naturalmente, tal yuxtaposición resulta de difícil realización práctica en aquellas posiciones donde coinciden varias antenas de las distintas agrupaciones; la  
25 solución propuesta en esta invención radica en emplear una antena multibanda (por ejemplo de tipo fractal, multitriangular, multinivel, etc.) que cubra todas las frecuencias asociadas a su posición.

Un ejemplo básico y particular de cómo disponer los elementos en una AEM se describe en la Figura 1. En las columnas de las figuras (1.1) y (1.2) se muestran dos agrupaciones monobanda convencionales en las que las posiciones de los elementos (indicada por los círculos negros y las circunferencias respectivamente) se elige de manera que el espaciado entre elementos sea típicamente inferior a la longitud de onda de trabajo. Así pues, tomando como referencia la frecuencia de trabajo  $f$  de la agrupación (1.1), la agrupación (1.2) operaría a una frecuencia  $f/2$  por mantener los elementos un espaciado doble al caso anterior. En la figura (1.3) se describe la disposición de los elementos en la AEM que es capaz de operar simultáneamente en las frecuencias  $f$  y  $f/2$  manteniendo básicamente las mismas prestaciones que las dos agrupaciones (1.1) y (1.2). En las posiciones donde coinciden elementos de las dos agrupaciones convencionales (indicadas en la figura (1.3) mediante círculos negros situados en el centro de una circunferencia) se utiliza una antena multibanda capaz de operar de la misma manera (misma impedancia y diagrama) en las frecuencias (1.1) y (1.2). El resto de elementos no comunes (indicados bien por un círculo negro, bien por una circunferencia) pueden implementarse bien mediante el mismo elemento multibanda utilizado en las posiciones comunes (y seleccionando la frecuencia de operación mediante la red de distribución de señal del array), bien utilizando elementos

monobanda convencionales. En este ejemplo la agrupación (1.3) tiene un comportamiento dual en frecuencia (a frecuencias  $f$  y  $f/2$ ), operando de la misma manera que las agrupaciones (1.1) y (1.2) pero con un menor número total de elementos (12 en vez de 16).

Se describen ya en el estado de la técnica, múltiples ejemplos de antenas multibanda. Las antenas de geometría fractal, las antenas multitriangulares, las antenas multinivel incluso las antenas de parches apilados son algunos ejemplos de antenas capaces de operar de forma similar en múltiples bandas frecuenciales. Estos, y otros elementos multibanda pueden utilizarse en las posiciones de las AEM en las que confluyan elementos de varias agrupaciones monobanda.

En las siguientes figuras se describen otras configuraciones de AEM, basados en la misma esencia inventiva, aunque adaptando la disposición de los elementos a otras frecuencias. En la Figura 2 se describe la configuración de una AEM tribanda operando a frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/4$ . La disposición de elementos de las tres agrupaciones clásicas monobanda a las frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/4$  se representan en las figuras (2.1), (2.2) y (2.3) mediante círculos negros, circunferencias y cuadrados respectivamente. La posición de los elementos de la AEM se determina a partir de la configuración de las tres agrupaciones monobanda

diseñadas para cada una de las tres frecuencias. Las tres agrupaciones confluyen en la AEM que se ilustra en la figura (2.4). En aquellas posiciones donde confluirían elementos de las tres agrupaciones (en el dibujo indicadas por la yuxtaposición de las distintas figuras geométricas identificativas de cada agrupación) se emplea un elemento multibanda. La agrupación trifrecuencia de la figura (2.4) se comporta de la misma manera que las tres agrupaciones (2.1), (2.2) y (2.3) en sus respectivas frecuencias de operación, pero utilizando tan solo 13 elementos en vez de los 21 requeridos en el total de las tres agrupaciones monobanda.

15

Las Figuras 3, 4 y 5 describen, a título de ejemplo y sin afán limitativo, el diseño de otras AEM basadas en el mismo principio aunque a otras frecuencias. En los dos primeros casos las frecuencias empleadas son múltiples enteros de una frecuencia fundamental; en el caso de la figura 5 la relación entre frecuencias no se restringe a ninguna regla particular, aunque supone un ejemplo de agrupación donde se pueden combinar las frecuencias de los servicios GSM 900, GSM 1800 y UMTS.

25

Concretamente, la Figura 3 ilustra otro ejemplo particular de agrupación entrelazada multibanda, en la que las distintas frecuencias de operación no están separadas por el mismo factor de

30

escala. Se trata de la extensión del caso de las Figuras 1 y 2 a 3 frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/3$ . La disposición de elementos de las tres agrupaciones clásicas monobanda a las frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/3$  se representan en las figuras (3.1), (3.2) y (3.3) mediante círculos negros, circunferencias y cuadrados respectivamente. La columna de la figura (3.4) muestra la disposición de elementos en la agrupación entrelazada tribanda. En aquellas posiciones donde confluyen elementos de las tres agrupaciones (en el dibujo indicadas por la yuxtaposición de las distintas figuras geométricas identificativas de cada agrupación) se emplea un elemento multibanda; la misma estrategia se sigue en aquellas posiciones donde coincidan elementos de dos agrupaciones: se deberá emplear un elemento multibanda capaz de cubrir las frecuencias propias de su posición, preferentemente el mismo elemento que el utilizado en las demás posiciones, seleccionando mediante la red de excitación aquellas frecuencias que sean necesarias. Nótese como la agrupación trifrecuencia de la figura (3.4) se comporta de la misma manera que las tres agrupaciones (3.1), (3.2) y (3.3) en sus respectivas frecuencias de operación, pero utilizando tan solo 12 elementos en vez de los 21 requeridos en el total de las tres agrupaciones monobanda.

La Figura 4 describe un nuevo ejemplo particular de agrupación entrelazada multibanda, en

la que las distintas frecuencias de operación no están separadas por el mismo factor de escala. Se trata de la extensión del caso de la Figura 3 a 3 frecuencias  $f$ ,  $f/3$  y  $f/4$ . La disposición de elementos de las tres agrupaciones clásicas monobanda a las frecuencias  $f$ ,  $f/3$  y  $f/4$  se representan en las figuras (4.1), (4.2) y (4.3) mediante círculos negros, circunferencias y cuadrados respectivamente. La columna de la figura (4.4) muestra la disposición de elementos en la agrupación entrelazada tribanda. En aquellas posiciones donde confluirían elementos de las tres agrupaciones (en el dibujo indicadas por la yuxtaposición de las distintas figuras geométricas identificativas de cada agrupación) se emplea un elemento multibanda. La agrupación trifrecuencia de la figura (4.4) se comporta de la misma manera que las tres agrupaciones (4.1), (4.2) y (4.3) en sus respectivas frecuencias de operación, pero utilizando tan solo 15 elementos en vez de los 24 requeridos en el total de las tres agrupaciones monobanda.

Conviene volver a destacar que en los casos particulares de las Figuras 3 y 4 las agrupaciones pueden operar a 3 frecuencias simultáneamente. La disposición de elementos es tal que no siempre coinciden las tres frecuencias en todos los elementos; no obstante, utilizando una antena tribanda en esas posiciones y seleccionando las frecuencias de operación por ejemplo mediante una

red selectiva en frecuencia convencional, se consigue hacer realizable la AEM.

En algunas configuraciones de agrupación entrelazada multibanda, especialmente en aquellas en que las distintas frecuencias no se corresponden a un divisor entero de la frecuencia mayor 1, se requiere un reposicionamiento de los elementos, como en la Figura 5. En este ejemplo particular se han escogido las frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/2,33$ . La disposición de elementos de las tres agrupaciones clásicas monobanda a las frecuencias  $f$ ,  $f/2$  y  $f/2,33$  se representan en las figuras (5.1), (5.2) y (5.3) mediante círculos negros, circunferencias y cuadrados respectivamente. La columna de la figura (5.4) muestra la que sería la disposición de elementos en la agrupación entrelazada tribanda según el mismo esquema de los ejemplos anteriores. Obsérvese como en este caso la relación de frecuencias conlleva a ubicar elementos en posiciones intermedias que dificultan su implementación práctica. La solución a adoptar en este caso consiste en desplazar la posición del elemento del array que opera a menor frecuencia (indicado con flechas) hasta que coincida con otro elemento (el más cercano) del array de mayor frecuencia; entonces los dos o más elementos coincidentes en la nueva posición se substituyen por un elemento multibanda. Un ejemplo de la configuración definitiva una vez reposicionados los elementos se describe en la figura (5.5). Es

importante que el elemento desplazado sea preferentemente el de la agrupación de menor frecuencia, de esta forma el desplazamiento relativo en términos de la longitud de onda operativa es el mínimo posible y se reduce al máximo la aparición de lóbulos secundarios o de difracción.

La Figura 6 ilustra como la configuración de agrupaciones AEM no se limita al caso lineal (unidimensional), sino que incluye también las agrupaciones en 2 y 3 dimensiones (2D y 3D). El procedimiento para distribuir los elementos de la agrupación en los casos 2D y 3D es el mismo, substituyendo también los distintos elementos coincidentes por una única antena multibanda.

Más ejemplos de configuraciones particulares de agrupaciones AEM se describen a continuación. En los cinco ejemplos descritos se presentan varios diseños para los sistemas GSM 900 y GSM 1800 (bandas 890 MHz-960MHz y 1710-1880MHz). Se trata de antenas para estaciones base de telefonía celular, que presentan básicamente el mismo comportamiento radioeléctrico en ambas bandas; utilizando tales versiones de antena AEM los operadores reducen a la mitad el número de antenas instaladas, minimizando costes y el impacto medioambiental de sus estaciones base.

MODO AEM1

La configuración AEM1, representada en la Figura 7, está basada en la utilización de elementos multitriangulares GSM 900 y GSM 1800. La agrupación se obtiene entrelazando dos agrupaciones convencionales monobanda de espaciado entre elementos inferior a una longitud de onda (  $\lambda$  ) en la banda correspondiente (típicamente se elige un espaciado inferior a  $0.9 \lambda$  para minimizar la aparición del lóbulo de difracción en la dirección endfire). Las agrupaciones originales pueden ser de 8 o 10 elementos en función de la ganancia requerida por el operador. La yuxtaposición de ambas agrupaciones en una única agrupación AEM se consigue en este caso utilizando elementos multitriangulares duales. Tales elementos incorporan dos puntos de excitación (uno para cada banda), lo cual permite seleccionar la banda de operación según su posición en el array. En la figura 7 se describe la posición de los elementos, así como su frecuencia de operación. Los elementos representados en color blanco indican operación en la banda de GSM 900; los elementos representados en negro indican operación en la banda GSM 1800 y los elementos marcados en negro en su triángulo inferior y en blanco en los dos triángulos superiores indican operación simultánea en ambas bandas. Precisamente la operación simultánea de ambas bandas a través de un único elemento multibanda (el elemento multitriangular) en tales posiciones de la agrupación (aquellas posiciones

donde coinciden las de las agrupaciones monobanda de partida), es uno de los principales rasgos característicos de la invención AEM.

5 El modo de alimentación de los elementos de la agrupación AEM1 no es característico de la invención de las AEM y puede recurrirse a cualquier esquema convencional conocido. En particular y dado que los elementos multitriangulares se excitan en  
10 dos puntos distintos, puede utilizarse una red de distribución independiente para cada banda. Otra alternativa consiste en emplear una red de distribución de banda ancha o de doble banda, acoplando un combinador/diplexor que interconecta  
15 la red y los dos puntos de excitación de la antena multitriangular.

Finalmente, la antena puede presentarse pues con dos conectores de entrada/salida (uno para cada  
20 banda), o bien combinarse en un solo conector mediante una red combinadora/diplexora.

#### MODO AEM2

Esta configuración particular de AEM2,  
25 representada en la Figura 8, está basada en una antena multinivel que actúa de elemento multibanda. Además de operar simultáneamente en las bandas GSM 900 y GSM 1800, la antena también presenta doble polarización lineal a  $+45^\circ$  y  $-45^\circ$  respecto al eje longitudinal de la agrupación. El hecho que la  
30 antena sea de doble polarización supone una ventaja

adicional para el operador de telefonía celular, puesto que de este modo consigue implementar un sistema de diversidad que minimiza el efecto de los desvanecimientos por propagación multicamino. El elemento multinivel que se describe en la Figura 8 es más adecuado que el elemento multitriangular descrito anteriormente puesto que el propio elemento presenta una polarización lineal a  $+45^\circ$  en GSM 900 y a  $-45^\circ$  en GSM 1800.

10

La agrupación se obtiene entrelazando dos agrupaciones convencionales monobanda de espaciado entre elementos inferior a una longitud de onda ( ) en la banda correspondiente (típicamente se elige un espaciado inferior a 0.9 para minimizar la aparición del lóbulo de difracción en la dirección endfire). Las agrupaciones originales pueden ser de 8 o 10 elementos en función de la ganancia requerida por el operador. La yuxtaposición de ambas agrupaciones en una única agrupación AEM se consigue en este caso utilizando elementos multinivel duales en banda. Tales elementos incorporan dos puntos de excitación (uno para cada banda), lo cual permite seleccionar la banda de operación según su posición en el array. En la Figura 8 se describe la posición de los elementos, así como su frecuencia de operación. Los elementos representados en color blanco indican operación en la banda de GSM 900; los elementos representados en negro indican operación en la banda GSM 1800 y los elementos marcados en negro en

30

su triángulo inferior y en blanco en los triángulos superiores indican operación simultánea en ambas bandas. Precisamente la operación simultánea de ambas bandas a través de un único elemento multibanda (el elemento multinivel) en tales posiciones de la agrupación (aquellas posiciones donde coinciden las de las agrupaciones monobanda de partida), es uno de los principales rasgos característicos de la invención AEM.

10

Se puede conseguir doble polarización a base de excitar el elemento multinivel en varios puntos de su superficie; no obstante para aumentar el aislamiento entre conectores de polarización distinta, se opta en el ejemplo descrito por implementar una doble columna para separar la polarización de  $+45^\circ$  (columna izquierda) de la de  $-45^\circ$  (columna derecha). Para incrementar el aislamiento entre bandas, incluso puede intercambiarse la inclinación de la polarización en las columnas de la agrupación en una de las bandas (por ejemplo en DCS).

15

20

El modo de alimentación de los elementos de la agrupación AEM2 no es característico de la invención de las AEM y puede recurrirse a cualquier esquema convencional conocido. En particular y dado que los elementos multitriangulares se excitan en dos puntos distintos, puede utilizarse una red de distribución independiente para cada banda y polarización. Otra alternativa consiste en emplear

25

30

una red de distribución de banda ancha o de doble  
banda, acoplando un combinador/diplexor que  
interconecta la red y los dos puntos de excitación  
de la antena multinivel. La antena puede  
5 presentarse pues con cuatro conectores de  
entrada/salida (uno para cada banda y  
polarización), o bien combinarse en solo dos  
conectores (uno para cada polarización  
independiente) mediante una red  
10 combinadora/diplexora en cada polarización.

MODO AEM3

La configuración AEM3, representada en la Figura 9, es muy similar a la AEM2 (la posición de los elementos multinivel y el tipo de elemento en sí es el mismo que en el caso anterior), con la salvedad que la columna de la derecha está invertida respecto a la de la izquierda. De esta manera se consigue una antena de doble banda y polarización, reduciendo la anchura total de la antena respecto al caso interior (en este ejemplo particular la anchura se reduce en un 10%). Para incrementar el aislamiento entre las columnas de doble polarización es conveniente introducir unas aletas oblicuas entre elementos contiguos. En ese caso, también se incorporan unas aletas laterales en todos los elementos que operan en GSM 1800, aletas que contribuyen a estrechar el haz de radiación en el plano horizontal (plano ortogonal al eje longitudinal de la agrupación).

20

El esquema de distribución de señal tampoco es especialmente característico de la configuración AEM y puede emplearse el mismo esquema que en el caso anterior.

25

MODO AEM4

Otro ejemplo de agrupación entrelazada multibanda es la que denominamos AEM4 y que se esquematiza en la Figura 11. En este caso, el elemento multibanda es una antena de parches cuadrados apilados (Figura 10), aunque resulta

30

obvio para cualquier entendido en la materia que podrían emplearse también parches de otras geometrías. Geometrías de tipo cuadrado o circular se prefieren en el caso que se desee operar en  
5 doble polarización. En el ejemplo de la Figura 10 se describe el caso particular de parches cuadrados.

El parche inferior se dimensiona adecuadamente para que su frecuencia de resonancia (asociada típicamente al modo fundamental del parche) coincida con la banda inferior (GSM 900 en este caso concreto); además, este parche actúa a su vez como plano de masa del parche superior. Este último  
10 se dimensiona para que su resonancia esté centrada en la banda superior (GSM 1800). Los elementos de la agrupación se montan sobre una superficie metálica o metalizada que actúa de plano de masa para todos los elementos de la agrupación. El  
15 sistema de alimentación es preferiblemente de tipo coaxial, empleándose un cable para el parche y banda inferiores y otro para el parche y banda superiores. Los puntos de excitación se colocan en las bisectrices de los parches (como ejemplo los  
20 puntos de excitación aproximados se marcan mediante círculos en la vista superior de la antena) si se desea polarización vertical u horizontal, o en las diagonales si por el contrario se desea polarización lineal inclinada  
25 45°. En caso que se desee que la agrupación opere en doble polarización, se excita adicionalmente  
30

cada uno de los parches en la bisectriz o diagonal opuesta (ortogonal) a la anterior.

5 La alimentación de los elementos de la agrupación AEM4 no es característica de la invención de las AEM y puede recurrirse a cualquier esquema convencional conocida. En particular y dado que la antena de parches apilados se excita en dos puntos distintos, puede utilizarse una red de  
10 distribución independiente para cada banda y polarización. Otra alternativa consiste en emplear una red de distribución de banda ancha o de doble banda, acoplando un combinador/diplexor que interconecta la red y los dos puntos de excitación  
15 de la antena multinivel.

La antena puede presentarse pues con cuatro conectores de entrada/salida (uno para cada banda y polarización), o bien combinarse en solo dos  
20 conectores (uno para cada polarización independiente) mediante una red combinadora/diplexora en cada polarización.

#### MODULO AEM5

25 La configuración AEM5, representada en la Figura 12, sigue la misma filosofía que la AEM4, aunque todos los elementos se rotan 45° en el plano de la antena. De esta manera se consigue modificar el diagrama de radiación en el plano  
30 horizontal, además de rotar la polarización 45°.

Es interesante destacar que tanto en la configuración AEM4 como en la AEM5, el elemento multibanda constituido por los parches apilados es tan solo estrictamente necesario en aquellas  
5 posiciones estratégicas en las que coinciden elementos procedentes de las agrupaciones monobanda convencionales. En las demás posiciones, se podrá emplear indistintamente elementos multibanda o monobanda que operen en la frecuencia determinada  
10 por su ubicación, en tanto en cuanto su diagrama de radiación sea lo suficientemente parecido al de la antena de parches apilados para evitar la aparición de lóbulos de difracción.

15 No se considera necesario hacer más extenso el contenido de esta descripción para que un experto en la materia pueda comprender su alcance y las ventajas derivadas de la invención, así como desarrollar y llevar a la práctica el objeto de la  
20 misma.

No obstante, debe entenderse que la invención ha sido descrita según una realización preferida de la misma, por lo que puede ser susceptible de  
25 modificaciones sin que ello suponga alteración alguna de su fundamento, pudiendo afectar tales modificaciones, en especial, a la forma, el tamaño y/o a los materiales de fabricación.

### REIVINDICACIONES

1.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas que opera simultáneamente en varias  
5 frecuencias caracterizada porque la posición de los elementos en la agrupación se obtiene a partir de la yuxtaposición de tantas agrupaciones monobanda como frecuencias de trabajo se requieran, utilizando una única antena multibanda, capaz de  
10 cubrir las distintas frecuencias de trabajo, en aquellas posiciones de la agrupación donde confluyan las posiciones de dos o más elementos de las agrupaciones monobanda.

15 2.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 1, caracterizada porque la posición de los elementos en la agrupación se obtiene a partir de la yuxtaposición de tantas agrupaciones monobanda como  
20 frecuencias de trabajo se requieran, utilizando una única antena fractal multibanda, capaz de cubrir las distintas frecuencias de trabajo, en aquellas posiciones de la agrupación donde confluyan las posiciones de dos o más elementos de las  
25 agrupaciones monobanda.

3.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 1, caracterizada porque la posición de los elementos  
30 en la agrupación se obtiene a partir de la yuxtaposición de tantas agrupaciones monobanda como

frecuencias de trabajo se requieran, utilizando una única antena multinivel multibanda, capaz de cubrir las distintas frecuencias de trabajo, en aquellas posiciones de la agrupación donde confluyan las posiciones de dos o más elementos de las agrupaciones monobanda.

4.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 1, caracterizada porque la posición de los elementos en la agrupación se obtiene a partir de la yuxtaposición de tantas agrupaciones monobanda como frecuencias de trabajo se requieran, utilizando una única antena multitriangular multibanda, capaz de cubrir las distintas frecuencias de trabajo, en aquellas posiciones de la agrupación donde confluyan las posiciones de dos o más elementos de las agrupaciones monobanda.

5.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 1, caracterizada porque la posición de los elementos en la agrupación se obtiene a partir de la yuxtaposición de tantas agrupaciones monobanda como frecuencias de trabajo se requieran, utilizando una antena multibanda formada por la apilación de estructuras tipo parche o microstrip capaz de cubrir las distintas frecuencias de trabajo, en aquellas posiciones de la agrupación donde confluyan las posiciones de dos o más elementos de las agrupaciones monobanda.

6.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque en aquellas posiciones donde no confluyen los elementos de dos o más agrupaciones monobanda se utiliza la misma antena multibanda, fractal, multinivel o multitriangular que en las posiciones comunes.

7.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 6, caracterizada porque la frecuencia de operación de las antenas multibanda, fractal, multinivel o multitriangular se selecciona en función de la posición en la agrupación entrelazada multibanda, mediante una estructura selectiva en frecuencia como por ejemplo un filtro, un resonador o incluso una red de distribución de señal del array que sea selectiva en frecuencia.

8.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque en aquellas posiciones donde no confluyen los elementos de dos o más agrupaciones monobanda se utiliza una antena monobanda que opere en la frecuencia que determina su posición en la agrupación.

9.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicación 8, caracterizada porque el elemento monobanda utilizado en aquellas posiciones en que no se

requiera un elemento multibanda, presenta un diagrama de radiación lo suficientemente parecido al del elemento multibanda, fractal, multinivel o multitriangular (en la misma frecuencia) para que  
5 en el diagrama de la agrupación entrelazada multibanda se atenúe convenientemente el lóbulo de difracción.

10 10.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque el número de elementos, su distribución espacial relativa a longitud de onda, así como su amplitud y fase de corriente es la misma en todos los arrays monobanda que se  
15 yuxtaponen para sintetizar la agrupación entrelazada multibanda, para conseguir el mismo factor de agrupación en las distintas bandas de interés.

20 11.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque el número de elementos, su distribución espacial relativa a longitud de onda, así como su amplitud y fase de corriente se  
25 ajusta en cada frecuencia para conformar el diagrama de radiación según las necesidades particulares del sistema de comunicación que opere en cada banda.

30 12.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4

y 5, caracterizada porque las bandas de funcionamiento se sitúan alrededor de 900 MHz y 1800 MHz para dar servicio simultáneamente a los sistemas de telefonía móvil celular GSM 900 y GSM  
5 1800.

13.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque las bandas de funcionamiento se sitúan alrededor de 1900 MHz y  
10 3500 MHz para dar servicio simultáneamente a los sistemas de comunicación inalámbrica y de acceso local vía radio como por ejemplo los del estándar DECT.

15 14.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque las bandas de funcionamiento se sitúan alrededor de 900 MHz,  
20 1800 MHz y 2100 MHz para dar servicio simultáneamente a los sistemas de telefonía móvil celular GSM 900, GSM 1800 y UMTS.

25 15.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque las bandas de funcionamiento se sitúan alrededor de 800 MHz y 1900 MHz para dar servicio simultáneamente a los sistemas de telefonía móvil celular AMPS y PCS.

30

16.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque se utiliza una red de distribución de señal monobanda para cada frecuencia de trabajo y subarray que conforma la agrupación.

17.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizada porque se utiliza una única red de distribución multibanda para excitar todos los elementos de la agrupación en todas las frecuencias.

18.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas, según la reivindicación 16, caracterizada porque en los terminales de la red de distribución se incorpora o integra un elemento selectivo en frecuencia (como un filtro, resonador o diplexor, a modo de ejemplo) que permite seleccionar que elementos y a que frecuencia o frecuencias se excitan.

19.- Agrupación multibanda de antenas entrelazadas según las reivindicaciones 1,2,3,4 y 5 caracterizada porque las bandas de funcionamiento se sitúan alrededor de 800 MHz, 1900 MHz y 2100 MHz para dar servicio simultáneamente a los sistemas de telefonía móvil celular AMPS, PCS y UMT 2000.

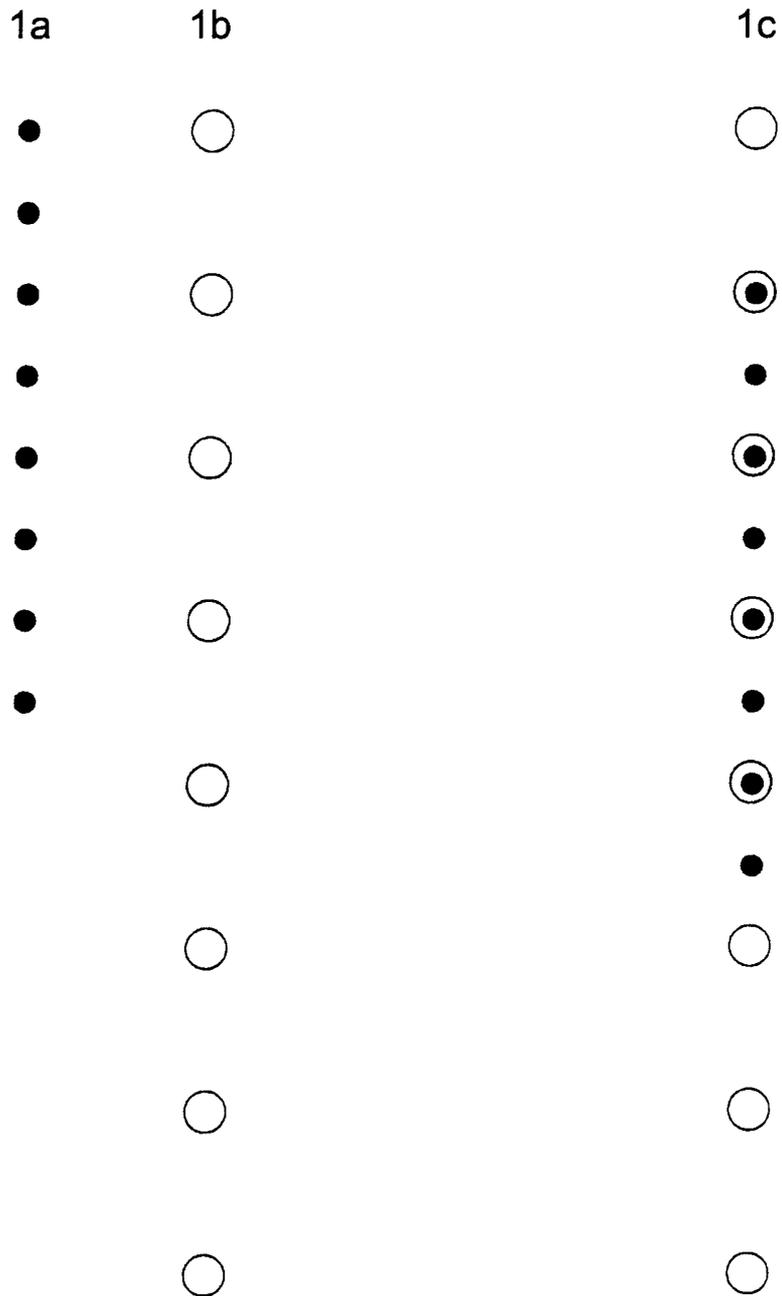


FIG. 1

2/12

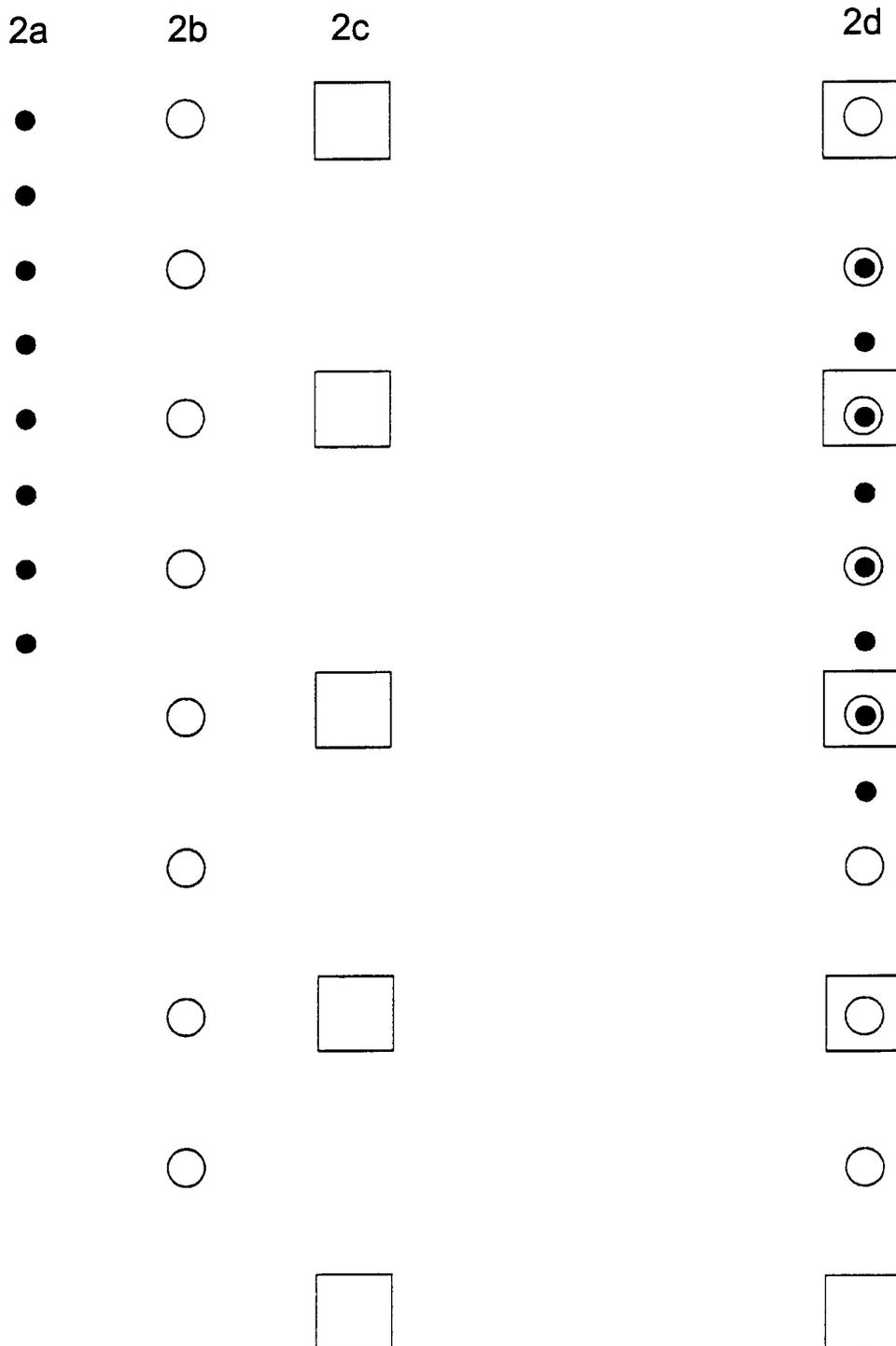


FIG. 2

3/12

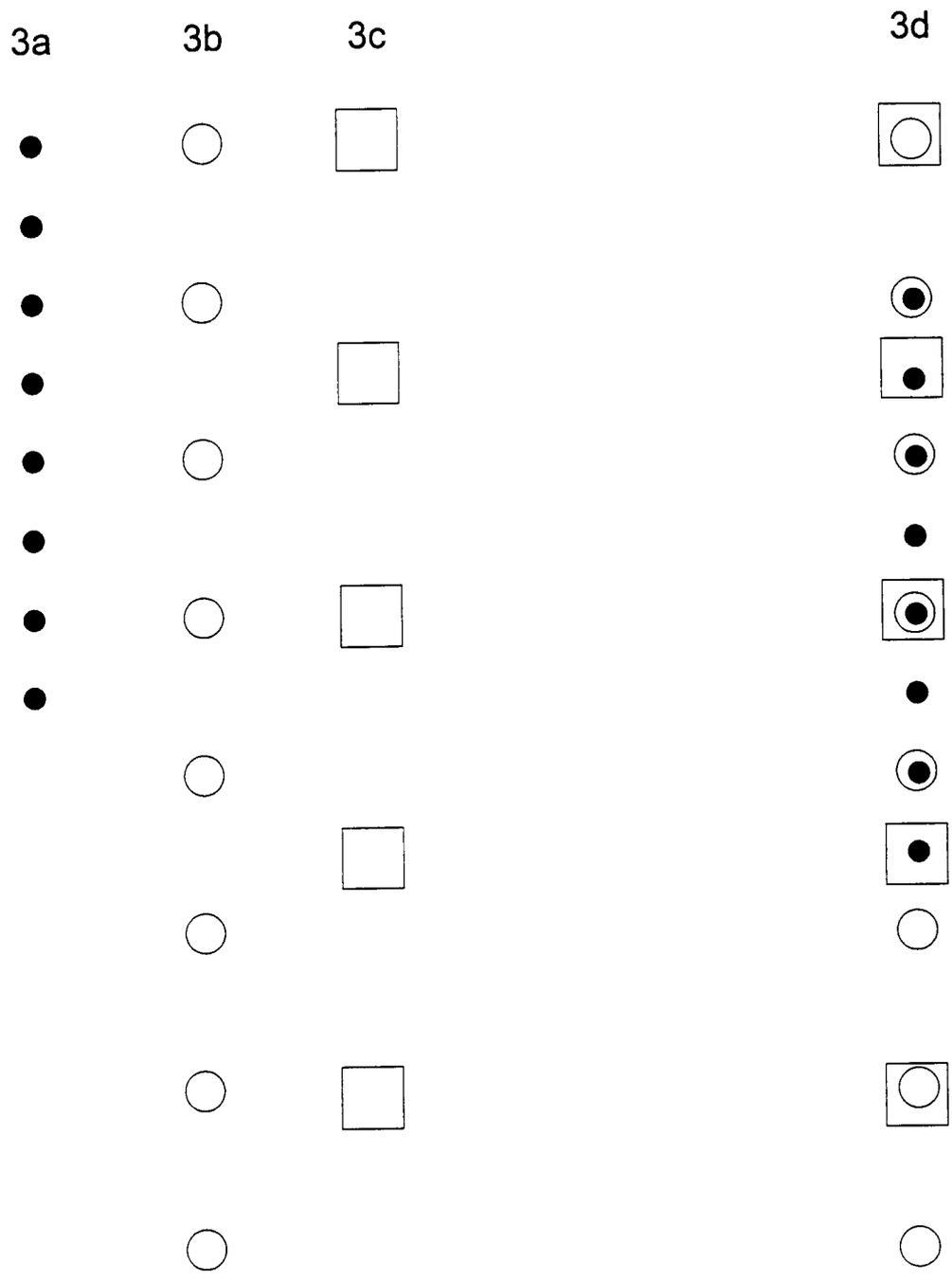


FIG. 3

4/12

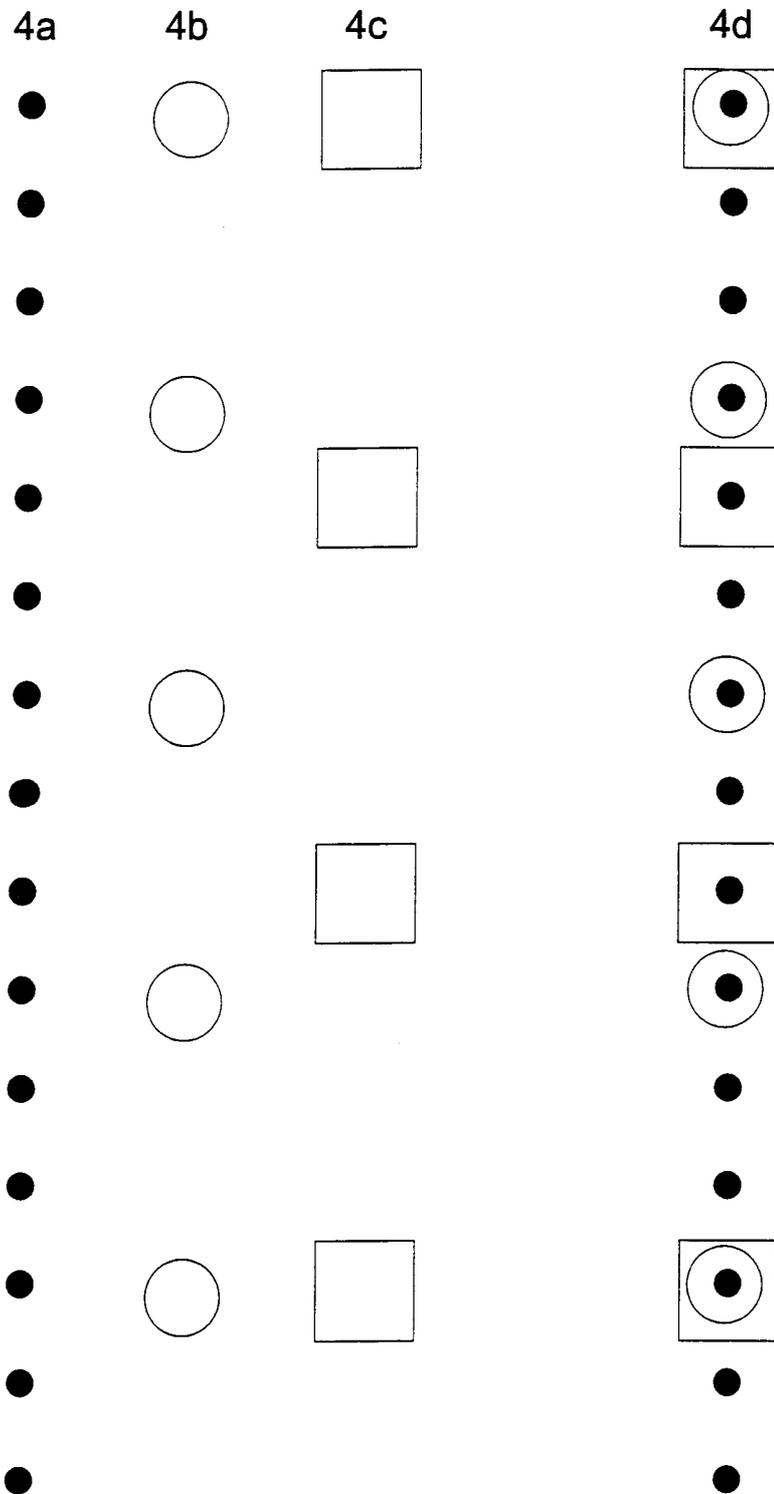


FIG. 4

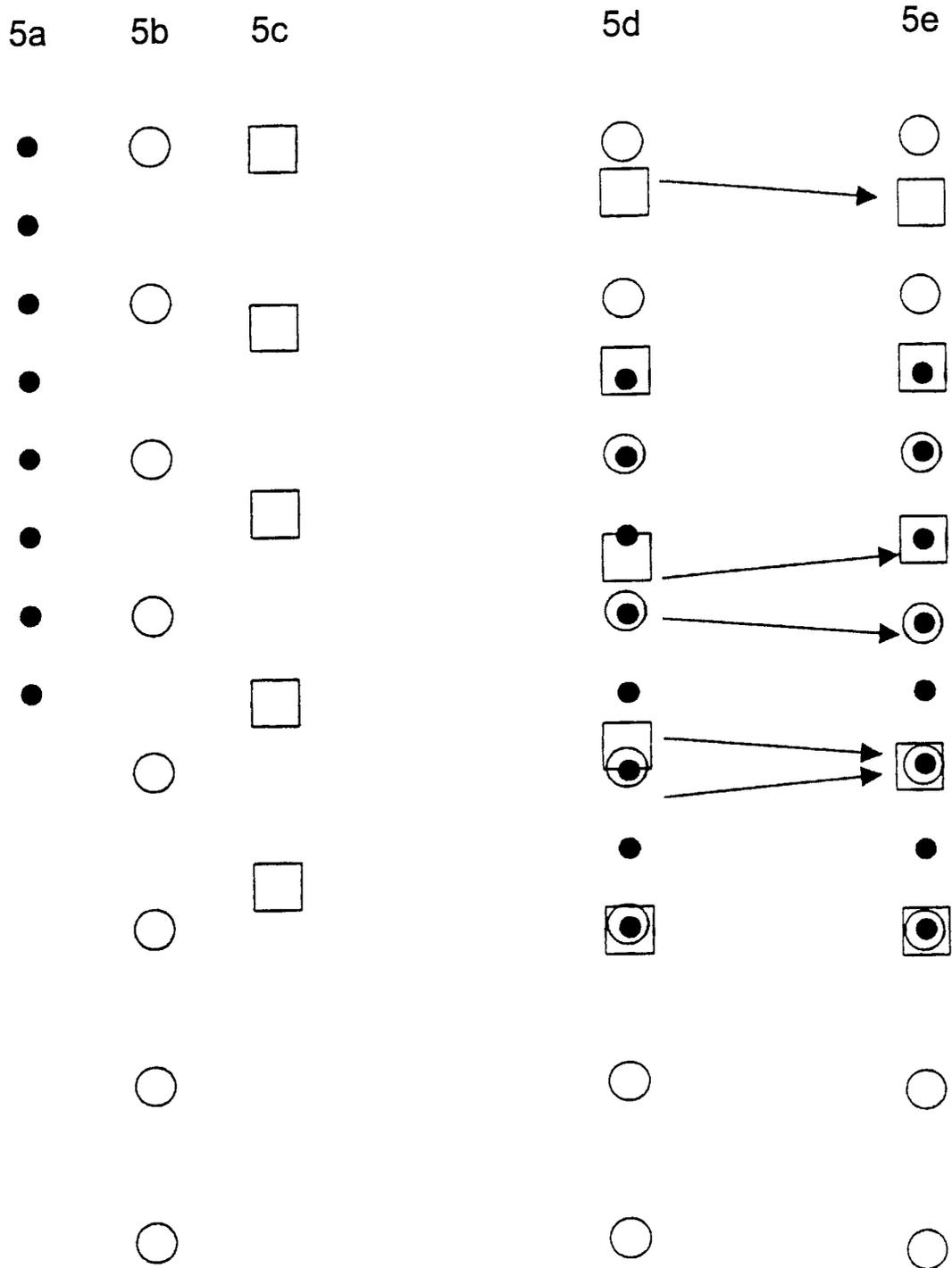
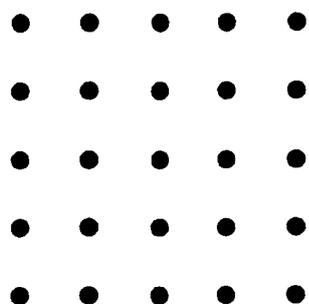


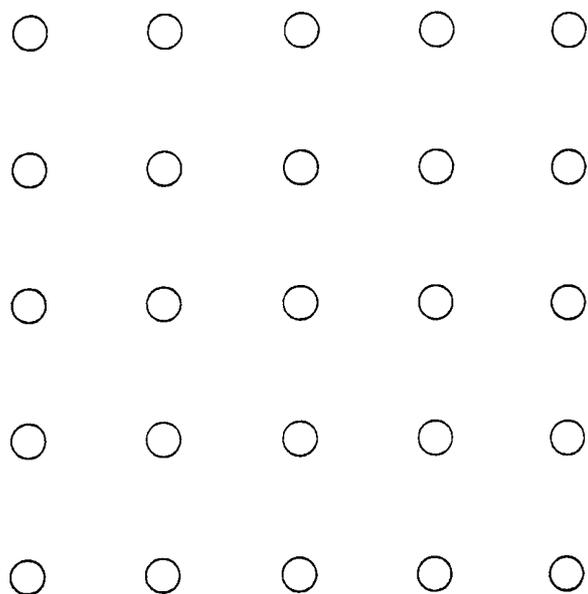
FIG. 5

6/12

6a



6b



6c

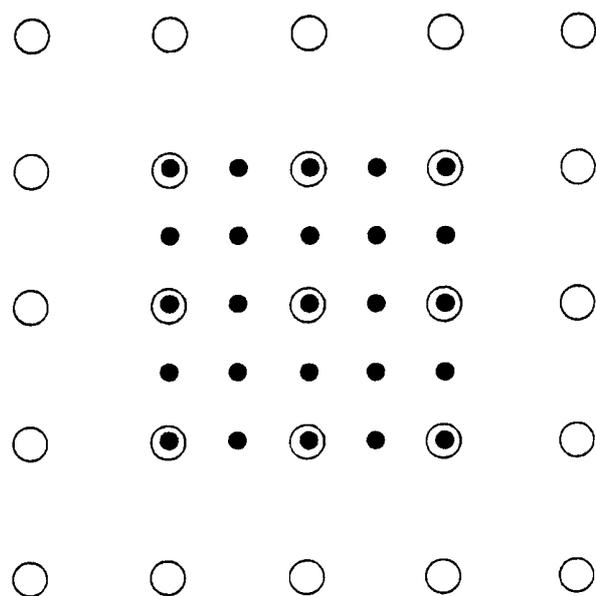


FIG. 6

7/12

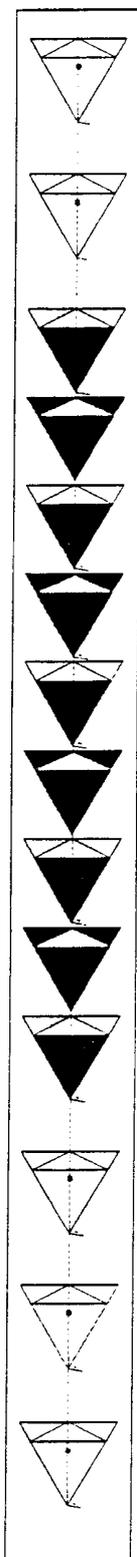


FIG. 7

8/12

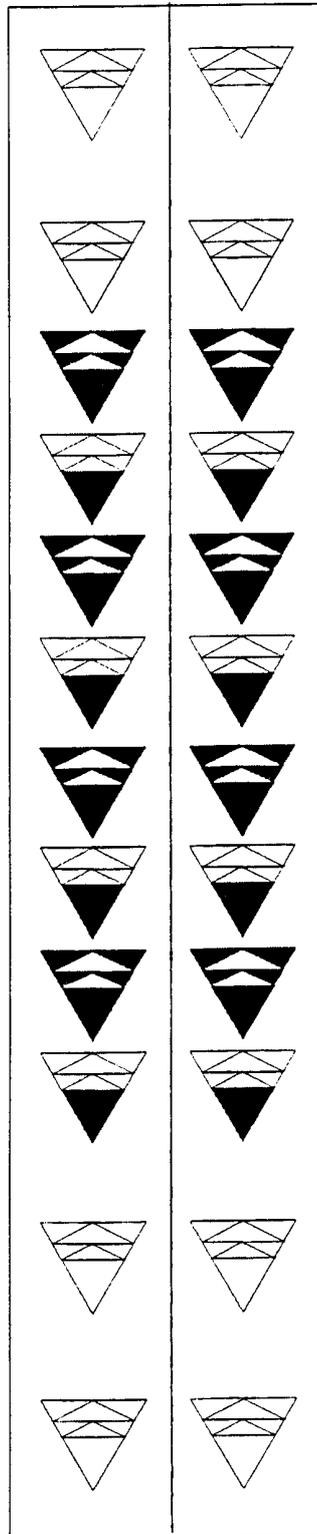


FIG. 8

9/12

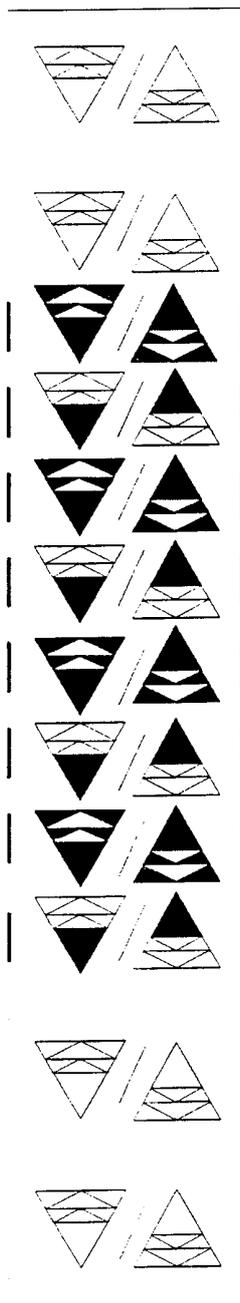


FIG. 9

10/12

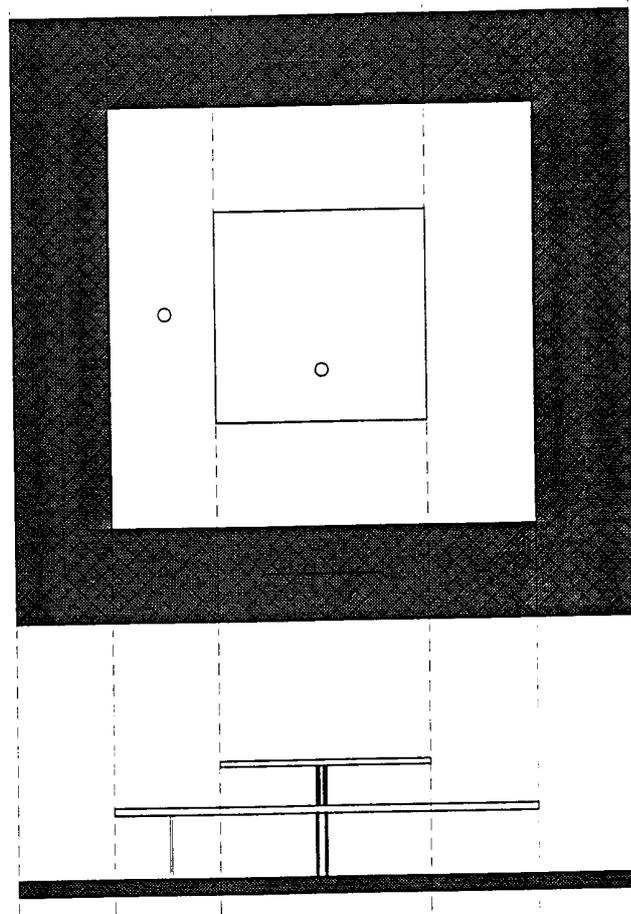


FIG. 10

11/12

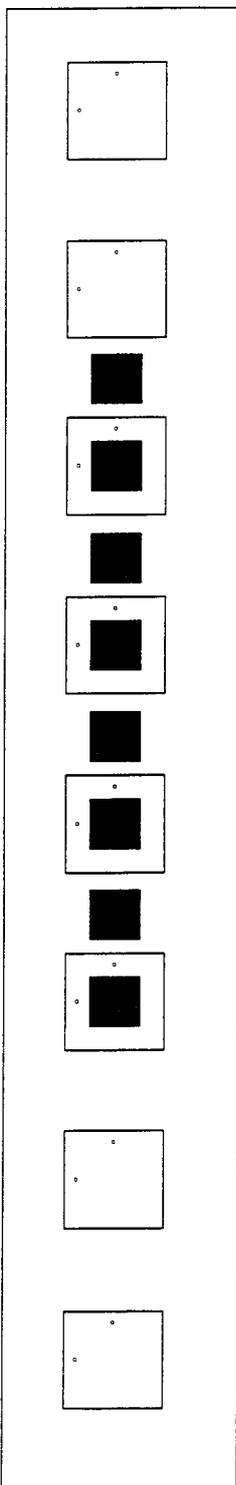


FIG. 11

12/12

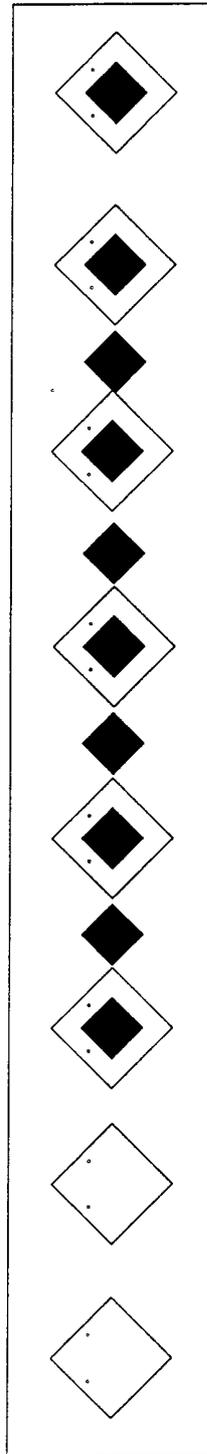


FIG. 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/ES 99/00343

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER :**  
IPC7 H01Q 21/30, 21/06, 5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC7 H01Q, H04Q 7/30, H04Q 7/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI, PAJ, CIBEPAT, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4623894 A (LEE et al.) 18 November 1986 (18.11.86), The whole document	1, 10, 12-16, 18,19
A	WO 9711507 A (QUALCOMM Inc.) 27 March 1997 (27.03.97), The whole document	1, 12-17, 19
A	WO 9735360 A (BALL AEROSPACE & TECHNOLOGIES) 25 September 1997 (27.09.97), The whole document	1, 5, 12-16, 19
A	US 3818490 A (LEAHY) 18 June 1974, (18.06.74), The whole document	1, 10
A	US 5537367 A (LOCKWOOD et al.) 16 July 1996 (16.07.96)	
A	US 4912481 A (MACE et al.) 27 March 1990 (27.03.90)	
A	US 5168472 A (LOCKWOOD) 01 December 1992 (01.12.92)	

Further documents are listed in the continuation of Box C

See patent family annex.

• Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier document but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search report  
17 January 2000 (17.01.00)

Date of mailing of the international search report  
02 February 2000 (02.02.00)

Name and mailing address of the ISA/ES  
S. P. T. O.

Authorized officer

FaeximilerNo

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/ES 99/00343

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2704359 A (RICHARD HIRSCHMANN GMB & CO) 28.10.1994	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/ES 99/00343

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4623894 A	18.11.1996	NONE	
WO 9711507 A	27.03.1997	AU 7368396 A FI 9701686 A EP 0793864 A BR 9606654 A TW 321798 A JP 10509577 T KR 97707605 A US 5828348 A	09.04.1997 23.06.1997 10.09.1997 30.09.1997 01.12.1997 14.09.1998 01.12.1997 27.10.1998
WO 9735360 A	25.09.1997	US 5838282 A	17.11.1998
US 3818490 A	18.06.1974	GB 1382018 A	29.01.1975
US 5537367 A	16.07.1996	NONE	
US 4912481 A	27.03.1990	NONE	
US 5168472 A	01.12.1992	NONE	
FR 2704359 A	28.10.1994	DE 4313397 A	10.11.1994

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°  
PCT/ ES 99/00343

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

CIP<sup>7</sup> H01Q 21/30, 21/06, 5/00

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima consultada (sistema de clasificación, seguido de los símbolos de clasificación)

CIP<sup>7</sup> H01Q, H04Q 7/30, H04Q 7/32

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

EPODOC, WPI,PAJ, CIBEPAT, INSPEC

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
A	US 4623894 A (LEE et al.) 18.11.1986, todo el documento	1,10,12-16,18,19
A	WO 9711507 A (QUALCOMM Inc.) 27.03.1997, todo el documento	1,12-17,19
A	WO 9735360 A (BALL AEROSPACE & TECHNOLOGIES) 25.09.1997, todo el documento	1,5,12-16,19
A	US 3818490 A (LEAHY) 18.06.1974, todo el documento	1,10
A	US 5537367 A (LOCKWOOD et al.) 16.07.1996	
A	US 4912481 A (MACE et al.) 27.03.1990	
A	US 5168472 A (LOCKWOOD) 01.12.1992	

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familia de patentes se indican en el anexo

\* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 17 Enero 2000 (17.01.2000)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

17 FEB 2000 10 2. 02. 00

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.  
C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.  
n° de fax +34 91 3495304

Funcionario autorizado

ENRIQUE ROLÁN CISNEROS  
n° de teléfono + 34 91 3495496

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ ES99/00343

C (Continuación).		DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES
Categoría *	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	FR 2704359 A (RICHARD HIRSCHMANN GMB & CO) 28.10.1994	

**INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**  
 Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ ES 99/00343

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US 4623894 A	18.11.1996	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
WO 9711507 A	27.03.1997	AU 7368396 A FI 9701686 A EP 0793864 A BR 9606654 A TW 321798 A JP 10509577 T KR 97707605 A US 5828348 A	09.04.1997 23.06.1997 10.09.1997 30.09.1997 01.12.1997 14.09.1998 01.12.1997 27.10.1998
-----	-----	-----	-----
WO 9735360 A	25.09.1997	US 5838282 A	17.11.1998
-----	-----	-----	-----
US 3818490 A	18.06.1974	GB 1382018 A	29.01.1975
-----	-----	-----	-----
US 5537367 A	16.07.1996	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US 4912481 A	27.03.1990	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
US 5168472 A	01.12.1992	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
FR 2704359 A	28.10.1994	DE 4313397 A	10.11.1994
-----	-----	-----	-----