

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 925 504**

51 Int. Cl.:

E04C 2/04 (2006.01)
E04B 1/04 (2006.01)
E04B 1/92 (2006.01)
C04B 103/00 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)
B32B 15/18 (2006.01)
B32B 15/02 (2006.01)
B32B 13/06 (2006.01)
B32B 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2017 PCT/FR2017/050244**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.08.2017 WO17140966**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2017 E 17708854 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2022 EP 3417120**

54 Título: **Conjunto arquitectónico que forma un blindaje contra las radiaciones electromagnéticas**

30 Prioridad:

17.02.2016 FR 1651289

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2022

73 Titular/es:

SPIE BATIGNOLLES GENIE CIVIL (50.0%)
30 Avenue du Général Gallieni
92000 Nanterre, FR y
LERAU (50.0%)

72 Inventor/es:

CARON-FELLENS, JEAN-PAUL;
MARDIGUIAN, MICHEL;
PITOUX, THIERRY y
SOULIAC, GUILLAUME

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 925 504 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

Conjunto arquitectónico que forma un blindaje contra las radiaciones electromagnéticas

5 La presente invención se refiere al campo de la construcción o rehabilitación de edificios o locales en los que se encuentran personas y/o instalaciones y que se desea proteger contra las ondas electromagnéticas, tales como centros de cómputo o almacenamiento de datos, comercios, oficinas, hospitales, alojamientos. La cubierta exterior de estos edificios está constituida principalmente por hormigón, con un tratamiento que limita la transmisión de ondas electromagnéticas y forma una Protección Electromagnética (PEM). Esta protección puede adoptar dos formas y ser de dos tipos:

- Protección contra la entrada de ondas electromagnéticas en un local;
- Protección contra la emisión de ondas electromagnéticas desde un local hacia el exterior.

15 Durante décadas, la protección de locales contra campos electromagnéticos se requería solo para casos muy particulares: laboratorios especializados, locales ubicados en emplazamientos militares con potentes transmisores, determinados locales en embajadas u hospitales, etc.

20 A partir de finales de los años 90, aparecieron necesidades crecientes para la protección radioeléctrica de grandes locales (> 30 m²), o incluso de edificios completos. Son el resultado de un mejor conocimiento de las amenazas que consisten en fuertes campos de alta frecuencia en sitios tanto civiles como militares. También se incluye la llamada protección anti-compromiso o una contramedida al espionaje electromagnético ("Tempestad").

25 A estas ya importantes amenazas, se han sumado otras: las armas radioeléctricas modernas, que generan campos muy fuertes (> 1000 V/m) en forma de pulsos ultracortos (pulsos de banda ultra ancha) o un haz muy concentrado de microondas (microondas de alta potencia). El progreso técnico ha hecho que estas armas sean fáciles de implementar por parte de beligerantes o terroristas convencionales.

30 Técnica anterior

Del estado de la técnica se conoce un primer modo de protección que consiste en proporcionar una jaula de Faraday que rodea la habitación o el edificio que se desea sellar o proteger de las ondas electromagnéticas.

35 Cuando la cubierta exterior del local es principalmente de hormigón, la jaula de Faraday es, en la mayoría de los casos, un recubrimiento formado por una capa metálica que se añade a los muros del local que se desea proteger. Esta capa de metal, a menudo de cobre, es relativamente costosa.

40 Una segunda solución consiste en incorporar rellenos metálicos al hormigón para aumentar la tasa de absorción del hormigón utilizado para la construcción del conjunto. Inicialmente, la introducción de partículas metálicas en el hormigón busca principalmente modificar las características resistentes del hormigón, como se revela en el artículo aparecido en el periódico "Béton[s]" de abril-marzo de 2013, bajo el título "Les fibres métalliques [metal fibers]" de Frédéric Cluzicki.

45 Una tercera familia de soluciones, correspondiente al estado de la técnica más cercano, consiste en combinar el uso de una capa metálica en forma de rejilla con el uso de hormigón con rellenos metálicos incluidos.

50 Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO 2012114448 describe una obra de hormigón armado que tiene una función de protección contra las ondas electromagnéticas. El muro de hormigón armado atenúa las ondas electromagnéticas con la frecuencia a proteger contra las cuales se propagan desde el espacio interior (R1) hacia el espacio exterior (R2). Consta de una sección de hormigón en la que la dirección de la anchura coincide con la dirección de propagación del espacio interior al espacio exterior, un marco de rejilla metálica en el interior de la sección de hormigón, un marco de rejilla posterior en el lado del espacio exterior y una celosía metálica soldada que se coloca entre la rejilla de los largueros delanteros y la rejilla de los largueros traseros.

55 Las distancias entre los planos de los miembros del marco y la red de metal soldado en la dirección de propagación están dimensionadas para ser un múltiplo entero de una longitud de onda de la frecuencia contra la que debe protegerse, y el espacio en la rejilla de los miembros del marco y la rejilla de los miembros del bastidor trasero está dimensionado para ser 3 veces más grande que el espacio en la celosía de metal soldado.

60 Esta solución es adecuada para la protección contra la radiación de una longitud de onda específica y no permite proporcionar una protección de "banda ancha".

65 La patente china CN 103903665 se refiere a un mortero de cemento con blindaje/absorción de banda ancha asociado a una red metálica que proporciona protección contra la radiación electromagnética de microondas. La celosía metálica se empotra en el mortero de cemento.

La patente japonesa JPH01302897 describe otra solución estructural que puede detener las ondas de radio.

5 Propone el uso de materiales similares en forma de rejilla con alta conductividad, conectados e instalados dentro del concreto relleno con un elemento conductor particulado, en polvo o granulado mezclado con el concreto en una relación de volumen de 1 a 3 %.

10 El panel de protección se forma mediante la adición de partículas de acero o similares en el hormigón ordinario. Los materiales del núcleo, como varillas o rejillas de hierro o similares, se incrustan en el hormigón. Los elementos del marco compuestos por ángulos de hierro o similares se proporcionan en una parte del borde periférico. Los paneles individuales están conectados, mientras que los elementos del marco se ensamblan por medio de pernos de acoplamiento o similares.

15 La solicitud de patente internacional WO2014/210007 describe otro ejemplo de solución del estado de la técnica, donde la celosía metálica se empotra dentro de un volumen de hormigón relleno de fibras metálicas. El párrafo de la solicitud de patente mencionado anteriormente especifica "estructura de concreto formada usando mezcla de concreto conductor y pantallas conductoras". y especifica "La mezcla de concreto conductor también incluye uno o más materiales conductivos configurados para proporcionar conductividad eléctrica al concreto. El material conductor sirve para proporcionar blindaje EMP y reflejar y absorber, por ejemplo, ondas EM que se propagan a través de la mezcla de hormigón conductor. Por ejemplo, la mezcla de hormigón conductor puede incluir al menos materiales conductores distribuidos sustancialmente de manera uniforme, que pueden incluir materiales conductores metálicos y posiblemente no metálicos, como fibras metálicas y/o de carbono".

20 Otra solución similar es la propuesta por la patente japonesa JPH05222785, con respecto a la implementación de blindaje sobre una banda grande que se extiende desde una banda de frecuencia estrecha hasta una banda de alta frecuencia y reduciendo el trabajo para las operaciones de blindaje.

25 El blindaje lo proporciona un elemento de protección electromagnética durante la instalación en una parte de un muro de hormigón conductor.

30 El hormigón consiste en una mezcla con una partícula de carbono o similar, y se incorpora una red metálica al hormigón conductor para implementar una conexión eléctrica entre el elemento de blindaje electromagnético y el hormigón conductor.

35 También se conoce en el estado de la técnica la patente estadounidense US5908584 que describe un material eléctricamente conductor para proteger contra las ondas electromagnéticas y que comprende un aglutinante, una mezcla de grafito y carbón amorfo y arena. El documento US5908584 divulga las características del preámbulo de la reivindicación 1.

40 También se conoce la solicitud de patente europea EP0745061 que describe una composición a base de cemento que tiene buena conductividad eléctrica y resistencia mecánica, con una dispersión de una fase conductora dentro de la composición.

45 Las grandes gamas de contenidos de la composición conductora son las siguientes: un aglomerante a base de cemento, una fase conductora que consiste en uno o más de los siguientes elementos: fibras conductoras en la cantidad de 0 a 15 % en volumen de la composición; partículas conductoras en la cantidad de 0 a 80 % en volumen de la composición; agua, la relación en peso con respecto al cemento conglomerante de 0,2 a 0,75, los áridos finos en la relación en peso con respecto al cemento conglomerante de 0,0 a 2,0, y los áridos gruesos, con una relación en peso con respecto al cemento conglomerante de 0,0 a 2,0, aditivos o mezclas convencionales y posiblemente un agente dispersante.

50 Desventajas del estado de la técnica

55 Cuando se pretende blindar locales de grandes dimensiones, las soluciones del tipo jaula de Faraday mediante revestimiento hermético de las seis caras con chapa de acero o cobre resultan muy costosas en material y mano de obra, ya que se aplican como obra secundaria, una vez finalizada la edificación principal está por encima del suelo. Además, los locales protegidos siempre incluyen pasos para personas y, a menudo, para fluidos (agua, aire, corrientes fuertes, corrientes débiles...).

60 Las soluciones de la tercera familia consistentes en empotrar una rejilla metálica en un hormigón relleno de partículas son complicadas de implementar: el hormigón se rellena con capas cuya densidad aumenta progresivamente dentro del espesor del muro. Además, estas soluciones se basan en la absorción parcial de ondas electromagnéticas por el hormigón relleno de partículas conductoras, aumentada por la reflexión sobre la red metálica empotrada en este hormigón relleno.

65 La absorción, sin embargo, tiene una efectividad limitada para muros de poco espesor, y la celosía empotrada en el núcleo del hormigón tiene menos efectividad que su colocación en la superficie.

Solución aportada por la invención

5 La solución que es objeto de la presente invención permite obtener, ya desde la construcción, con técnicas que imponen poca carga sobre los métodos tradicionales, un edificio del que todo o una parte tiene un rendimiento de blindaje ampliamente suficiente para las necesidades mencionadas anteriormente.

10 Además, la invención propone una solución cuyo principio se basa, no sólo en la absorción de ondas electromagnéticas, sino también en la reflexión óptima de las ondas debido a un desajuste brusco de impedancias en la interfaz aire/muro.

15 El problema técnico que la invención permitió resolver es la mejora de la eficacia del blindaje frente a las soluciones mencionadas en el estado de la técnica, previendo empotrar una red metálica en el núcleo de un hormigón, eventualmente relleno de partículas conductoras.

20 A tal efecto, la invención se refiere según su sentido más general a un conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, compuesto por elementos de muro de hormigón relleno de partículas conductoras, con una red conductora que forma un blindaje contra las radiaciones electromagnéticas, caracterizado porque dichos elementos de muro consisten en un panel de hormigón relleno de partículas conductoras, desprovisto de red conductora, una de cuyas caras está provista de un revestimiento formado por una red conductora con mallas inferiores a 30 x 30 milímetros.

25 Según una primera variante, dicha celosía conductora está fijada a al menos una de las superficies de dicho panel de hormigón relleno de partículas conductoras.

Según una segunda variante, dicha red conductora está empotrada en un material de acabado.

Preferentemente, el hormigón contiene entre un 0,5 y un 2 % en peso de partículas conductoras.

30 Ventajosamente, el hormigón tiene una resistividad inferior a 300 ohmios, correspondiente a la resistividad de un hormigón estándar.

Preferiblemente, el hormigón se rellena con partículas conductoras que tienen una longitud comprendida entre 5 y 15 milímetros y una sección comprendida entre 0,1 y 0,5 milímetros.

35 Según una variante preferida, las aberturas están rodeadas por una funda conductora de chapa con un borde doblado sobre la rejilla metálica.

40 Según una realización preferida, dichas fundas se fijan al muro mediante tornillos encajados en agujeros roscados para proporcionar la conexión mecánica y eléctrica con la celosía y el hormigón relleno de partículas conductoras.

Ventajosamente, dichos elementos de muro se conectan mediante juntas de dilatación de material conductor, fijadas a las zonas periféricas de los dos elementos conectados mediante tornillos encajados en agujeros roscados para proporcionar la conexión mecánica y eléctrica con la celosía y el hormigón relleno de partículas conductoras.

45 La invención también se refiere a un método para construir un conjunto arquitectónico según la reivindicación 10 compuesto por elementos de muro hechos de hormigón relleno de partículas conductoras, con una celosía conductora que forma un blindaje contra la radiación electromagnética, caracterizado porque un revestimiento que comprende una celosía conductora que tiene mallas de menos de 30 x 30 milímetros se deposita sobre al menos una de las caras de un elemento de muro de hormigón relleno de partículas conductoras, desprovisto de una celosía conductora.

50 Ventajosamente, dicho revestimiento consiste en una celosía empotrada o no en un material de acabado.

55 Descripción detallada de un ejemplo no limitativo de la invención

La presente invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción detallada de un ejemplo no limitativo de la invención que sigue, con referencia a los dibujos adjuntos donde:

- 60 – la Figura 1 muestra una vista en sección de un elemento de panel según la invención
- la Figura 2 muestra las curvas de atenuación calculadas por absorción de un hormigón de 0,50 m de espesor. Curva (A): hormigón ordinario, (B) con adición de fibras de acero
- la Figura 3 muestra las curvas de atenuación de una sola capa de una rejilla de acero, soldada en las intersecciones (A) rejilla de 50 mm, (B) rejilla de 5 mm
- 65 – la Figura 4 muestra las curvas de atenuación obtenidas al combinar una capa de malla de acero de 5 mm y un muro de hormigón armado de 0,50 m

- la Figura 5 muestra una vista en sección de una abertura hecha en un panel
- la Figura 6 muestra una vista en sección de la conexión entre dos paneles.

5 La invención tiene por objeto la construcción de un edificio que limite la propagación de ondas electromagnéticas, en un rango de frecuencia extendido, desde el interior hacia el exterior y/o desde el exterior hacia el interior.

Estructura de un panel

10 La Figura 1 muestra una vista en sección de un ejemplo de realización de un elemento de panel según la invención.

15 Consiste en un panel de hormigón 1 relleno de partículas conductoras. En el ejemplo descrito, estas partículas están constituidas por fibras metálicas con una longitud de 13 mm y una sección de 0,2 milímetros. La concentración es de 20 kg por metro cuadrado de hormigón. El panel 1 tiene un espesor de 35 centímetros. Está desprovisto de una red metálica para blindaje electromagnético. Esto no excluye la presencia de refuerzos metálicos o barras de refuerzo para la producción de hormigón armado. Por otra parte, el panel 1 no incluye una celosía con mallas de pequeña dimensión, inferior a 70 milímetros de lado.

20 En el ejemplo descrito, el panel 1 está revestido con un revestimiento interior 2 y un revestimiento exterior 3. El espesor de este revestimiento es de 20 milímetros en el ejemplo descrito.

25 El espesor del panel 1 es superior al 80 % del espesor total del elemento del panel, teniendo cada revestimiento 2, 3 un espesor inferior al 10 % del espesor del panel 1.

Estos revestimientos 2, 3 contienen una red conductora.

30 Lo que se entiende por "celosía" es un conjunto bidimensional de conductores con continuidad eléctrica de la conducción en las intersecciones de los conductores cruzados. Esta celosía también puede estar constituida por una tela metálica aplicada mediante remaches o grapas al panel de hormigón relleno de partículas conductoras.

También se puede incorporar a un material de acabado o una capa de hormigón depositada sobre el panel 1.

Funcionamiento de la invención

35 El rendimiento de un volumen blindado se mide por la relación entre el campo en la región en cuestión en ausencia de blindaje y el campo que permanece una vez que se implementa el blindaje. En otras palabras, expresado en decibelios:

$$Eff.(dB) = 20 \cdot \log[E1 (Volt/m)/E2 (Volt/m)]$$

40 Esto a menudo se expresa de manera más simple como la atenuación entre el campo "afuera" y el campo "adentro", aunque esta formulación no es rigurosa.

45 Para obtener esta atenuación, el muro debe ser de un material conductor, de naturaleza y espesor suficientes para la necesidad expresada.

Propiedades intrínsecas de los materiales utilizados por la invención

50 El hormigón, en las proporciones habituales cemento/arena, es un conductor mediocre. Sin embargo, con espesores suficientes el fenómeno del efecto revestimiento hace que las ondas electromagnéticas penetren cada vez menos en el espesor del muro, a partir de una cierta frecuencia: el hormigón empieza a absorberlas. La Figura 2 muestra la atenuación por absorción calculada de un hormigón de 0,50 m de espesor. Curva (A): hormigón ordinario, (B) con adición de fibras de acero para un muro de hormigón homogéneo de 0,50 m (resistividad 300 Ω.m).

55 Si el hormigón se rellena con fibras de acero en una proporción adecuada, la resistividad se puede reducir a 30 Ω.m. Con un relleno conductivo a baja concentración, el hormigón que había sido cuasi transparente a las ondas de radio hasta ≈ 100 MHz comienza a ofrecer una atenuación sustancial (curva B, 15 dB) a esta misma frecuencia y logra un rendimiento cada vez mayor más allá de ella.

60 El relleno conductivo por sí solo, sin embargo, no permite proporcionar un rendimiento suficiente a bajas frecuencias, inferiores a 100 MHz, correspondientes a transmisiones de radio en ondas ultracortas o métricas.

65 A diferencia del hormigón, una rejilla metálica opone una interfaz altamente conductora a una onda electromagnética incidente. Esto se refleja fuertemente debido al cambio repentino de impedancia, de manera similar a la reflexión en la óptica. Sin embargo, cuando la frecuencia aumenta, la eficacia de la red se reduce porque la longitud de onda del

campo incidente se contrae y se aproxima a la dimensión de la malla. Cuando esta malla es igual a la mitad de una longitud de onda, la rejilla se comporta como una antena perfectamente sintonizada y deja pasar la totalidad del campo. Más allá de eso, permanecerá casi transparente (Figura 2).

5 La invención se basa en el principio general de una combinación de hormigón fibroso y rejilla conductora.

Las Figuras 3 y 4 representan el nivel de atenuación de una sola capa de rejilla de acero, soldada en las intersecciones (A) rejilla de 50 mm, (B) rejilla de 5 mm (Figura 3) y el nivel de atenuación obtenido al combinar una capa de acero de 5 mm rejilla y un muro de hormigón fibroso de 0,50 m (Figura 4).

10 Asociando lo mejor posible las propiedades del hormigón fibroso absorbente de HF y las de una celosía eficaz a bajas frecuencias perdiendo progresivamente esta ventaja a medida que aumenta la frecuencia, es posible construir locales cuyos muros atenúen suficientemente campos electromagnéticos en una amplia gama de frecuencias. Se observa (Figura 3) que la combinación de una celosía con malla de 5 mm con un hormigón fibroso de 0,50 m garantiza al menos 60 dB de 1 MHz a > 10 GHz.

En la parte izquierda de la curva, es la red la que proporciona esencialmente la atenuación, tomando el control el hormigón relleno a partir de 150 MHz.

20 En las soluciones de la técnica anterior en las que una rejilla se incrusta en el hormigón, el rendimiento sigue siendo insuficiente. La invención consistente en conformar sobre un panel relleno de partículas conductoras, desprovisto de red conductora, y depositar una red conductora sobre este panel, permite una importante mejora de las prestaciones.

25 Si la rejilla está empotrada en el espesor, el desajuste entre el campo incidente y la impedancia de la red es menos favorable. Los cálculos muestran que un hormigón fibroso con una resistividad de 30 Ω .m comienza a participar en el blindaje alrededor de 50-100 MHz; entonces ha alcanzado su impedancia característica Z_c de aproximadamente 100 Ω . Si la red está empotrada, el campo que incide sobre ella ya no es un campo en el aire (con $Z_c = 377 \Omega$) sino un campo en un medio ligeramente conductor. De ello se deduce que la pérdida por reflexión del campo sobre la red ya no es proporcional a Z_c (aire)/ Z_{red} , sino a Z_c (hormigón)/ Z (red). Esta transición menos abrupta hace que la atenuación esperada de la red pierda un factor de 4.

35 Por el contrario, si, como propone la invención, la red está en la superficie, la interfaz aire-red está muy desadaptada y la pérdida por reflexión es máxima. Esta ventaja es particularmente crucial si las fuentes del campo radiado que se desea atenuar están cerca del muro (por ejemplo, a menos de unos pocos metros). Pero ese es exactamente el caso si el blindaje de las instalaciones debe proporcionar protección anti-compromiso (protección contra el espionaje electromagnético). La atenuación del campo cercano magnético de una red ya no es tan buena como con respecto a fuentes distantes. Por lo tanto, es fundamental en estas aplicaciones mantener el mejor rendimiento de la red.

40 Con una celosía empotrada en el hormigón, como se propone en el estado de la técnica, el vertido de un muro en varios pasos, o el montaje de varios paneles prefabricados, plantea el delicado problema de la unión borde a borde en los 4 lados, sin necesidad de electricidad. discontinuidad, de los elementos de la grilla. Cualquier discontinuidad (por ejemplo, un simple engrapado de un punto a otro) arruina la eficacia de la red al crear una ranura larga y, por lo tanto, una fuga. Por el contrario, la colocación de la celosía sobre la superficie con contacto continuo de metal con metal se logra fácilmente cubriendo los sellos, como en el caso del empapelado.

Para obtener un "hormigón inteligente", cuyas características se pueden ajustar de antemano para un rendimiento determinado, la invención consiste en actuar sobre tres parámetros fácilmente controlables:

- 50
- espesor del concreto,
 - proporción de partículas conductoras,
 - naturaleza de estas partículas,
 - dimensión de la malla de la celosía.

55 La colocación de la celosía en superficie permite una gran facilidad para adaptar elementos de cruce:

- conductos de ventilación,
- cruces de cables y líneas de fluidos,
- jambas de puertas y ventanas blindadas, etc...

60 Tratamiento de aberturas y uniones

Al construir un edificio, no es suficiente tratar los elementos del muro, sino que también es necesario limitar la transmisión de ondas electromagnéticas en las aberturas, así como en las uniones de los paneles. La Figura 5 muestra una vista esquemática de una abertura.

65

Las aberturas se refieren en particular a puertas, ventanas, pasos de línea, cables y tubos de fluidos, rejillas de ventilación, etc.

El elemento de cierre 4, por ejemplo, un panel de cruce, se fija a la periferia de la abertura practicada en el panel.

Una funda conductora 5, 6 se deposita en el borde de cada uno de los elementos del panel. Esta funda 5, 6 está constituida por una chapa de espesor superior o igual a 0,5 milímetros.

Los muros de hormigón relleno de partículas conductoras 1 tienen un hueco en el que se aloja un taco metálico 7, 8.

Los tornillos 9, 10 proporcionan la conexión eléctrica y mecánica del elemento de cierre 4 a través de los tacos 7, 8 con la funda 5, 6 y la rejilla 2. Un sello conductor 11, 12 se inserta entre la funda 5, 6 y el elemento de cierre 4.

La Figura 6 muestra una vista en sección de una unión de dos elementos de panel. Una correa de metal 20 que consiste en una delgada lámina de metal conductor que tiene una sección transversal en omega se sujeta mediante tornillos o clavos de hormigón 21, 22 y tiras de acero 23, 24.

Además, esta tira metálica 20 permite que el blindaje siga las variaciones de la separación de la junta de dilatación entre los dos elementos del panel.

Para ángulos de incidencia oblicuos, la onda electromagnética puede encontrar solo un pequeño espesor de hormigón en las aberturas del panel de hormigón+celosía, o ninguno en absoluto.

Al no poder la celosía conductora proporcionar por sí sola una protección contra las altas frecuencias, es necesario "vestir" el borde de la abertura con una capa de atenuación conductora al menos igual al espesor del hormigón relleno seleccionado. Esta "funda" puede ser de chapa, correa, tela metalizada o incluso de pintura conductora; un ángulo de 90 grados asegurará la continuidad con la red.

Rendimiento observado en un entorno severo

Las características del muro son las siguientes:

- Resistividad del hormigón fibroso $\leq 30 \Omega \cdot m$ (el orden de magnitud de una mezcla tipo "Aluets")
- Constante dieléctrica: 10
- o una impedancia de muro característica $\approx 120 \Omega$, constante para ≥ 100 MHz
- Celosía de malla de acero: malla de 5 x 5 mm

Prestaciones deseadas (aplicación de la norma CEI 61000 denominada Compatibilité électromagnétique [compatibilidad electromagnética] (CEM)):

- Efectos de los pulsos electromagnéticos a gran altura (IEM-HA): pico de 50 kV/m. Tr: 2,5 ns, 50 % de duración: 25 ns
- Campo de radiación de alta intensidad (HIRF): hasta un pico de 10 kV/m, de 30 MHz a 5 GHz
- atenuación ≥ 50 dB en todo el espectro desde 0,1 MHz hasta al menos 5 GHz

Con esta atenuación, los campos residuales serán:

- IEMN ≤ 160 V/m pulso pico
- HIRF ≤ 33 V/m

Con esta atenuación, los campos residuales son:

- Efectos de los pulsos electromagnéticos a gran altura (IEM-HA) ≤ 160 V/m pulso pico
- HIRF ≤ 33 V/m

Dichos valores no ofrecen ningún riesgo de daño o mal funcionamiento grave para las utilidades que cumplirían al menos con la Directiva Europea CEM, categoría de gravedad industrial.

Resultados

ES 2 925 504 T3

F (MHz)	0,1	1	10	30	100	300	1000	3000
Profundidad del revestimiento de hormigón d(m)	8,5	2,7	0,85	0,5	0,27	0,16	0,085	0,05
5 Absorción para 0,50 m (dB)	0,5	1,6	5,1	8,7	16	27	51	87
Absorción por 1 m (dB)	1	3,2	10	17,4	32	54	102	174
Red de 5 x 5 mm (dB)	96	76	56	46	36	26	16	6
Atenuación global (dB) con muro de 0,50 m	96,5	77,5	61	54,7	52	53	67	93
10 con 1 m de muro	97	79	66	63,4	68	80	118	180

La atenuación del muro se combinará con la de los elementos secundarios (puertas, ventilación, etc), que también deberán cumplir el requisito > 50 dB,

15 La colocación de la rejilla en la superficie en lugar de estar empotrada en el núcleo del hormigón proporciona una ganancia de 6 dB por un mejor desajuste de la impedancia campo/rejilla.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Conjunto arquitectónico compuesto por elementos de muro de hormigón relleno de partículas conductoras, con una malla conductora que forma un blindaje contra las radiaciones electromagnéticas, en donde dichos elementos de muro consisten en un panel de hormigón 1 relleno de partículas conductoras, dicho panel que no tiene una malla conductora para blindaje electromagnético, caracterizado porque al menos una de las caras está provista de un revestimiento 2, 3 consistente en una malla conductora para blindaje electromagnético, dicha malla está empotrada o no en un material de acabado, dicha malla conductora que tiene mallas de menos de 30 x 30 milímetros.
- 10 2. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha malla conductora se fija a al menos una de las superficies de dicho panel de hormigón 1 relleno de partículas conductoras.
- 15 3. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha malla conductora está empotrada en un material de acabado.
4. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el hormigón contiene entre 0,5 y 2 % en peso de partículas conductoras.
- 20 5. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el concreto tiene una resistividad de menos de 300 Ohm·metro.
6. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque el hormigón se rellena con partículas conductoras que tienen una longitud de entre 5 y 15 milímetros y una sección de entre 0,1 y 0,5 milímetros.
- 25 7. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque las aberturas del panel 1 están rodeadas por una funda conductora de metal.
- 30 8. Conjunto arquitectónico según la reivindicación anterior, caracterizado porque dichas fundas se fijan al muro mediante tornillos que se acoplan en orificios roscados para proporcionar conexión mecánica y eléctrica a la malla y al hormigón relleno de partículas conductoras.
- 35 9. Conjunto arquitectónico según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos elementos de muro están conectados por juntas de dilatación hechas de un material conductor, cuyas juntas están aseguradas a las regiones periféricas de los dos elementos conectados por tornillos o clavos de hormigón para proporcionar conexión mecánica y eléctrica a la malla y el hormigón relleno con partículas conductoras.
- 40 10. Método de construcción de un conjunto arquitectónico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 compuesto por elementos de muro de hormigón relleno de partículas conductoras, con una malla conductora que forma un blindaje contra las radiaciones electromagnéticas, caracterizado porque sobre al menos una de las caras de un elemento de muro que es de hormigón relleno de partículas conductoras y no tiene malla conductora, se deposita un revestimiento que comprende una malla conductora que tiene mallas de menos de 30 x 30 milímetros.
- 45 11. Método de construcción de un conjunto arquitectónico según la reivindicación anterior, caracterizado porque dicho revestimiento consiste en una malla empotrada en un material de acabado.

50

Fig. 1

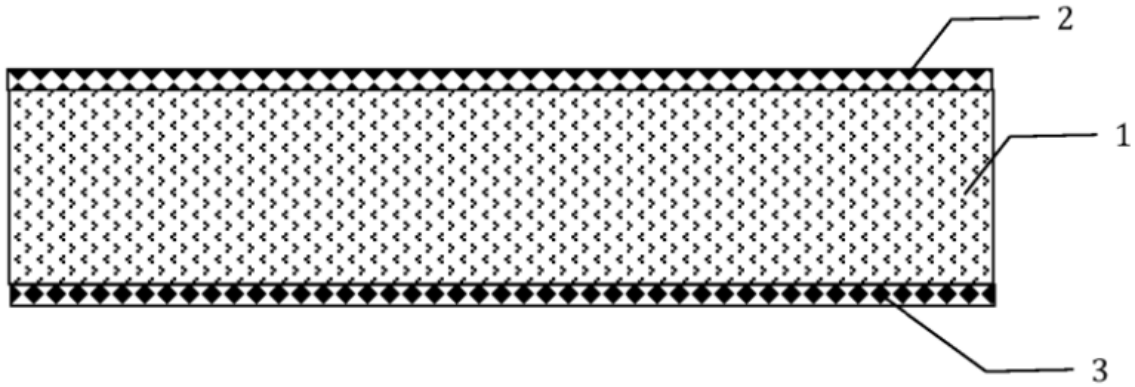


Fig. 2

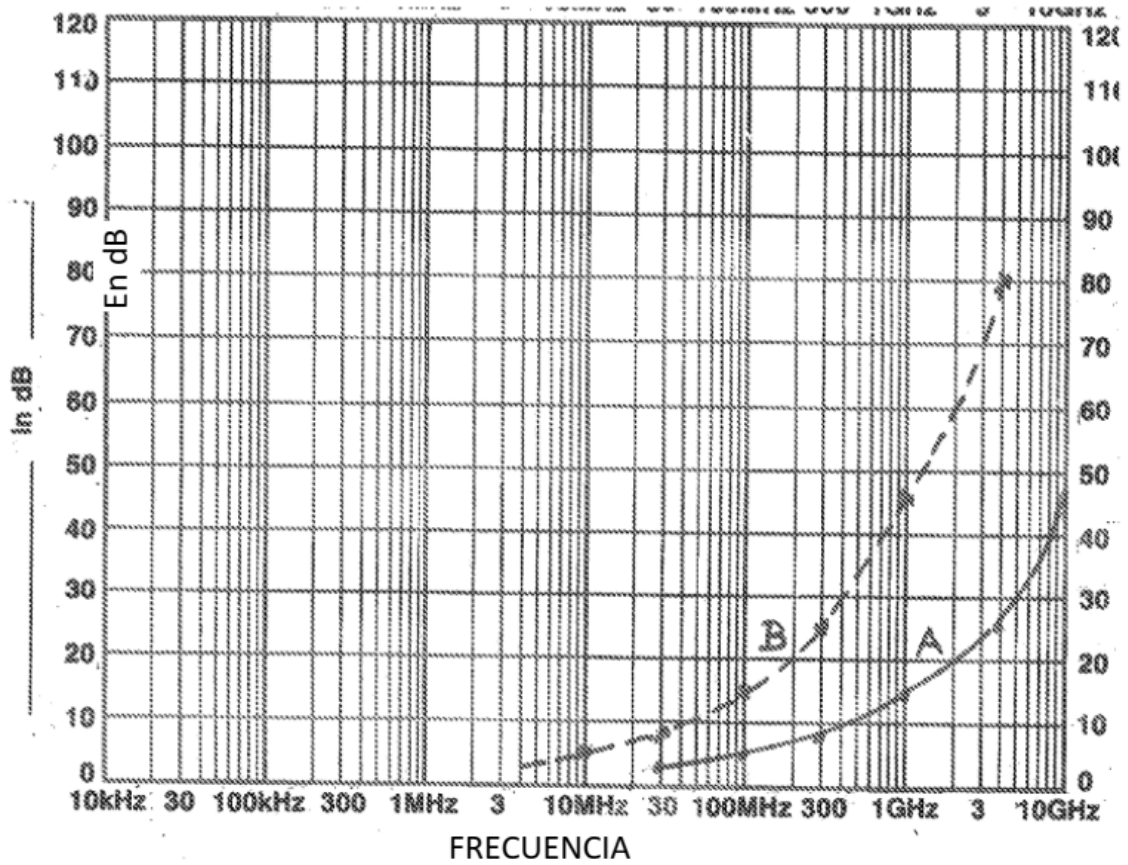


Fig. 3

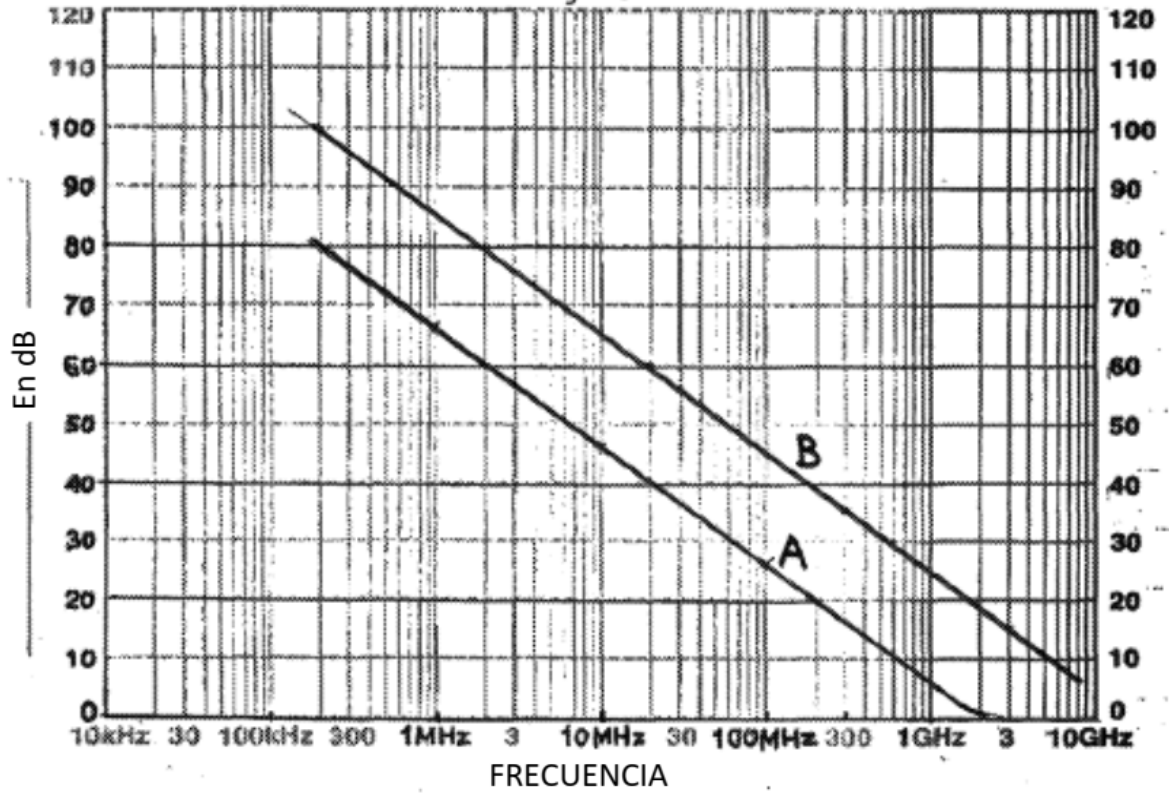


Fig. 4

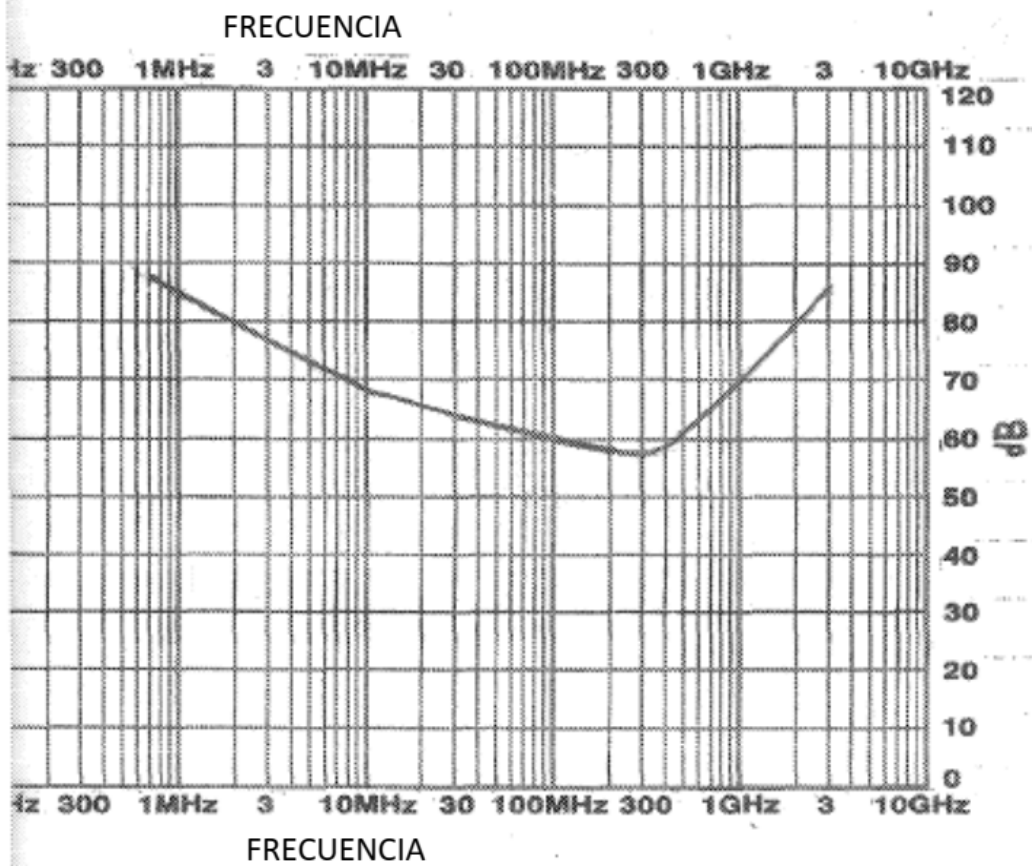


Fig. 5

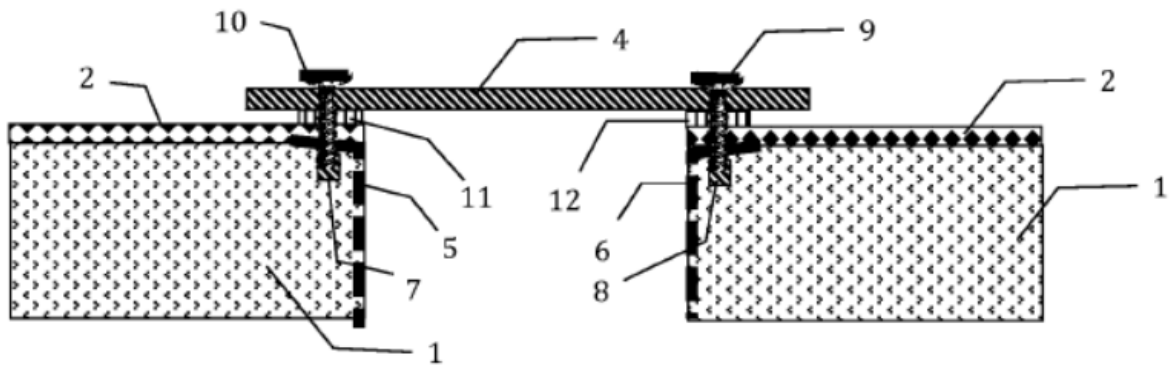


Fig. 6

