

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 276**

51 Int. Cl.:

**H01Q 13/20** (2006.01)

**H01K 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2014 PCT/EP2014/077249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086690**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2014 E 14816179 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3080869**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de interferencia con efecto lineal confinado**

30 Prioridad:

**11.12.2013 FR 1302900**

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

**12.09.2018**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
TOUR CARPE DIEM PLACE DES COROLLES  
ESPLANADE NORD  
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**DELAVEAU, FRANÇOIS y  
THIZON, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 681 276 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**

Procedimiento y dispositivo de interferencia con efecto lineal confinado

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de interferencia que usa una línea aérea lineal y un dispositivo de interferencia, estando el conjunto adaptado para generar y emitir señales de perturbación o de interferencia en un espacio cerrado o semiabierto dado sin impacto en el funcionamiento de los elementos dispuestos en el exterior de este espacio.

Encuentra su aplicación para perturbar o impedir el funcionamiento de los sistemas radioeléctricos, dispositivos de radiocomunicación, cuyo empleo es ilícito o, sistemas radioeléctricos que no poseen autorización de funcionamiento, en los recintos, en las cárceles, en salas de examen, etc.

10 En ciertos entornos, tales como las cárceles, los centros de examen, los establecimientos escolares, ciertas salas de las embajadas, los centros de experimentación, etc., el uso de dispositivos de radiocomunicación, tales como teléfonos móviles, está prohibido. Uno de los problemas planteados hoy en día es erradicar cualquier radiocomunicación no autorizada en un recinto cerrado controlando el confinamiento de la señal usada para impedir estas comunicaciones evitando cualquier inconveniente para los usuarios exteriores no afectados por esta prohibición de las radiocomunicaciones.

15 El estado de la técnica del solicitante describe sistemas de detección y sistemas de interferencia que bloquearán las radiocomunicaciones ilícitas y los sistemas que las usan, desde antenas de radio convencionales. Estos dispositivos presentan numerosos inconvenientes; debido a las pérdidas geométricas en  $20 \cdot \log_{10}(R)$  de la potencia radiada desde una antena convencional (siendo R la distancia al centro de fase de la antena), son inapropiados en términos de eficacia, de cobertura, de potencia transmitida; el confinamiento no es satisfactorio, lo que genera quejas de los operarios y de los usuarios externos no afectados por esta prohibición; son muy delicados de instalar y de mantener y, a menudo, son caros, tan pronto como se deben obtener coberturas significativas.

La patente US 6.195.529 desvela un procedimiento y un dispositivo que permite bloquear la transmisión de los teléfonos móviles transmitiendo señales interferentes en el rango de frecuencia de la radio móvil.

25 El documento titulado "Système for Mobile Communications" de POUSADA-CARBALLO y col., Electronics Letters, IEE STEVENAGE, vol.34, n.º22, XP00601536, describe un sistema de interferencia para comunicaciones en una zona cerrada, generando señales de ruido al nivel del canal de transmisión que corresponde a la señal a interferir.

La solicitud de patente WO 98 56192 describe un procedimiento que permite regular las comunicaciones celulares.

30 Actualmente, existe la necesidad de disponer de un dispositivo que permite una interferencia completa de las radiocomunicaciones consideradas como ilícitas, un dispositivo que se aplica dentro de un espacio dado cerrado en general (o conocido bajo la expresión espacio "indoor"), cuya eficacia es confiable, la cobertura controlada, el efecto confinado y el confinamiento controlado. La expresión "terminal ilícito o prohibido" designa un terminal, dispositivo de radiocomunicación que no está autorizado para funcionar en un perímetro dado y fuera de este perímetro.

35 Se usará de manera indiferente la expresión "elemento lineal" o "línea aérea lineal" para designar un mismo elemento.

El objeto de la invención se basa, en particular, en el uso de una o varias líneas aéreas de geometría lineal asociadas a dos efectores constituidos por dispositivos de interferencia y de acoplamientos adaptados. El empleo de estos efectores y la geometría lineal de la línea aérea permiten a la vez:

- 40 • asegurar una cobertura fiable de la interferencia,
- controlar el confinamiento de la interferencia,
- transmitir simultáneamente numerosas señales de interferencia que abordan simultáneamente un gran número de intervalos de frecuencia y un gran número de sistemas de radiocomunicación cuyos planos de frecuencia están incluidos en estos intervalos.

45 La invención se define por las características de las reivindicaciones independientes 1 y 10. La invención se refiere a un dispositivo de interferencia confinada dispuesto en una zona de cobertura en la que se pueden encontrar dispositivos de radiocomunicación prohibidos cuyo funcionamiento debe impedirse, caracterizado porque consta de al menos los siguientes elementos:

- 50 • al menos un cable lineal que comprende varios orificios  $O_i$  que permiten la radiación de señales de interferencia, estando el cable lineal conectado a uno o varios efectores a través de un conector,
- el o dichos elementos efectores, estando adaptados para inyectar en un extremo al menos del cable lineal una o varias señales de interferencia, el flujo de potencia  $P_{j,f}$  de la señal de interferencia  $J_{j,f}$  en la banda  $B_{j,f}$  de una portadora  $f$  se selecciona de tal manera que la relación  $P_{S_{j,f}}/P_{J_{j,f}}$ , entre el flujo de potencia  $P_{S_{j,f}}$  de la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el dispositivo prohibido en la portadora  $f$  y el flujo de potencia  $P_{J_{j,f}}$  de la señal  $J_f$  presente en la portadora  $f$  para impedir que el dispositivo prohibido funcione es inferior al umbral de

funcionamiento  $Umbral_{S,j,f}$  del dispositivo prohibido ( $P_{S,j}P_{J,f} \leq Umbral_{S,j,f}$ ).

Según una variante de realización, el efector está adaptado para generar, para un punto  $M(r,l)$  donde se encuentra un dispositivo de radiocomunicación prohibido, un valor de la densidad espectral  $N_{j,f}(r,l)$  de la señal de interferencia inyectada en el cable lineal a través del conector tal como para la banda  $B_{j,f}$  de cada portadora  $f$  se tenga

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f}(r,l) \cdot B_{j,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{S,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{S,j,f}) + C(r_0) + P' \cdot (l - l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta$$

donde

- $r, l$ , son las coordenadas de un punto  $M$ ,
- $l_0$  designa una distancia lineal de referencia,  $r_0$  designa una distancia radial de referencia al elemento lineal,
- $P'$  designa la tasa de las pérdidas lineales a lo largo del cable radiante a partir de la distancia  $l_0$ ,
- $-C(r_0)$  designa las pérdidas por acoplamiento en la banda  $B_j$  a la distancia radial de referencia  $r_0$ ,
- $\eta$  representa un margen de precaución que tiene en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación del cable lineal al terminal prohibido.

El efector, por ejemplo, está adaptado para generar una potencia de transmisión que tiene en cuenta uno o varios de los siguientes elementos:

- las mediciones de los niveles de las señales de baliza, de control y de tráfico que provienen de los transmisores presentes en las redes externas y susceptibles de entrar en comunicación con los dispositivos ilícitos,
- la tasa  $P'$  de pérdidas lineales en el cable lineal,
- las pérdidas por acoplamientos  $-C(r_0)$  del cable lineal,
- márgenes  $\eta$  destinados a compensar las atenuaciones adicionales de diversas naturalezas que pueden afectar a la señal de interferencia  $J$  durante su propagación desde el cable lineal hasta el dispositivo a interferir.

Según una variante, las características de los dispositivos de radiocomunicación prohibidos y las características del régimen de radiación del cable lineal se conocen o se miden previamente para parametrizar y ajustar las bandas de frecuencia de la señal de interferencia, la naturaleza de las señales de interferencia transmitidas y los niveles de salida del efector cuya señal se inyecta en el cable lineal a través del acoplador.

Al menos uno de los efectores, por ejemplo, se adapta para generar y para transmitir señales de interferencia y, es un inhibidor genérico de banda ancha.

El efector, por ejemplo, está adaptado para generar y transmitir señales de interferencia y está compuesto de un conjunto de inhibidores dedicados, cuyas señales de salidas se transmiten a unos módulos de filtrado y de amplificación y rectificación, después se inyectan en un acoplador, estando la salida de dicho acoplador inyectada en el cable lineal.

Según una variante, el efector, por ejemplo, está adaptado para generar y transmitir señales de interferencia y consta de los módulos de filtrado selectivos de frecuencia adaptados para suprimir la señal de interferencia para liberar una o varias portadoras utilizables por una sobrerred de radiocomunicación controlada.

El dispositivo puede constar de un medio adaptado para duplexar la señal de salida de un efector y un dispositivo de inyección de dicha señal en dos cables lineales diferentes.

El dispositivo también puede constar de un primer efector dispuesto en un primer extremo del cable lineal y un segundo efector dispuesto en un segundo extremo del cable lineal con el fin de inyectar una señal de interferencia  $J_1, J_2$ , en cada extremo del cable lineal.

El dispositivo puede constar de un sistema de deflectores adaptado para optimizar localmente el confinamiento, deflectores para los que se pueden usar rejillas de paso de cables eléctricos con montaje inverso, rejillas de malla y de diversas geometrías.

La invención se refiere también a un procedimiento de interferencia confinada del funcionamiento de uno o de varios dispositivos de radiocomunicación prohibidos en una zona determinada, implementado en el dispositivo que presenta una de las características anteriores, el procedimiento está caracterizado porque consta de al menos las siguientes etapas:

- usar al menos un cable lineal que comprende varios orificios  $O_i$  que permiten la radiación de señales de interferencia, estando el cable lineal conectado a uno o varios efectores a través de un conector,
- inyectar en un extremo al menos del cable lineal una o varias señales de interferencia, el flujo de potencia  $P_{j,f}$  de la señal de interferencia  $J_{j,f}$  en la banda  $B_{j,f}$  de una portadora  $f$  se selecciona de tal manera que la relación  $P_{S,j,f}/P_{J,f}$ , entre el flujo de potencia  $P_{S,j,f}$  de la señal de la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el dispositivo prohibido en la portadora  $f$  y el flujo de potencia  $P_{J,f}$  de la señal  $J_f$  presente en la portadora  $f$  para impedir que el dispositivo prohibido funcione sea inferior al umbral de funcionamiento  $Umbral_{S,j,f}$  del dispositivo prohibido ( $P_{S,j}/P_{J,f} \leq Umbral_{S,j,f}$ ).

Para la implementación del procedimiento, se genera un valor de la densidad espectral  $N_{j,r}(r,l)$  para la señal de interferencia inyectada en el cable lineal tal como para la banda  $B_{i,f}$  de cada portadora  $f$

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,r}(r,l) \cdot B_{i,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{S,i,f}) - 10 \cdot \log_{10}(\text{Umbral}_{S,i,f} + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta)$$

donde

- 5 •  $r, l$ , son las coordenadas de un punto  $M$ ,
- $l_0$  designa una distancia lineal de referencia,
- $r_0$  designa una distancia radial de referencia al cable lineal,
- $P'$  designa la tasa de las pérdidas lineales a lo largo del cable radiante a partir de la distancia  $l_0$ ,
- 10 •  $-C(r_0)$  designa las pérdidas por acoplamiento en la banda  $B_J$  a la distancia radial de referencia  $r_0$ ,
- $\eta$  representa un margen de precaución que tiene en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación del cable al terminal prohibido.

Otras características y ventajas del procedimiento y del dispositivo según la invención aparecerán mejor tras la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en ningún caso limitante anexo de las figuras que representan:

- 15 • la figura 1, un ejemplo del dispositivo según la invención que comprende un elemento lineal a cuya entrada un dispositivo de interferencia inyecta una señal de interferencia dedicada al a erradicación de las radiocomunicaciones no autorizadas,
- la figura 2, un detalle de elemento lineal,
- la figura 3a, un ejemplo de disposición de un elemento lineal provisto en cada uno de sus extremos de un efector e implementado en un espacio con una dirección privilegiada,
- 20 • la figura 3b, un ejemplo de disposición posible de varios elementos lineales para la implementación de procedimiento en un espacio cerrado de forma rectangular o cuadrada cuyos elementos lineales definen el perímetro, en el que la señal de interferencia, que emana de dos efectores presentes en los extremos de una diagonal, se distribuye en cada medio perímetro,
- 25 • la figura 4, una representación de un elemento lineal con un efector conectado en cada extremo.

Con el fin de comprender mejor el objeto de la invención, la descripción se da a título ilustrativo y en ningún caso limitativo para una aplicación que tiene como objeto impedir el funcionamiento (transmisión/recepción) de un teléfono móvil cuyo uso está prohibido en una cárcel, es decir, que se asegure de que las señales de señalización con destino a este teléfono móvil no puedan ni decodificarse ni interpretarse por este último, lo que hace que sea imposible para él acceder a la red, cualquier solicitud de llamada o cualquier respuesta a las llamadas. Este ejemplo puede extenderse a cualquier dispositivo de radiocomunicación cuyo funcionamiento no está autorizado en un espacio dado.

La figura 1 esquematiza un primer ejemplo de realización del dispositivo según la invención que consta de una línea 1 aérea con geometría lineal, asociada a un dispositivo de generación de ondas perturbadoras o efector 2, a través de un conector 3. El teléfono móvil 4 que no está autorizado para recibir comunicaciones o datos se encuentra en esta figura cerca y en la zona de eficacia de la línea aérea lineal.

El efector 2, por ejemplo, está compuesto por:

- uno o varios dispositivos 5, 5' de generación y de transmisión de señales de interferencias,
- uno o varios módulos 6, 6' de filtrados y de las fases de amplificación y rectificación, señales transmitidas por los dispositivos de generación y de transmisión anteriormente citadas, permitiendo estos módulos de filtrados y de amplificación ajustar con precisión las bandas, las portadoras y los niveles de salida,
- 40 - un acoplador 7 que permite constituir la señal inyectada eficazmente en la línea 1 aérea lineal a través del conector 3.

Tal disposición permite producir una señal de interferencia de banda ancha o una señal de interferencia multibanda, de bandas de frecuencia, portadoras y niveles adecuados en zonas dadas donde los teléfonos 4 móviles cuyo funcionamiento se busca impedir pueden encontrarse. En la práctica, la señal de interferencia se inyecta en la línea aérea lineal a través del conector 3 con un nivel ajustado en cada banda y en cada portadora en esas bandas para interferir e impedir en estas portadoras todos los intercambios de datos entre el terminal móvil y las redes de comunicaciones prohibidas, y esto, en el conjunto de la zona cubierta por la línea aérea lineal. Es decir, que en el ejemplo de la figura 1, la señal de interferencia  $J$  resultante, considerada al nivel del terminal prohibido  $a$ , para cada una de las portadoras potencialmente utilizables por el terminal prohibido, una potencia  $P_J$  definida en función de la potencia  $P_S$  de las señales escuchadas por el terminal prohibido, de tal manera que la relación  $P_S/P_J$  sea inferior al umbral de funcionamiento  $\text{Umbral}_S$  del teléfono móvil prohibido en cada portadora usable (siendo este umbral de funcionamiento  $\text{Umbral}_S$  conocido por el experto en la materia para cada red de radiocomunicación a prohibir mediante la consulta de los estándares de estas redes).

La línea 1 aérea lineal con geometría lineal presenta, por ejemplo, características de radiación que, combinadas con efectores adaptados, tales como los anteriormente descritos, permiten perturbar el funcionamiento del teléfono móvil

presente en el punto  $M(r,l)$  controlando con precisión el flujo de la potencia radiada  $P_J(r,l)$  en función de la distancia lineal  $l$  y de la distancia radial  $r$  que definen las posiciones  $M(l,r)$  de uno o de varios dispositivos ilícitos (es decir, las posiciones de los teléfonos 4 móviles en la zona cubierta por la línea aérea lineal). La distancia lineal  $l$  se define, por ejemplo, en relación con el conector 3 del elemento lineal. La distancia radial  $r$  se determina por la medición de la perpendicular al elemento lineal que cumple encuentra el punto  $M(r,l)$ , por ejemplo.

Más precisamente, el flujo de potencia de interferencia radiado  $P_J(l,r)$  por la línea aérea en una banda afectada por interferencia  $B_J$  en el punto  $M(r,l)$  indicado por la distancia lineal  $l$  y la distancia radial  $r$ , se da en decibelios (dB) por el régimen de radiación "cilíndrica" expresado por la siguiente fórmula:

$$10 \cdot \log_{10}(P_J(l,r)) = 10 \cdot \log_{10}(P_0(l_0)) - C(r_0) - P' \cdot (l-l_0) - 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) \quad (1)$$

- designando  $l$  la distancia lineal,
- designando  $r$  la distancia radial al elemento lineal,
- designando  $l_0$  una distancia lineal de referencia (en general, el experto en la materia considera  $l_0$  como nulo o muy débil y hace corresponder  $l_0$ , por ejemplo, a la salida del acoplador 7) y designando  $P_0(l_0)$  la potencia correspondiente en la banda  $B_J$  que resulta de la inyección de la señal de interferencia en la línea aérea a través del conector 3,
- designando  $P'$  la tasa de las pérdidas lineales a lo largo de la línea aérea radiante a partir de la distancia lineal de referencia  $l_0$  (supuesta pérdida, para simplificar la escritura, pero sin limitar la generalidad, constante en la banda  $B_J$ , supuestamente suficientemente estrecha); este valor es un dato constructor en general o una cantidad emparejada por la medición en cada una de las bandas  $B_J$ , este valor es, como máximo, unos pocos dB por cada 100 m de propagación en la línea aérea,
- designando  $r_0$  una distancia radial de referencia al elemento lineal (en general, el experto en la materia considera  $r_0 = 2$  m),
- designando  $-C(r_0)$  las pérdidas por acoplamiento en la banda  $B_J$  a la distancia radial de referencia  $r_0$ ;  $-C(r_0)$ , dato constructor en general, o emparejados por medición, presenta un valor del orden de -55 dB a -70 dB a la distancia radial de referencia  $r_0 = 2$  m, homogénea a lo largo de la línea aérea),
- $P_J(l,r)$  es el flujo de potencia en la banda  $B_J$  de la señal  $J$  en el punto  $M(r,l)$ . En el caso donde hay varias señales de interferencia, la potencia  $P_J$  considerada es global y puede corresponder a varias subbandas (en este caso, lo que cuenta para la eficacia de la interferencia es  $P_s / P_j < \text{Umbral}_s$  en la banda anteriormente indicada como  $B_J$  de la portadora de  $S$ ).

En la relación (1) anterior:

- las tasas de las pérdidas lineales  $P'$  por propagación en la línea aérea es baja, lo que garantiza un nivel de radiación de la línea aérea homogéneo en las longitudes cubiertas por la invención, verificando la distancia lineal típicamente  $l \in [l_0, L]$ ;  $L \leq 100$  m,
- el régimen cilíndrico (expresado en dB por  $-10 \cdot \log_{10}(r/r_0)$  en la relación (1)) de las pérdidas de propagación por radiación depende linealmente de la inversa de la distancia radial  $r$  a la línea aérea y no cuadráticamente la inversa de la distancia  $R$  (distancia real/centro de fase) absoluta al centro de fase de la línea aérea como en el caso de los sistemas clásicos descritos en el estado de la técnica.

Las dimensiones del elemento de línea aérea lineal, su diámetro  $\Phi$ , su longitud  $L$  y su orientación con relación a la geometría de la zona a cubrir, así como la distribución de los orificios  $O_i$  que permiten la difusión de las señales de interferencia  $J$  y el posicionamiento de posibles deflectores para facilitar el confinamiento se seleccionan, en particular, en función de los dispositivos de radiocomunicaciones cuyo funcionamiento se desea erradicar y de la geometría de la zona en la que se desea erradicar el funcionamiento de las radiocomunicaciones ilícitas.

Cuando la zona a cubrir presenta direcciones privilegiadas (pasillos, corredores) como en la figura 3a, la orientación de los elementos lineales se efectúa, por ejemplo, de manera tangencial a estas direcciones privilegiadas. Cuando la zona a cubrir es un recinto cerrado sin dirección privilegiada, como en la figura 3b, las líneas aéreas se disponen, por ejemplo, tangencialmente a las aristas de este recinto.

Las potencias de transmisión del efector 2 se ajustan, por ejemplo, teniendo en cuenta uno o varios de los siguientes elementos:

- las mediciones de los niveles de campos correspondientes que provienen de los transmisores 8, 9, 10, 11 presentes en las redes externas y susceptibles de entrar en comunicación con los terminales ilícitos cuyas radiocomunicaciones se quiere erradicar, y
- el régimen de pérdidas lineales explicado por la fórmula (1) anterior, y
- márgenes  $\eta$  destinados a compensar las atenuaciones adicionales de diversas naturalezas que pueden afectar a la señal de interferencia  $J$  durante su propagación desde la línea 1 aérea lineal hasta el dispositivo de transmisión a interferir, 4, (paredes, puertas, cuerpos humanos, etc.).

El objeto es obtener una señal de interferencia  $J$  de nivel al menos tal que, en cada banda  $B_j$   $j = 1 \dots J$  y para cada vía de baliza o de control  $F$  en cada banda  $B_j$  que corresponde a los transmisores externos susceptibles de entrar en comunicación con los terminales transmisores/receptores ilícitos cuyas radiocomunicaciones se quiere erradicar, el

flujo de potencia  $P_{j,f}$  de la señal de interferencia  $J_{j,f}$  en la banda  $B_{j,f}$  de la portadora  $f$  sea tal que la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el terminal prohibido (índice  $i$ ) en la portadora  $f$ , de flujo de potencia  $P_{s,i,f}$ , se reciba con una relación  $P_{s,i,f}/P_{j,f}$  inferior al umbral de funcionamiento  $Umbral_{s,j,f}$  del terminal portátil prohibido (siendo este umbral de funcionamiento  $Umbral_{s,j,f}$  conocido por el experto en la materia para cada red de radiocomunicación y para cada tipo de portadora de balizas  $f$  a prohibir, consultando los estándares de estas redes). O aún, la relación  $P_{s,j,f}/P_{j,f}$ , entre el flujo de potencia  $P_{s,j,f}$  de la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el dispositivo prohibido en la portadora  $f$  y el flujo de potencia  $P_{j,f}$ , de la señal  $J_f$  presente en la portadora  $f$  para impedir que el dispositivo prohibido funcione es inferior al umbral de funcionamiento  $Umbral_{s,j,f}$  del dispositivo prohibido ( $P_{s,j,f}/P_{j,f} \leq Umbral_{s,j,f}$ ). Esto se escribe en decibelios:

$$10 \cdot \log_{10}(P_{s,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(P_{j,f}) \leq 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,j,f}) \text{ en la banda } B_{i,f} \text{ de la portadora } j, f, \text{ siendo } j \text{ el índice de la banda del terminal, } f \text{ el de la portadora, o aún:}$$

$$10 \cdot \log_{10}(P_{j,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,j,f}) \text{ en la banda } B_{i,f} \text{ de la portadora } f$$

Considerando un terminal prohibido en el punto  $M(r,l)$ , la densidad espectral  $N_{j,f}(r,l)$  de la señal de interferencia inyectada en la línea aérea lineal a través del conector 3 debe, entonces, verificar para la banda  $B_{i,f}$  de cada portadora  $f$ :

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f}(r,l) \cdot B_{i,f}) - C(r_0) - P' \cdot (l-l_0) - 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,j,f}) + \eta$$

de nuevo:

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f}(r,l) \cdot B_{i,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,j,f}) + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta \quad (2)$$

donde  $\eta$  representa un cierto margen de precaución para tener en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación de la línea aérea al terminal 4 prohibido.

Esta condición expresada en la fórmula (2), debiendo verificarse para una zona definida por un radio  $r_0 \leq r \leq r_{max}$ ,  $l_0 \leq l \leq l_{max}$  una condición suficiente es verificarla para  $r = r_{max}$ ,  $l = l_{max}$ ,  $\eta = \eta_{max}$

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f} \cdot B_{i,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,j,f}) + C(r_0) + P' \cdot (l_{max} - l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r_{max}/r_0) + \eta_{max} \quad (3).$$

El ejemplo ilustrativo y no limitante de la figura 1 muestra unas señales de radiocomunicación  $S_8, S_9, S_{10}, S_{11}$  que provienen de los transmisores externos 8, 9, 10, 11 en unas bandas  $B_8, B_9, B_{10}, B_{11}$ , siendo los transmisores susceptibles de entrar en comunicación con el terminal 4 ilícito cuyas radiocomunicaciones se quiere erradicar. Para esta configuración, si se considera una portadora de baliza o de control para el transmisor externo, en las frecuencias portadoras respectivamente indicadas como  $f_8, f_9, f_{10}, f_{11}$ , y a las bandas respectivamente indicadas como  $B_{J,8}, B_{J,9}, B_{J,10}, B_{J,11}$ , si se indica  $P_{s,8}, P_{s,9}, P_{s,10}, P_{s,11}$  los flujos de potencia correspondientes recibidos por el terminal 4 ilícito, si se indica  $Umbral_{s,8}, Umbral_{s,9}, Umbral_{s,10}, Umbral_{s,11}$  los puntos de funcionamientos (conocidos por el experto en la materia) del terminal 4 ilícito en las bandas  $B_{J,8}, B_{J,9}, B_{J,10}, B_{J,11}$  de las portadoras  $f_8, f_9, f_{10}, f_{11}$ , los niveles de señales de interferencias mínimos  $P_{J,8}, P_{J,9}, P_{J,10}, P_{J,11}$  que deben recibirse por el terminal 4 ilícito en las bandas  $B_{J,8}, B_{J,9}, B_{J,10}, B_{J,11}$  verifican las siguientes condiciones

En cantidades reales:

$$P_{s,8} / P_{J,8} \leq Umbral_{s,8} \text{ en la banda } B_{J,8} \text{ de la portadora } f_8$$

$$P_{s,9} / P_{J,9} \leq Umbral_{s,9} \text{ en la banda } B_{J,9} \text{ de la portadora } f_9$$

$$P_{s,10} / P_{J,10} \leq Umbral_{s,10} \text{ en la banda } B_{J,10} \text{ de la portadora } f_{10}$$

$$P_{s,11} / P_{J,11} \leq Umbral_{s,11} \text{ en la banda } B_{J,11} \text{ de la portadora } f_{11}$$

En decibelios:

$$10 \cdot \log_{10}(P_{J,8}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,8}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,8}) \text{ en la banda } B_{J,8} \text{ de la portadora } f_8$$

$$10 \cdot \log_{10}(P_{J,9}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,9}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,9}) \text{ en la banda } B_{J,9} \text{ de la portadora } f_9$$

$$10 \cdot \log_{10}(P_{J,10}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,10}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,10}) \text{ en la banda } B_{J,10} \text{ de la portadora } f_{10}$$

$$10 \cdot \log_{10}(P_{J,11}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,11}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,11}) \text{ en la banda } B_{J,11} \text{ de la portadora } f_{11}, \text{ y esto,}$$

en la zona cubierta por la línea aérea lineal.

Se puede deducir de ello que los niveles de densidad espectral de potencia inyectados  $N_{s,8}, N_{s,9}, N_{s,10}, N_{s,11}$  en la línea aérea lineal a través del conector 3 deben verificar las siguientes condiciones en decibelios:

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,11}(r,l) \cdot B_{j,11}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,11}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,11}) + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta_{11}$$

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,10}(r,l) \cdot B_{j,10}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,10}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,10}) + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta_{10}$$

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,9}(r,l) \cdot B_{j,9}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,9}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,9}) + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta_9$$

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,8}(r,l) \cdot B_{j,8}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{s,8}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{s,8}) + C(r_0) + P' \cdot (l-l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta_8$$

donde  $\eta_8, \eta_9, \eta_{10}, \eta_{11}$  representan ciertos márgenes de precaución para tener en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación desde la línea aérea hasta el terminal 4 prohibido en las bandas  $B_8, B_9, B_{10}, B_{11}$ .

5 El dispositivo 2 efector que permite la generación y la transmisión de las señales de interferencia está compuesto, por ejemplo, por un inhibidor genérico de banda ancha, o bien, de un conjunto de inhibidores dedicados cada uno a una de las redes de radiocomunicaciones prohibidas en la zona cubierta, ajustadas en amplitud cuando sea apropiado y cuyas salidas están acopladas según unos procedimientos bien conocidos por el experto en la materia antes de la inyección en la línea aérea lineal para procesar varias bandas  $B_j$  y de múltiples portadoras  $f_j$  simultáneamente. Sus características, por ejemplo, se seleccionan en función de los dispositivos ilícitos susceptibles a encontrarse en una zona supervisada. Esto permite de alguna manera construir un efector "a la carta" específicamente adaptado para la configuración radioeléctrica procesada y a las redes cuyas comunicaciones deben neutralizarse localmente.

15 Por ejemplo, es posible usar inhibidores dedicados de celulares radio de segunda, tercera y cuarta generación, inhibidores GPS (acrónimo anglosajón de Global Positioning System), inhibidores que operan en la banda industrial ISM (industrial, científico y médico) (de tipo de radio Bluetooth corto o de según el protocolo sin cable Wifi), etc. (véase la figura 1, 5 y 5'). Estos inhibidores dedicados presentan una potencia baja por subbanda ( $< 1 W$ ), un coste bajo ( $\text{odg} \leq 100 \$ \text{unidad} \times \text{algunas unidades por dispositivo}$ ).

20 También es posible usar un dispositivo adicional adaptado a rectificar los niveles de potencia por amplificación y filtrado dedicado de cada subbanda para compensar si fuera necesario una dispersión de frecuencia de los niveles de transmisión necesarios (véase la figura 1) y, en particular:

- una falta de homogeneidad de las pérdidas de cables en función de las frecuencias (líneas aéreas lineales dispersivas),
- una homogeneidad de los niveles de señales  $S_8, S_9, S_{10}, S_{11}$  recibidas por los sistemas de radiocomunicación ilícitos y que se quiere interferir.

25 Según otra variante de realización se va a realizar una supresión de frecuencia, procedimiento conocido por el experto en la materia, de una o varias portadoras en la señal de interferencia para un filtrado adaptado al nivel de las fases (6, 6') de amplificación y rectificación, para permitir el uso de estas portadoras para radiocomunicaciones controladas por el operario del sistema, llamadas de emergencia, sobrerred de radiocomunicaciones autorizadas, etc.

30 El procedimiento según la invención asociado al ejemplo de la figura 1 consta, por ejemplo, de las siguientes etapas:

- 1) definir la disposición de las líneas aéreas lineales en una zona a controlar en la que las radiocomunicaciones ilícitas deben impedirse,
- 2) definir parámetros para una señal de interferencia: banda de frecuencia, niveles de flujo de potencia de interferencia en la zona a controlar expresados en función, en particular, de las distancias radiales de los diferentes puntos de la zona a las líneas aéreas lineales dispuestas para cubrir dicha zona, mediciones de niveles de campos o de los elementos anteriormente mencionados,
- 3) transmitir una señal de potencia adaptada para interferir los dispositivos ilícitos presentes en la zona controlada a partir de las líneas aéreas lineales que están dispuestas en la misma, siendo el nivel de la señal tal que la relación entre el flujo de potencia de funcionamiento del dispositivo ilícito y el flujo de potencia de la señal de interferencia es inferior al valor umbral de funcionamiento del dispositivo ilícito.

La figura 2 es un detalle de un ejemplo de cable lineal que comprende varios orificios dispuestos para permitir el paso de las ondas de interferencia en la zona a supervisar. La línea aérea lineal consta de varios orificios  $O_i$  distribuidos a lo largo del elemento según la aplicación deseada, los orificios están separados por secciones 21 que no permiten el paso de señales de interferencia.

45 La figura 3a, esquematiza una variante de realización de la invención en un recinto con dirección privilegiada de tipo pasillo, en el que se ha instalado un solo elemento 301, al nivel de un techo y dos efectores 305, 306 en los extremos opuestos del elemento, según la descripción anterior.

50 Los orificios del elemento lineal permiten la transmisión de señales de interferencias  $J_1, J_2$ , el teléfono 4 móvil situado en el pasillo no puede decodificar las señales transmitidas por los exteriores. Los parámetros de interferencia, de niveles de potencia, se seleccionarán, en particular, en función de la disposición lineal de estos elementos lineales.

55 La figura 3b, esquematiza una variante de realización de la invención en un recinto que no presenta una dirección privilegiada, en la que se instalan cuatro elementos 311, 312, 313, 314 lineales, de longitud respectivamente  $L_2, L_1, L_2, L_1$ , al nivel de los muros no representados de una habitación de geometría cuadrada a supervisar y dos efectores 315, 316 en los extremos opuestos de una de las diagonales de la habitación, según la descripción anterior. El efector 315 está conectado según una disposición descrita en la figura 1 a los dos elementos 311, 312 lineales, el efector 316 está en conexión con los elementos 313, 314 lineales. Los orificios de los cuatro elementos lineales

permiten la transmisión de señales de interferencias  $J_1, J_2, J_3, J_4$ , el teléfono 4 móvil situado en la habitación no puede decodificar las señales transmitidas por los exteriores. Los parámetros de interferencia, del nivel de potencia, se seleccionarán, en particular, en función de la disposición en cuadrado de estos elementos lineales.

5 La figura 4 representa otro modo de realización, se podrá conectar un primer efector 42a al nivel de un primer extremo 41a de la línea 41 aérea lineal a través de un primer conector 43a y un segundo efector 42b al nivel del segundo extremo 41b de la línea 41 aérea lineal a través de un segundo conector 43b con el fin de inyectar una señal de interferencia  $j_1, j_2$ , en cada extremo de la línea 41 aérea lineal. En ese caso, el primer y el segundo efector presentan características sustancialmente idénticas (mismos niveles de transmisión, mismas bandas de frecuencias), pero sus señales están descorrelacionadas según una técnica conocida por el experto en la materia, con el fin de evitar los fenómenos de interferencias y de ondas estacionarias durante su propagación en la línea aérea lineal.

Este modo de realización permite, en particular:

- homogeneizar mejor el nivel de la señal J de interferencia en las líneas aéreas lineales gracias a una propagación bidireccional y, garantizar una mejor cobertura de la interferencia,
- 15 - reducir los niveles de transmisión de la señal de interferencia en los extremos de la línea aérea lineal y, garantizar un mejor confinamiento de interferencia.

Sin salir del ámbito de la invención, otras variantes de implementación de la invención son posibles.

Por ejemplo, es posible agregar al dispositivo deflectores para optimizar localmente el confinamiento. Por la naturaleza, la forma y el tamaño de los deflectores, podemos usar: rejillas de paso de cables eléctricos (frecuencias > 900 MHz) con montaje inverso, rejillas de malla y de diversas geometrías. El ejemplo de una rejilla plana rectangular de apertura  $\geq (\lambda/2)^2$  (A: longitud de onda de la transmisión de la interferencia) conduce a una directividad de aproximadamente  $120^\circ$ , una relación Adelante/Atrás del orden de 10 a 15 dB. Esto facilita el confinamiento de la señal de interferencia durante la instalación en un "medio semiabierto", por ejemplo, para ventanas de cárceles o ventanas de salas de examen/conferencias o, cuando existen problemas de difracción (tuberías metálicas, otros).

25 Otra variante consiste en agregar una metrología en la fase de instalación/mantenimiento, lo que permite facilitar la instalación y el ajuste del dispositivo. Para esto, se puede usar un analizador de espectro o, incluso, estaciones móviles de control del espectro conocidos por el experto en la materia.

Según otra variante de realización, se puede agregar una "sobrerred" de comunicación cableada totalmente controlada o, incluso, una "sobrerred" de comunicación que explota corrientes de línea, etc.

30 Según otra variante de realización, se puede agregar una "sobrerred" de radiocomunicaciones "a la carta" totalmente controlada, por medio de los siguientes elementos:

- selección de frecuencias portadoras de acuerdo con un estudio preliminar de los programas de frecuencia de las redes externas según procedimientos conocidos por el experto en la materia.
- llegado el caso, supresión de frecuencia de la señal de interferencia para "liberar" las portadoras y hacerlas explotables.
- 35 • instalación de una microrred local que explota las portadoras liberadas y el relevo hacia la red externa.

Los ejemplos de componentes utilizables en las portadoras liberadas para una tal sobrerred son puntos de acceso inalámbricos DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone), pico/femtocélulas del sistema de tercera generación UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) o el estándar LTE (Long Term Evolution), puntos de acceso de puntos Wifi o Wifi Direct, terminales UMTS "dispositivo a dispositivo" o terminales LTE manet (Versión 12) conocidos por el experto en la materia, etc.

El dispositivo y el procedimiento según la invención presenta, en particular, las siguientes ventajas:

- una erradicación total de las radiocomunicaciones en el rango 0,3 - 3 GHz, con un solo dispositivo según la invención,
- 45 • un confinamiento de la interferencia en una zona dada sin impacto en el entorno exterior, debido a la naturaleza lineal de la línea aérea y del régimen de pérdidas cilíndricas resultante según la formulación (1),
- una flexibilidad de instalación, con un despliegue de dispositivos "a la carta",
- una facilidad de mantenimiento,
- numerosas posibilidades de extensión en términos de funciones añadidas y en términos de servicios.

50



**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de interferencia confinada dispuesto en una zona de cobertura en la que se pueden encontrar dispositivos de radiocomunicación prohibidos cuyo funcionamiento debe impedirse, **caracterizado porque** consta de al menos los siguientes elementos:

- 5 • al menos un cable (1) lineal que comprende varios orificios  $O_i$  que permiten la radiación de señales de interferencia, estando el cable (1) lineal conectado a uno o varios efectores (2) a través de un conector (3),
- estando el o dichos elementos efectores (2) adaptados para inyectar en un extremo al menos del cable (1) lineal una o varias señales de interferencia, el flujo de potencia  $P_{j,f}$  de la señal de interferencia  $J_{j,f}$  en la banda  $B_{j,f}$  de una portadora  $f$  se selecciona de tal manera que la relación  $P_{S,j,f}/P_{J,j,f}$ , entre el flujo de potencia  $P_{S,j,f}$  de la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el dispositivo prohibido en la portadora  $f$  y el flujo de potencia  $P_{J,j,f}$  de la señal  $J_{j,f}$  presente en la portadora  $f$  para impedir que el dispositivo prohibido funcione es inferior al umbral de funcionamiento  $Umbral_{S,j,f}$  del dispositivo prohibido ( $P_{S,j,f}/P_{J,j,f} \leq Umbral_{S,j,f}$ ), y **porque**
- 10 • el o los efectores (2) están adaptados para generar, para un punto  $M(r,l)$  donde se encuentra un dispositivo (4) de radiocomunicación prohibido, un valor de la densidad espectral  $N_{j,f}(r,l)$  de la señal de interferencia inyectada en la línea aérea lineal a través del conector (3) tal como para la banda  $B_{i,f}$  de cada portadora  $f$  se tenga

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f}(r,l) \cdot B_{i,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{S,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{S,j,f}) + C(r_0) + P' \cdot (l - l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta$$

en la que

- $r, l$ , son las coordenadas de un punto  $M$ ,
- $l_0$  designa una distancia lineal de referencia,  $r_0$  designa una distancia radial de referencia al elemento lineal,
- 20 •  $P'$  designa la tasa de las pérdidas lineales a lo largo de la línea aérea radiante a partir de la distancia  $l_0$ ,
- $-C(r_0)$  designa las pérdidas por acoplamiento en la banda  $B_j$  a la distancia radial de referencia  $r_0$ ,
- $\eta$  representa un margen de precaución que tiene en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación de la línea aérea al terminal prohibido.

25 2. Dispositivo de interferencia según la reivindicación 1 **caracterizado porque** dicho efector (2) está adaptado para generar una potencia de transmisión que tiene en cuenta uno o varios de los elementos siguientes:

- las mediciones de los niveles de las señales de baliza, de control y de tráfico que provienen de los transmisores (8, 9, 10, 11) presentes en las redes externas y susceptibles de entrar en comunicación con los dispositivos ilícitos,
- la tasa  $P'$  de pérdidas lineales en el cable lineal,
- 30 - las pérdidas por acoplamientos  $-C(r_0)$  del cable lineal,
- márgenes  $\eta$  destinados a compensar las atenuaciones adicionales de diversas naturalezas que pueden afectar a la señal de interferencia  $J$  durante su propagación desde el cable (1) lineal hasta el dispositivo (4) a interferir.

35 3. Dispositivo de interferencia según la reivindicación 1 en el que las características de los dispositivos de radiocomunicación prohibidos y las características del régimen de radiación del cable se conocen o se miden previamente para parametrizar y ajustar las bandas de frecuencia de la señal de interferencia, la naturaleza de las señales de interferencia transmitidas y los niveles de salida del efector cuya señal se inyecta en el cable lineal a través del acoplador (3).

40 4. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** al menos uno de los efectores (2) está adaptado para la generación y para la transmisión de las señales de interferencia y es un inhibidor genérico de banda ancha.

45 5. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el efector (2) está adaptado para la generación y la transmisión de las señales de interferencia y está compuesto de un conjunto de inhibidores dedicados, cuyas señales de salidas se transmiten a unos módulos (6, 6') de filtrado y de amplificación y rectificación, después se inyectan en un acoplador (7), estando la salida de dicho acoplador (7) inyectada en el cable (1) lineal.

6. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el efector (2) está adaptado para la generación y la transmisión de las señales de interferencia y consta de módulos de filtrado selectivos de frecuencia adaptados para suprimir la señal de interferencia para liberar una o varias portadoras utilizables por una sobrerred de radiocomunicaciones controlada.

50 7. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** consta de un medio adaptado para duplexar la señal de salida de un efector y un dispositivo de inyección de dicha señal en dos cables lineales diferentes.

55 8. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** consta de un primer efector (42a) dispuesto en un primer extremo (41a) del cable (41) lineal y un segundo efector (42b) dispuesto en un segundo extremo (41b) del cable lineal con el fin de inyectar una señal de interferencia  $J_1, J_2$ , en cada extremo

del cable (41) lineal.

9. Dispositivo de interferencia según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** consta de un sistema de deflectores adaptado para optimizar localmente el confinamiento, tal como rejillas para el paso de cables eléctricos con montaje inverso, rejillas de malla y de diversas geometrías.

5 10. Procedimiento de interferencia confinada del funcionamiento de uno o de varios dispositivos de radiocomunicación prohibidos en una zona determinada, implementado en el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9 **caracterizado porque** consta de al menos las siguientes etapas:

- usar al menos un cable (1) lineal que comprende varios orificios  $O_i$  que permiten la radiación de señales de interferencia, estando el cable lineal conectado a uno o varios efectores (2) a través de un conector (3),
- 10 • inyectar en un extremo al menos del cable (1) lineal una o varias señales de interferencia, seleccionándose el flujo de potencia  $P_{j,f}$  de la señal de interferencia  $J_{j,f}$  en la banda  $B_{j,f}$  de una portadora  $f$  de tal manera que la relación  $P_{S,j,f}/P_{J,j,f}$ , entre el flujo de potencia  $P_{S,j,f}$  de la señal  $S_{j,f}$  potencialmente utilizable por el dispositivo prohibido en la portadora  $f$  y el flujo de potencia  $P_{J,j,f}$ , de la señal  $J_{j,f}$  presente en la portadora  $f$  para impedir que el dispositivo prohibido funcione sea inferior al umbral de funcionamiento  $Umbral_{S,j,f}$  del dispositivo prohibido
- 15  $(P_{S,j}/P_{J,j,f} \leq Umbral_{S,j,f})$ .

11. Procedimiento de interferencia confinada según la reivindicación 10 **caracterizado porque** se genera un valor de la densidad espectral  $N_{j,f}(r,l)$  para la señal de interferencia inyectada en el cable lineal tal como para la banda  $B_{i,f}$  de cada portadora  $f$ :

$$10 \cdot \log_{10}(N_{j,f}(r,l) \cdot B_{i,f}) \geq 10 \cdot \log_{10}(P_{S,j,f}) - 10 \cdot \log_{10}(Umbral_{S,j,f}) + C(r_0) + P' \cdot (l - l_0) + 10 \cdot \log_{10}(r/r_0) + \eta$$

20 en la que

- $r, l$ , son las coordenadas de un punto  $M$ ,
- $l_0$  designa una distancia lineal de referencia,
- $r_0$  designa una distancia radial de referencia al elemento lineal,
- $P'$  designa la tasa de las pérdidas lineales a lo largo del cable radiante a partir de la distancia  $l_0$ ,
- 25 •  $-C(r_0)$  designa las pérdidas por acoplamiento en la banda  $B_j$  a la distancia radial de referencia  $r_0$ ,
- $\eta$  representa un margen de precaución que tiene en cuenta las atenuaciones adicionales de la señal de interferencia durante su propagación del cable lineal al terminal prohibido.

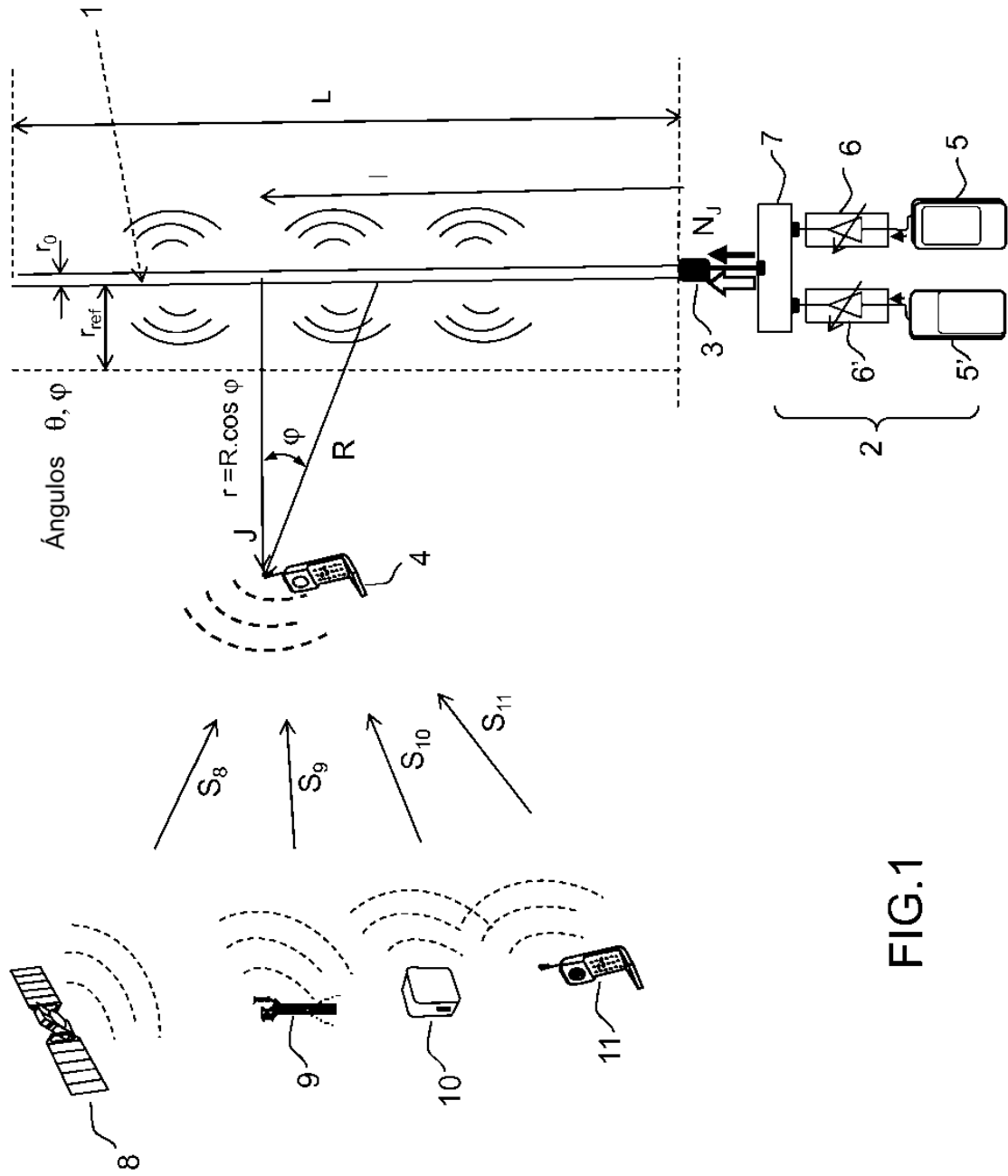


FIG.1

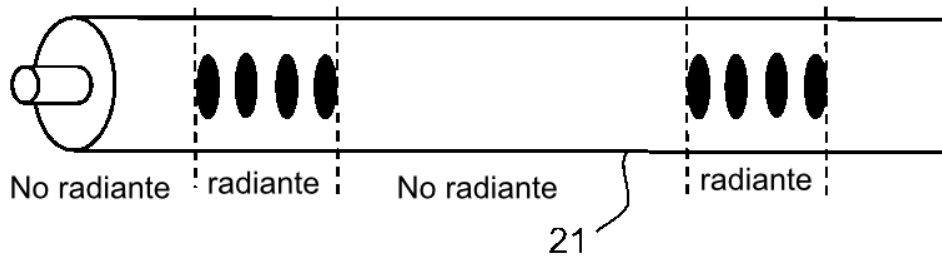


FIG.2

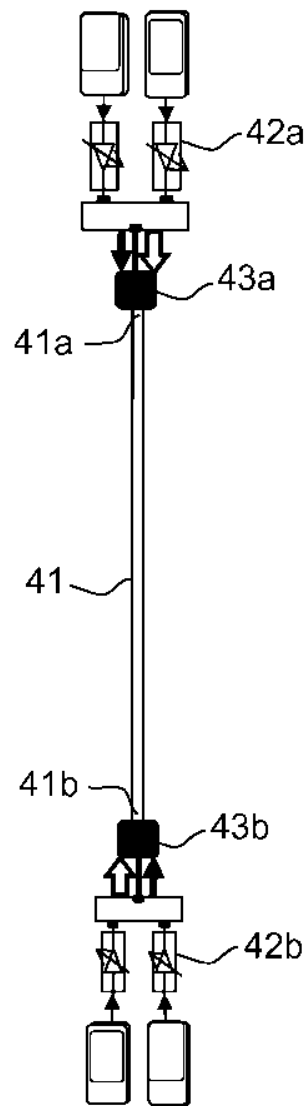


FIG.4

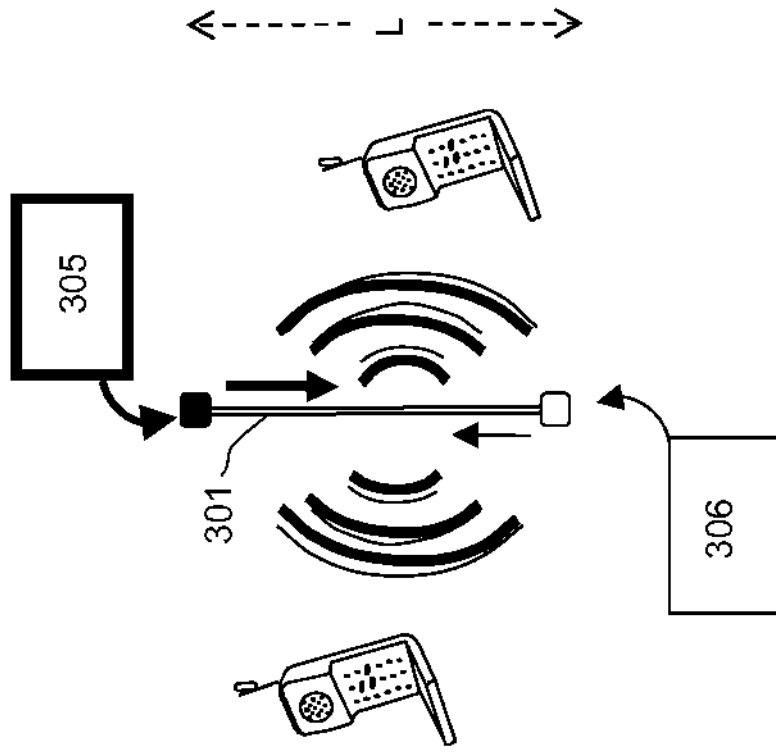


FIG. 3a

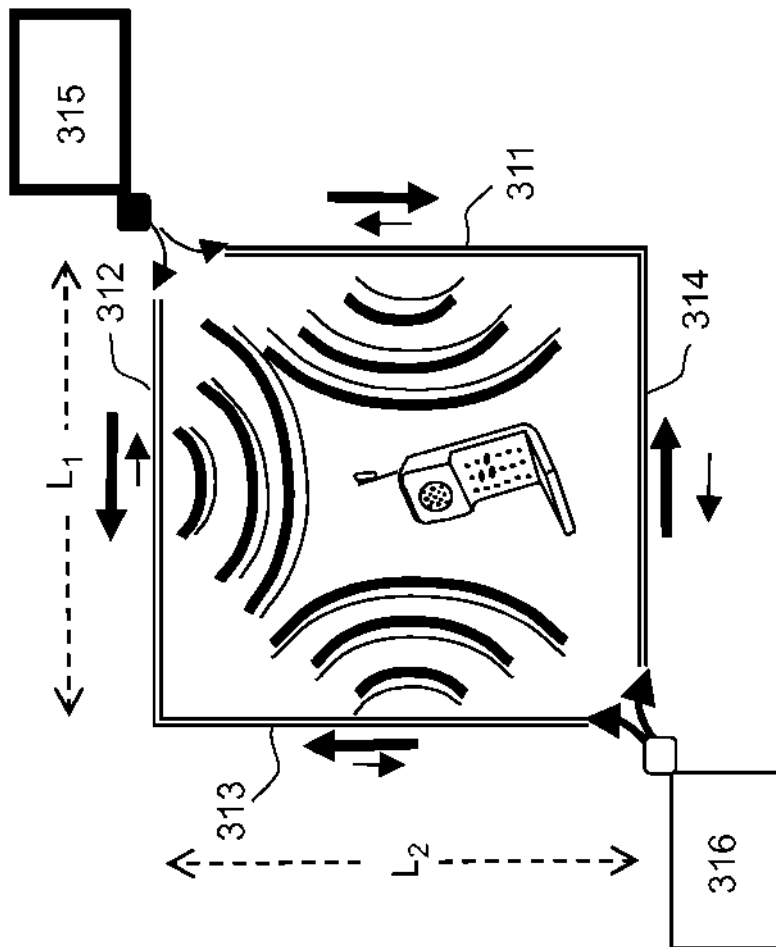


FIG. 3b