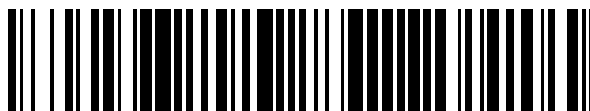


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 491 097**

51 Int. Cl.:

H02G 9/02 (2006.01)

H02G 9/10 (2006.01)

H01B 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2010** **E 10716490 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014** **EP 2561591**

54 Título: **Blindaje de cables de alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.09.2014

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Viale Sarca 222
20126 Milano, IT

72 Inventor/es:

MAIOLI, PAOLO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 491 097 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

Blindaje de cables de alta tensión

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere al blindaje de sistemas de cable de alta tensión (HV).

- 5 La presente invención se refiere más en particular al blindaje del campo electromagnético (EMF) de cables subterráneos de corriente alterna trifásica de alta tensión en bahías de conexión, bocas de registro y cámaras de conexión, así como en otros lugares en los que, por cualquier razón, los cables están separados entre sí por una longitud, de manera que pasan alrededor de un obstáculo en la vía o recorrido de los cables.

Por motivos de brevedad, se hará referencia principalmente a continuación a bahías de conexión.

- 10 En la presente descripción y en las reivindicaciones, los términos:

- "Alta Tensión" o HV se utiliza para indicar tensiones superiores a 35 kV, es decir, que se utiliza ampliamente para incluir "Extra Alta Tensión" (EHV);
- "Factor de blindaje" o SF se utiliza para indicar la relación entre la densidad de flujo magnético en un punto dado en ausencia de cualquier blindaje, y cuando el sistema de cables está blindado, calculado por ejemplo en el pico a lo largo del eje del sistema de cables o en la casa o posición crítica más cercana, o en el pico local en una bahía de conexión.

Los sistemas de cable de alta tensión se utilizan para distribuir energía eléctrica desde una planta de generación de energía, y en general comprenden uno o más cables, en particular tres cables para sistemas trifásicos. Los sistemas de cable pueden ser aéreos (elevados), terrestres o submarinos.

- 20 Los sistemas de cables de corriente alterna de alta tensión se sabe que emiten un campo electromagnético, que se cree que es un peligro para la salud, especialmente en zonas densamente pobladas. Las administraciones e instituciones estatales imponen limitaciones estrictas de las emisiones de campo electromagnético permitidas para cualquier sistema de cables. El campo electromagnético disminuye rápidamente con la distancia desde el sistema de cables, y por lo tanto es una preocupación sustancialmente sólo en los sistemas de cables terrestres.

- 25 En los sistemas de cables terrestres, los tramos de los sistemas de cables son generalmente subterráneo en zanjas. Los tres cables de un sistema de cables de tres fases se pueden colocar en una formación plana, es decir, con los ejes longitudinales de los tres cables colocados sustancialmente paralelos en un mismo plano, o en formación de trébol, es decir, con ejes longitudinales no coplanares de los tres cables, dispuestos en formación triangular, a corta distancia entre sí, preferiblemente con las fundas de los cables en contacto, de modo que el sistema de cables tiene una forma de sección transversal que se asemeja a la de un trébol.

- 30 En los extremos, los tramos de los cables del sistema de cables están conectados con conexiones diseñadas específicamente. Esto se hace normalmente en una bahía de conexión. Para acomodar las conexiones y la separación entre conexiones necesaria, los cables del sistema de cables están más ampliamente separados, normalmente en formación plana, pero en principio también en formación triangular. También es habitual, para acortar las distancias entre ejes entre los cables, desplazar longitudinalmente las conexiones de los cables en la bahía de conexión. En el caso de un sistema de cables de tres fases, las tres conexiones a veces están dispuestas en una configuración en triángulo. A veces, además, las posiciones mutuas de los tres cables de un sistema de cables de tres fases se cambian desde un tramo (zanja) al adyacente en la bahía de conexión, para reducir las pérdidas de potencia. Esto puede resultar en que se requiera una bahía de conexión incluso más grande. Aunque esta transposición del cable de no será indicada a continuación, los expertos en la técnica entenderán que la invención es aplicable con independencia de su presencia.

De manera similar, los cables del sistema de cables pueden estar más ampliamente separados entre sí para una porción del mismo, por ejemplo para pasar alrededor de un obstáculo o por otras razones.

- 35 Como se sabe, el campo electromagnético emitido por los sistemas de cables aumenta con la corriente que circula - que es típicamente del orden de magnitud de varios cientos a unos pocos miles de amperios en sistemas de cables de alta tensión -, y también aumenta con el aumento de la distancia entre los ejes de los cables. Como consecuencia, generalmente es máximo en bahías de conexión, y otras posiciones donde los cables están más separados que en las zanjas.

- 40 Cuando se requiere un umbral muy bajo de emisiones de campo electromagnético - en posiciones muy críticas, tal como cerca de escuelas, guarderías y similares -, se utilizan normalmente placas metálicas, tubos de acero, y pistas ferromagnéticas en las zanjas, y carcasas ferromagnéticas se utilizan normalmente en las bahías de conexión.

En otros lugares, un campo electromagnético no superior a, por ejemplo, 3 μ T, cuando se mide a 1 m sobre el nivel del suelo es generalmente aceptable, y se han ideado técnicas de blindaje de bucle pasivo. Teniendo en cuenta la

rápida disminución del campo electromagnético con la distancia, un campo electromagnético de 3 μT en la posición crítica se obtiene generalmente cuando el campo electromagnético a lo largo del eje longitudinal no excede de 10 μT .

- 5 En el artículo de Paolo Maioli y Ernesto Zaccone, publicado en Jicable 07, "Passive loops technique for electromagnetic fields mitigation: applications and theoretical considerations", se informa de varias técnicas de blindaje de bucle pasivo.

10 La técnica de bucle pasivo es un procedimiento para blindaje de campo electromagnético, con un factor de blindaje que puede alcanzar valores altos. Esta técnica proporciona la instalación pasiva - es decir, no alimentada - de bucles de cables en la zanja o en una bahía de conexión para mitigar el campo electromagnético. Los cables de baja tensión (LV) se instalan normalmente, debido a la muy baja tensión inducida en los cables. Los bucles pasivos pueden estar dispuestos en la superficie del relleno compactado - o por encima del nivel de los cables de CA en una cámara de conexión -, al mismo nivel que los cables de CA, y/o por debajo del nivel de los cables de CA. Varios bucles también se pueden colocar separados alrededor del perímetro de la sección transversal de la bahía de conexión.

15 En una solución propuesta para un sistema de cables de 345 kV con una corriente de 1368 A, se instala una capa de cuatro bucles de cables pasivos, colocada 400 mm por encima de las conexiones. Los cables, con una sección de 300 mm², se colocan en posiciones de ± 1 m, $\pm 0,9$ m, $\pm 0,8$ m y $\pm 0,7$ m desde el eje longitudinal de la bahía de conexión. Los bucles interiores son 1 m más largos que la longitud del cable de alimentación en la bahía de conexión y blindan la parte de los cables donde recuperan progresivamente la configuración plana. El campo electromagnético
20 está blindado por debajo de 20 μT , es de aproximadamente 17 μT al nivel pico, y es de 3 μT a aproximadamente 6 m desde el eje longitudinal de la bahía de conexión.

Esta solución se instala en una bahía de conexión y se describirá en más detalle más adelante con referencia a la figura 14.

25 En otras soluciones propuestas, se dice que los bucles pasivos que están colocados regularmente separados en la parte superior del relleno a partir de las extremidades de la zanja y añadiendo gradualmente más cables hacia el centro.

30 En el artículo de Paolo Maioli y Ernesto Zaccone, publicado en el Coloquio de Sarajevo sobre campos electromagnéticos, 3-4 julio de 2009, "Thermal design of HV electric systems with EMF mitigation devices", se muestra una fotografía de un blindaje de campo electromagnético de bucle pasivo de una bahía de conexión de 132 kV. La corriente en los cables de alimentación es de 860 A.

35 El artículo también informa de la utilización de placas de cobre que proporcionan un SF más alto que los bucles pasivos. Una placa plana para blindaje de campo electromagnético de un cable de 87/150 kV en formación plana en la zanja se puede colocar por encima y/o por debajo del nivel de los cables de alta tensión; se indican soluciones más eficientes que utilizar una "forma de H" o "U invertida", y también dos paneles verticales cercanos a los lados de la zanja.

Otro blindaje de campo electromagnético del tipo de cable pasivo proporciona una configuración equidistante de longitudes de cable paralelas y conectadas entre sí en extremos correspondientes mediante dos placas de terminales opuestas y que cubre toda la longitud y la anchura de la zona en la que están separados los cables de alimentación. Esta solución se describe con más detalle más adelante con referencia a la figura 15.

40 En la presente descripción y en las reivindicaciones, los términos "conductor", "aislado", "conectado" y otros términos que también podrían tener un significado térmico o mecánico se utilizan en el sentido eléctrico, a menos que se especifique lo contrario.

Sumario de la invención

45 El solicitante ha encontrado ahora que con bucles pasivos aislados entre sí, como en los dos artículos citados anteriormente, el factor de blindaje es alto y el campo magnético es bajo en el centro longitudinal de la bahía de conexión, pero el campo magnético tiene picos laterales altos; en comparación con el misma, con cables pasivos paralelos conectados entre sí en los extremos correspondientes, el factor general de blindaje es alto y el campo magnético no tiene picos laterales, pero el campo magnético tiene un valor más alto en el centro longitudinal de la bahía de conexión.

50 El solicitante se enfrentó al problema técnico de reducir el campo magnético emitido por cables de CA en posiciones donde están separados entre sí en una porción de su longitud.

Como se divulga en más detalle más adelante, el solicitante ha encontrado que este problema puede resolverse proporcionando al menos dos vías para la corriente pasiva, que están interconectadas en sus extremos longitudinales, hecho en un conductor que tiene dos ramas con porciones de extremo convergentes.

Por consiguiente, en un aspecto, la presente invención se refiere a una disposición de cable blindado magnéticamente, que comprende al menos dos cables de CA que comprenden una porción separada que se extiende entre dos porciones cercanas de cables paralelos, incluyendo tal porción separada secuencialmente incluyendo una porción divergente, una porción ampliamente separada y una porción convergente, y un sistema de blindaje de campo electromagnético colocado sobre dichos al menos dos cables de CA, comprendiendo dicho sistema de blindaje de campo electromagnético un conductor que tiene dos ramas que forman una porción media y porciones de extremo, siendo la anchura de la porción media igual o mayor que la distancia de los cables de CA en la porción ampliamente separada y siendo la anchura en los extremos de las porciones de extremo mayor que la distancia de los cables de CA en las porciones cercanas y más pequeño que la distancia de los cables de CA en la porción ampliamente separada, comprendiendo dicho conductor una vía eléctrica interior y una vía eléctrica exterior conectadas entre sí en los extremos longitudinales relevantes.

En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, por "porción separada" se quiere significar una longitud de cable de la porción de cable en la que la distancia entre dos cables se incrementa respecto a la disposición cercana de un cable en una zanja, haciendo así que aumente el campo magnético.

En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, por "porción cercana" se quiere significar una porción de cable en la que la distancia entre dos cables se mantiene tan baja como sea posible, preferentemente con fundas de cables en contacto.

En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, por "cables paralelos" se quiere significar una porción de cable en la que la distancia entre dos cables no varía más del 10%.

En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término "porción media" se usa en un sentido amplio para indicar una porción del sistema de blindaje de campo electromagnético que está entre dos porciones de extremo, pero no necesariamente centrada o equidistante de los extremos.

La longitud total del sistema de blindaje de campo electromagnético es preferiblemente más larga que la porción ampliamente separada y más corta que o igual que la porción separada.

Preferiblemente, las dos ramas del conductor están aisladas eléctricamente a lo largo de su longitud.

Dichas dos ramas del conductor están separadas y preferiblemente son sustancialmente paralelas entre sí en dicha porción media.

Preferiblemente, el conductor comprende al menos una vía eléctrica adicional además de dichas vías eléctricas interior y exterior, estando dicha(s) vía(s) eléctrica(s) adicional(es) conectada(s) a dichas vías eléctricas interior y exterior en los extremos longitudinales relevantes.

Preferiblemente, cada vía eléctrica se extiende a lo largo de las dos ramas del conductor.

Preferiblemente, el conductor comprende cables pasivos, definiendo en pares cada uno de dichas vías eléctricas.

Preferiblemente, cada cable pasivo comprende un conductor y una capa de aislamiento.

Más preferiblemente, el conductor comprende una pluralidad de primeros cables pasivos y una pluralidad de segundos cables pasivos, comprendiendo cada primer y segundo cable pasivo una porción media y dos porciones de extremo convergentes, estando conectados los extremos de las correspondientes porciones de extremo eléctricamente entre sí.

Preferiblemente, el número de dichos primeros cables pasivos y/o de dichos segundos cables pasivos está comprendido entre 2 y 15, más preferentemente está comprendido entre 4 y 10, aún más preferentemente es igual a 5.

Los dos números no necesitan ser iguales entre sí, aunque esto es preferible.

Preferiblemente, las porciones medias de los pares adyacentes respectivamente de los primeros y segundos cables pasivos están equidistantes.

Alternativamente, la distancia entre ejes entre respectivamente los primeros y segundos cables pasivos adyacentes no es constante, y preferiblemente disminuye, más preferiblemente es la mitad desde los pares más interiores a los pares más exteriores.

De manera similar, las porciones de extremo convergentes respectivamente de los primeros y segundos cables pasivos pueden estar equidistantes.

Alternativamente, la distancia entre ejes entre las porciones convergentes de respectivamente el primer y segundo cables adyacentes puede ser no constante, y preferentemente puede disminuir, más en particular, reducirse a la mitad, desde los pares más interiores a los pares más exteriores.

Preferiblemente, la distancia entre ejes entre las porciones convergentes de respectivamente el primer y segundo cables adyacentes es menor que la distancia entre ejes entre las porciones medias respectivamente del primer y segundo cables adyacentes.

- 5 Preferiblemente, el sistema de blindaje de campo electromagnético comprende además dos placas de terminales que conectan eléctricamente los extremos de las correspondientes porciones de extremo de los primeros cables pasivos y los segundos cables pasivos juntos. Esto permite una fácil conexión eléctrica de los cables pasivos, y permite además fijar como se desea la(s) distancia(s) entre ejes de los cables pasivos.

- 10 Más preferiblemente, cada placa de terminales tiene una primera porción que conecta mecánicamente y eléctricamente juntos los extremos de los primeros cables pasivos, una segunda porción que conecta mecánicamente y eléctricamente juntos los extremos de los segundos cables pasivos, y una porción intermedia.

Al proporcionar una porción intermedia que no necesita recibir ningún tipo de cable pasivo, su longitud puede cambiarse fácilmente para cambiar la separación mínima entre el par más interior de cables pasivos, es decir, entre las dos ramas del conductor.

- 15 Preferiblemente, cada una de la primera y la segunda porciones de las placas de terminales tiene una longitud comprendida entre veinte veces y sesenta veces, y más preferiblemente igual a cuarenta veces, el número de respectivamente dichos primer y segundo cables incrementado en uno.

Más preferiblemente, la primera porción y la segunda porción de cada placa de terminales forman un ángulo diferente de 0° o 180° con la porción intermedia.

- 20 El(los) ángulo(s) puede(n) entonces seleccionarse de modo que la primera y segunda porciones de las placas de terminales son sustancialmente perpendiculares a los cables pasivos, por lo tanto, que se pueden conectar más fácilmente a las mismas.

Más preferiblemente, la primera porción y la segunda porción de cada placa de terminales están acopladas de forma pivotante a la porción intermedia de la misma, de manera que dicho ángulo es ajustable.

- 25 Preferiblemente, cada placa de terminales define una distancia entre ejes de los extremos de las porciones de extremo convergentes de la pluralidad de primeros cables pasivos y de la pluralidad de segundos cables pasivos.

Preferiblemente, cada placa de terminales define una distancia mínima entre ejes de los dos cables pasivos más internos.

Preferiblemente, los cables pasivos tienen un conductor de aluminio.

Preferiblemente, las placas de terminales son de cobre.

- 30 Cuando los cables pasivos tienen un conductor de aluminio y las placas de terminales están hechas de cobre, cada cable pasivo está provisto preferiblemente de una lengüeta bimetálica.

La lengüeta bimetálica comprende preferentemente un collar de aluminio que aloja de forma fija una longitud expuesta de dicho conductor de aluminio, y un vástago de cobre que sobresale del mismo.

De esta manera, se mejora el acoplamiento eléctrico de los cables pasivos con las placas de terminales.

- 35 Preferiblemente, cada cable pasivo está provisto de una funda termocontraíble a prueba de agua, de manera que los cables pasivos son a prueba de agua.

Además, el sistema de blindaje de campo electromagnético puede comprender además vías eléctricas adicionales longitudinalmente hacia el exterior de dicha vía eléctrica interior y dicha vía eléctrica exterior.

- 40 Preferiblemente, las vías eléctricas adicionales se definen por medio de cables adicionales mecánica y eléctricamente conectados en pares a cada extremo longitudinal del conductor, tal como en cada placa de terminales, y que converge hacia el eje longitudinal de la disposición.

Preferiblemente, las vías eléctricas adicionales tienen una longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, igual a una longitud media, medida a lo largo del eje longitudinal, de las porciones de extremo del conductor.

- 45 Los cables adicionales tienen preferiblemente una sección transversal conductora que es al menos dos veces, preferiblemente tres veces la de los cables pasivos.

En algunas realizaciones, el conductor comprende una placa conductora que tiene una abertura que se extiende longitudinalmente que se estrecha en sus extremos longitudinales.

La placa conductora tiene, preferiblemente, una forma exterior cónica en sus extremos longitudinales.

Preferiblemente, el sistema de blindaje de campo electromagnético está dispuesto por encima del nivel de los cables de CA.

- 5 Esto permite una instalación y mantenimiento del sistema de distribución de energía eléctrica más fácil, en que el sistema de blindaje de campo electromagnético se puede instalar en un momento posterior de cualquier conexión de los cables de CA, y puede dimensionarse como una función del campo electromagnético del sistema de cable no blindado.

Más preferiblemente, cuando la porción separada de los cables de CA está alojada dentro de una bahía de conexión que comprende un relleno superior sobre los cables de CA, el sistema de blindaje de campo electromagnético está colocado en dicho relleno superior.

- 10 Preferiblemente, el sistema de blindaje de campo electromagnético está dispuesto a una profundidad de blindaje comprendida entre 600 y 1500 mm, más preferiblemente de 1150 mm.

Preferiblemente, para aumentar aún más el factor de blindaje de campo electromagnético, la disposición comprende además al menos un sistema de blindaje adicional.

- 15 El al menos un sistema de blindaje adicional puede estar dispuesto por debajo del nivel del sistema de cable, preferiblemente en o cerca de la parte inferior de la bahía de conexión que aloja dicha porción separada de cables de CA y/o en el nivel del sistema de cables.

Preferiblemente, el sistema de blindaje adicional dispuesto por debajo del nivel del sistema de cables y el sistema de blindaje dispuesto por encima del nivel del sistema de cables tienen la misma configuración.

- 20 Preferiblemente, los conductores de dicho sistema de blindaje de campo electromagnético y de dicho al menos un sistema de blindaje adicional están conectados eléctricamente en los correspondientes extremos longitudinales.

Preferiblemente, cada rama de dicho conductor se extiende, en la porción media, a una distancia desde el eje longitudinal comprendida entre cinco octavos y cinco mitades de la distancia de los cables de CA en su porción ampliamente separada, y más preferiblemente dicha distancia es cinco cuartos el tamaño transversal de dicha distancia de los cables de CA.

- 25 Preferiblemente, las porciones medias de dicho conductor tienen una longitud media, medida a lo largo del eje longitudinal, comprendida entre dos tercios y cuatro tercios de una longitud de la porción ampliamente separada de dicha porción separada, y más preferentemente dicha longitud media es igual a la longitud de la porción ampliamente separada.

- 30 Preferiblemente, las porciones de extremo de dicho conductor tienen, cada una, una longitud media, medida a lo largo del eje longitudinal, comprendida entre un tercio y una mitad de la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada.

- 35 Preferiblemente, la longitud total media de dicho conductor, medida a lo largo del eje longitudinal, está comprendida entre la diferencia de la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de la porción separada de dichos dos cables de CA menos la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes y convergentes de dicha porción separada, y la suma de dicha longitud de la porción separada de dichos dos cables de CA, más dicha longitud de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada.

- 40 Más preferiblemente, la longitud total media, medida a lo largo del eje longitudinal, de dicho conductor es igual a la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de dicha porción separada, e incluso más preferiblemente, a la longitud, medida a lo largo de la dirección del eje longitudinal, de dicha porción separada reducida en dos tercios de la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada.

- 45 Preferiblemente, cuando el conductor comprende una pluralidad de primeros cables pasivos y una pluralidad de segundos cables pasivos que definen en pares cada una de dichas vías eléctricas, estando el primer cable pasivo más interior y el segundo cable pasivo más interior cada uno a una distancia desde el eje longitudinal comprendido entre cinco cuartos y cinco veces la relación entre la distancia de los cables de CA en su porción ampliamente separada y el número de respectivamente dichos primer y segundo cables pasivos, y más preferiblemente dicha distancia es igual a cinco mitades de dicha relación.

- 50 En realizaciones preferidas, las porciones de extremo de dicho conductor tienen, cada una, una longitud media, medida a lo largo del eje longitudinal, igual a dos tercios de una longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada de los cables de CA.

Preferiblemente, los extremos de las porciones de extremo de dicho conductor están a una distancia mutua comprendida entre un cuarto y tres veces de una distancia entre ejes del sistema de cable en la porción cercana, y más preferiblemente dicha distancia mutua es igual a dicha distancia entre ejes.

5 Cuando el sistema de blindaje de campo electromagnético comprende además vías eléctricas adicionales longitudinalmente hacia el exterior de dicha vía eléctrica interior y dicha vía eléctrica exterior, éstas preferiblemente se extienden más allá de la longitud de la porción separada de los cables de CA.

10 Preferiblemente, las vías eléctricas adicionales tienen una longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, comprendida entre un tercio y una y media veces una longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada de los cables de CA, y más preferiblemente dicha longitud de las vías eléctricas adicionales es igual a dos tercios de la longitud de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada de los cables de CA.

Preferiblemente, el eje longitudinal del sistema de blindaje de campo electromagnético está dispuesto en un mismo plano vertical que el eje longitudinal de un sistema de cable que comprende dichos al menos dos cables de CA.

15 Preferiblemente, un eje transversal del sistema de blindaje de campo electromagnético está dispuesto en un mismo plano vertical que el eje transversal de un sistema de cable que comprende dichos al menos dos cables de CA.

Preferiblemente, las porciones de extremo del conductor deberían empezar donde el campo electromagnético sin blindaje de dichos al menos dos cables de CA está comprendido entre el 50% y el 99% de su máximo, y deben terminar donde el campo electromagnético sin blindaje está comprendido entre el 34% y el 70% de su máximo.

20 En otro aspecto, la invención se refiere a un blindaje de campo electromagnético para un sistema de cable de CA, comprendiendo dicho blindaje de campo electromagnético un conductor que tiene dos ramas, que forma una porción media y porciones de extremo convergentes, comprendiendo dicho conductor una vía eléctrica interior y una vía eléctrica exterior conectadas juntas en extremos longitudinales relevantes.

25 En otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de blindaje de al menos dos cables de CA en una porción separada que se extiende entre dos porciones cercanas de cables paralelos, incluyendo tal porción separada secuencialmente una porción divergente, una porción ampliamente separada y una porción convergente, que comprende las etapas de:

- proporcionar una primera vía eléctrica exterior cerrada que se extiende sobre al menos parte de dicha porción separada, con extremos cónicos;
- proporcionar una segunda vía eléctrica interior cerrada que se extiende sobre al menos parte de dicha porción separada, con extremos cónicos; y
- conectar eléctricamente dichas primera y segunda vías eléctricas en sus extremos cónicos.

30 Preferiblemente, la vía eléctrica exterior cerrada tiene una anchura igual o mayor que la distancia de los cables de CA en la porción ampliamente separada de la misma.

35 Preferiblemente, dichas vías eléctricas tienen una longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, comprendida entre la diferencia de la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de la porción separada de dichos dos cables de CA menos la longitud, medida a lo largo del eje longitudinal, de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada, y la suma de dicha longitud de la porción separada de dichos dos cables de CA más de dicha longitud de una de las porciones divergentes o convergentes de dicha porción separada.

40 Preferiblemente, la vía eléctrica interior cerrada tiene una anchura comprendida entre un tercio y dos tercios de la anchura de dicha vía eléctrica exterior cerrada, preferentemente sustancialmente igual a la mitad de la anchura de dicha vía eléctrica exterior cerrada.

45 Para el propósito de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, porcentajes, etc., han de entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos divulgados e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que pueden o no enumerarse específicamente en el presente documento. Cantidades geométricas tales como longitudes, distancias entre ejes, anchuras y profundidades deben entenderse como el valor nominal, dentro de las tolerancias de ejecución y de disposición. De manera similar, las relaciones geométricas tales como el paralelismo y la coplanaridad deben entenderse como siendo la disposición nominal, dentro de las tolerancias de aplicación y de disposición.

50 La tolerancia debe entenderse como estando dentro del cambio del 10% de la cantidad relevante o de la relación geométrica.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la presente invención se harán evidentes mediante la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones de ejemplo de la misma, proporcionada meramente a modo de ejemplos no limitativos, cuya descripción se realizará haciendo referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- 5 - La figura 1 muestra esquemáticamente una realización de un blindaje y una disposición de cable blindado magnéticamente de acuerdo con la invención, en una bahía de conexión, en una vista desde arriba como si el suelo fuera transparente;
- Las figuras 2 a 4 muestran esquemáticamente algunas cantidades características de una bahía de conexión y el blindaje de la figura 1, en el que las figuras 2, 4 son vistas desde arriba y la figura 3 es una vista en sección transversal;
- 10 - La figura 5 muestra esquemáticamente una placa de terminales del blindaje de la figura 1;
- Las figuras 6 a 9 muestran esquemáticamente unas pocas etapas de fabricación del blindaje de la figura 1;
- La figura 10 muestra esquemáticamente la disposición de cable blindado magnéticamente de la figura 1 con blindajes adicionales en una bahía de conexión, en una vista en sección transversal;
- 15 - Las figuras 11 a 13 muestran esquemáticamente otras realizaciones de un blindaje y una disposición de cable blindado magnéticamente de acuerdo con la invención, en una bahía de conexión, en una vista desde arriba como si el suelo fuera transparente;
- Las figuras 14 y 15 muestran esquemáticamente blindajes y disposiciones de cables blindados magnéticamente de acuerdo con la técnica anterior, en una bahía de conexión, en una vista desde arriba como si el suelo fuera transparente;
- 20 - La figura 16 es un gráfico del factor de blindaje de blindajes de acuerdo con la invención y de acuerdo con la técnica anterior; y
- La figura 17 es un gráfico del campo magnético de las disposiciones de cable blindadas magnéticamente de acuerdo con la invención y de acuerdo con la técnica anterior.

Descripción detallada

- 25 En la figura 1, se muestra esquemáticamente una realización de un cable 1 pasivo de blindaje de campo electromagnético y una disposición de cable blindado magnéticamente según la invención. La disposición de cable blindado magnéticamente comprende un sistema 1 de cable pasivo de blindaje de campo electromagnético 1, o brevemente blindaje 1, y un sistema de cable de CA 200, que se muestra en una bahía de conexión 100. Debe indicarse que esta figura, como la otra indicada a continuación, está fuera de escala.
- 30 Con referencia adicional a la figura 2, la bahía de conexión 100 tiene una dimensión transversal o anchura L6.
- La bahía de conexión 100 aloja el sistema de cable de CA 200, que comprende tres cables 201, 202, 203. Los tres cables 201-203 se muestran como que llegan a y salen de una zanja (no mostrada) en una configuración plana, con una distancia L5 entre ejes de la zanja. Se entiende que la distancia entre ejes es la de la longitud de los cables adyacentes o más cercanos. Dentro de las zanjas, los tres cables de CA 201-203 también pueden colocarse en la configuración de trébol, con fundas de cables ligeramente separados o preferiblemente en contacto. Los que están en las dos zanjas, por lo tanto, representan porciones cercanas 213, 214 de los cables de CA, es decir, longitudes de cable en las que la distancia entre dos cables se mantiene lo más baja posible, preferiblemente con fundas de cables en contacto. La distancia de los cables de CA en las porciones cercanas es $2 * L5$ cuando, como se muestra, los cables están equidistantes.
- 35 Una funda exterior (no mostrada) común a los cables 201-203 también se puede proporcionar a lo largo de las zanjas. Además, el sistema de cable de CA 200 puede comprender sólo dos o más de tres cables.
- Cada uno de los tres cables de CA 201-203 comprende un primer tramo dentro de una de las zanjas adyacente a la bahía de conexión 100, y un segundo tramo dentro de la otra zanja.
- Los dos tramos de cada cable 201-203 están conectados en una respectiva conexión 204, 205, 206, alojada dentro de la bahía de conexión 100. Para este fin, hay una porción separada de cables 201-203 dentro de la bahía de conexión 100, es decir, una longitud de cable en la que la distancia entre dos cables se incrementa respecto a la más cercana posible, haciendo así que el campo magnético se incremente.
- 45 Más específicamente, los dos tramos de cable central 201 son sustancialmente coaxiales a lo largo del plano medio vertical longitudinal de la bahía 100 (eje longitudinal X), mientras que los dos tramos de cada cable lateral 202, 203 están desplazados hacia cada lado de la bahía 100.
- 50 La distancia entre ejes de los cables 201-203 es sustancialmente constante, y se indica con L4, a lo largo de una

gran parte longitudinalmente central 101 de la bahía 100. La longitud de esta porción ampliamente separada 210 de los cables 201-203, o porción central 210 del sistema de cable 200, se indica con L2.

En la porción ampliamente separada 210 de los cables 201-203, los cables son preferentemente paralelos, es decir, tienen una distancia mutua que no varía más del 10%.

- 5 La distancia del cable de CA en la porción ampliamente separada 210 es $2 \cdot L4$ cuando, como se muestra, los cables están equidistantes.

Entre un extremo longitudinal 103 de la bahía de conexión 100 y la parte central 101 de la misma, es decir, en una primera porción de extremo 104 de la bahía 100, los cables de CA laterales 202, 203 divergen desde el eje longitudinal X y el cable central 201, en otras palabras, los cables de CA 201-203 divergen. Entre el otro extremo longitudinal 103 de la bahía de conexión 100 y la parte central 101 de la misma, es decir, en una segunda porción de extremo 104 de la bahía 100, los cables de CA laterales 202, 203 convergen hacia el eje longitudinal X y el cable central 201, en otras palabras, los cables de CA 201-203 convergen.

Los cables 202, 203 se someten a una transición gradual entre la configuración de zanja o porciones cercanas 213, 214, y la porción ampliamente separada o central 210 del sistema de cable 200, con radios de curvatura adecuados. La longitud de cada una de la porción divergente 211 y de la porción convergente 212, o brevemente porciones de transición 211, 212 del sistema de cable 200, medida a lo largo del eje longitudinal X, está indicada con L3. La porción separada 210-212 del sistema de cable 200, donde sus cables 201-203 tienen una mayor distancia entre ejes que la distancia entre ejes L5 en la zanja, es de una longitud indicada con $L1 = L2 + 2 \cdot L3$.

En las figuras, las conexiones 204-206 se muestran en una configuración de delta, a saber, la conexión 204 del cable central 201 está desplazado hacia un primer extremo 103 de la bahía 100, mientras que las conexiones 205, 206 de los cables laterales 202, 203 están desplazados hacia el extremo opuesto 103 de la bahía 100, estando las conexiones 205, 206 sustancialmente en una misma posición medida a lo largo del eje longitudinal X. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario, y las conexiones 204-206 se pueden colocar en todas partes a lo largo de la bahía de conexión 100. Típicamente, cada conexión 204-206 está situada en una longitud recta del respectivo cable 201-203.

En posiciones distintas de una bahía de conexión 100, puede haber una disposición similar de los cables de CA 201-203, sin una o más de las conexiones 204-206. Por ejemplo, los cables de CA 201-203 pueden separarse localmente para pasar alrededor de un obstáculo.

Con referencia también a la figura 3, los cables de CA 201-203 están colocados sobre un relleno inferior 105 de la bahía 100, y se proporciona un relleno superior 106 por encima de los cables 201 a 203. Los cables 201-203 se muestran en una misma profundidad cable de CA L7 desde el nivel del suelo, a saber, coplanares como es típico. El sistema de cable 200 puede, sin embargo, tener una configuración de trébol o triangular también dentro de la bahía 100, en cuyo caso la profundidad del cable de CA L7 se debe entender como la profundidad del plano horizontal medio del sistema de cable 200.

35 Cabe señalar que el sistema de cable 200 también puede ser asimétrico respecto al eje longitudinal X y/o respecto al eje transversal Y de la bahía de conexión 100. En particular, las porciones divergentes y convergentes 211, 212 pueden tener diferentes longitudes, y/o diferentes distancias entre ejes entre los cables adyacentes 201-203.

Volviendo a la figura 1, el blindaje 1 de campo electromagnético de cable pasivo comprende al menos dos primeros cables pasivos y al menos dos segundos cables pasivos, en cada lado del eje longitudinal X. Se muestran cinco primeros cables pasivos 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, indicados colectivamente como primeros cables pasivos 2, y cinco segundos cables pasivos 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, indicados colectivamente como segundos cables pasivos 3. Sin embargo, su número puede ser menor o mayor que cinco, tal como de 2 a 15, preferiblemente de 4 a 10. Preferiblemente, el número de los primeros cables pasivos 2 es igual al número de los segundos cables pasivos 3, pero el blindaje 1 también puede ser asimétrico.

45 Más específicamente, cada uno de los cables pasivos 2, 3 respectivamente comprende una porción media 4, 5 respectivamente sustancialmente paralela al eje longitudinal X y, por lo tanto, entre sí, y dos porciones de extremo 7, 8, 9, 10 respectivamente que convergen hacia el eje longitudinal X. Los cables pasivos 2, 3 tienen un radio de curvatura local adecuado entre la porción media 4, 5 y cada porción de extremo 7, 8; 9, 10.

50 Con referencia también a la figura 4, las porciones medias 4, 5 de los cables pasivos 2, 3 tienen una longitud media indicada con C. La longitud media de las porciones de extremo 7-10 de los cables pasivos 2, 3, medida a lo largo del eje longitudinal X, se indica con D.

En la realización de la figura 1, las porciones medias 4, 5 de los cables pasivos 2, 3 se extienden a lo largo de toda la longitud de la porción ampliamente separada 210 del sistema de cable de CA 200, y también parcialmente sobre las porciones de transición 211, 212 del sistema de cable 200, de manera que C es mayor que L2. Esto, sin embargo, no es un requisito estricto del blindaje 1 de la invención, como quedará más claro posteriormente.

En la realización de la figura 1, las porciones de extremo 7-10 de los cables pasivos 2, 3 se extienden a lo largo del resto de las porciones de transición 211, 212 del sistema de cable de CA 200, de manera que D es ligeramente más corto que L3. Esto, sin embargo, no es un requisito estricto del blindaje 1 de la invención, como quedará más claro posteriormente.

- 5 Los cables pasivos 2, 3 comprenden en conjunto, junto con placas de terminales 11, 12 a las que se hace referencia a continuación, un conductor que tiene dos ramas que forman una porción media 4, 5 y porciones de extremo 7-10. Más específicamente, las dos ramas están separadas entre sí en la porción mediana 4, 5 de las mismas, y convergen en las porciones de extremo 7-10.

- 10 Preferiblemente, la longitud total del blindaje 1 es más larga que la porción ampliamente separada 210 de los cables de CA 201-203, y más corta o igual que la porción separada 210-212.

Más preferiblemente, la longitud total del blindaje 1, medida a lo largo del eje longitudinal, está relacionada con la geometría de la porción separada del sistema de cable 200 mediante la siguiente fórmula

$$L1-L3 \leq C + 2 \cdot D \leq L1+L3 \quad (1)$$

- 15 Más preferiblemente, la longitud total del blindaje 1, medida a lo largo del eje longitudinal, está relacionada con la longitud L1 general, medida a lo largo del eje longitudinal, de la porción separada 210-212 del sistema de cable 200 mediante la siguiente fórmula

$$C + 2 \cdot D = L1 \quad (2).$$

Las porciones medias 4, 5 del primer cable 2a más interior y del segundo cable 3a más interior están a una distancia A desde el eje longitudinal X, de manera que tienen una distancia entre ejes $2 \cdot A$.

- 20 El primer cable 2e más exterior y el segundo cable 3e más exterior están a una distancia B desde el eje longitudinal X, de manera que tienen una distancia entre ejes $2 \cdot B$.

Preferiblemente, la distancia entre ejes $2 \cdot A$ está comprendida entre un tercio y dos tercios de la distancia entre ejes $2 \cdot B$, más preferible es igual a la mitad de la distancia entre ejes $2 \cdot B$.

- 25 Como se muestra, la anchura $2 \cdot B$ (despreciando el diámetro de los cables) de la porción media 4, 5 es mayor que la distancia del cable de CA 2 $\cdot L4$ en la porción ampliamente separada 210, pero puede ser igual a la misma.

Cuando los primeros y segundos cables pasivos 2, 3 respectivamente son equidistantes, sus porciones medias 4, 5, por lo tanto, tienen una distancia entre ejes dada por la fórmula

$$G=(B-A)/(N-1) \quad (3)$$

donde N es el número de primeros cables 2 y de segundos cables 3 respectivamente.

- 30 Sin embargo, las porciones medias 4, 5 de los primeros y segundos cables pasivos 2, 3 respectivamente no necesitan estar equidistantes por la distancia entre ejes G. En las porciones medias 4, 5, la separación entre los primeros y segundos cables, 2, 3 respectivamente adyacentes, en particular, puede disminuir desde las parejas más interiores a las parejas más exteriores. Más en particular, la separación puede reducirse a la mitad desde la pareja más interior 2a, 2b; 3a, 3b a la pareja más exterior 2d, 2e; 3d, 3e.

- 35 Unos separadores no conductores (no mostrados), tales como varillas que tienen una pluralidad de canales u orificios que reciben, cada uno, un cable 2, 3, también pueden proporcionarse a lo largo de la longitud de los cables pasivos 2, 3, para definir correctamente la separación entre los cables 2, 3.

- 40 Los extremos o extremidades libres de las correspondientes porciones de extremo convergentes 7, 9, 8, 10 respectivamente de los cables pasivos 2, 3, a saber, aquellos hacia cada extremo 103 de la bahía 100, están conectados eléctricamente entre sí. Más específicamente, los extremos están conectados entre sí por una placa de terminales 11, 12 respectivamente.

- 45 La distancia entre ejes de los cables pasivos 2, 3 respectivamente disminuye gradualmente a lo largo de las porciones de extremo convergentes 7-10, desde el valor G en las porciones medias 4, 5 a un valor H en la placa de terminales 11, 12. La distancia entre ejes H en la placa de terminales 11, 12 tampoco necesita que sea constante para los pares adyacentes de cables pasivos 2, 3, como se muestra.

El primero y segundo cables pasivos más interiores 2a, 3a definen dos ramas de una vía eléctrica interior. El primer y segundo cables pasivos más exteriores 2e, 3e definen dos ramas de una vía eléctrica más exterior. De manera similar, dos ramas de vías eléctricas intermedias se definen por otros pares de primeros y segundos cables pasivos 2, 3. Las dos ramas de las vías eléctricas están aisladas eléctricamente entre sí a lo largo de su longitud, pero las

vías eléctricas están cerradas en un bucle y conectadas eléctricamente entre sí en correspondientes extremos longitudinales mediante las placas de terminales 11, 12.

5 Sin desear estar ligado por ninguna teoría, el solicitante cree que más vías eléctricas se definen mediante cada primer cable 2 con cada segundo cable 3 que no está separado a una misma distancia del eje longitudinal X, tales como por pares de cables 2a, 3b; 2a, 3c ...; y posiblemente entre pares de los primeros o segundos cables, respectivamente, como por pares de cable 2a, 2b; 2a, 2c Este aumento del número de vías eléctricas mejoraría el rendimiento del blindaje 1 de campo electromagnético sobre un blindaje de campo electromagnético que comprende bucles pasivos aislados, siendo la longitud de cable pasiva igual.

10 Los extremos de las porciones de extremo 7-10 del primer cable más interior 2a y del segunda cable más interior 3a tienen una distancia entre ejes indicada por F.

15 En la realización mostrada, cada placa de terminales 11, 12 tiene una primera porción 13, 14 respectivamente, de una longitud E al menos igual a $H^*(N-1)$, que conecta mecánica y eléctricamente entre sí los extremos de los primeros cables pasivos 2, una segunda porción 15, 16 respectivamente, de nuevo de una longitud E al menos igual a $H^*(N-1)$, que conecta mecánica y eléctricamente entre sí los extremos de los segundos cables pasivos 3, y una porción intermedia 17, 18 respectivamente de una longitud ligeramente más corta que F.

Las longitudes de la primera y segunda porciones 13-16 de las placas de terminales 11, 12 se dan preferiblemente mediante la siguiente fórmula

$$E = K^*(N+1) \quad (4)$$

donde K varía de 20 mm a 60 mm, es preferiblemente 40 mm y aún más preferentemente es igual a H.

20 La porción intermedia 17, 18 de cada placa de terminales 11, 12 es preferiblemente paralela a un plano vertical transversal medio (eje transversal Y) de la bahía de conexión 100 y/o sistema de cable 200.

25 La primera porción 13, 14 y la segunda porción 15, 16 de cada placa de terminales 11, 12 están acopladas preferiblemente de forma pivotante a la porción intermedia 17, 18 de los mismos, de manera que cada uno de las mismas forma un ángulo γ diferente de 0° ó 180° con el eje transversal Y. Como mejor se divulga a continuación, el ángulo γ es preferentemente ajustable.

Los cables pasivos 2a, 3a más interiores, por lo tanto, son ligeramente más cortos que los cables pasivos 2e, 3e más exteriores, siendo los cables pasivos 2b, 2c, 2d, 3c, 3d, 3e entre los mismos cada vez más largos.

30 Aunque los ángulos γ se muestran orientados de manera que las dos placas de terminales 11, 12 tienen "concavidades" opuestas, puede utilizarse una orientación opuesta de los ángulos γ , de manera que las dos placas de terminales 11, 12 tienen "concavidades" enfrentadas. En este caso, las longitudes de los cables pasivos 2, 3 pueden ser todos iguales. Además, cada placa de terminales 11, 12 también puede ser recta ($\gamma = 0$).

Preferiblemente, los ángulos γ se seleccionan de manera que la primera y segunda porciones 13-16 de las placas de terminales 11, 12 son sustancialmente perpendiculares a los cables pasivos 2, 3, que por lo tanto, se pueden conectar más fácilmente a las mismas.

35 La anchura del blindaje 1 en los extremos de las porciones de extremo 7-10, que puede aproximarse por $F + 2 * E$ despreciando el ángulo γ , es más grande que la distancia de los cables CA 2 * L5 en las porciones cercanas 213, 214, y es más pequeña que la distancia de los cables de CA 2 * L4 en la porción ampliamente separada 210.

40 Con referencia también a la figura 3, el blindaje 1 de campo electromagnético está colocado sobre el relleno superior 106, a una profundidad de blindaje L8, es decir, sobre los cables de CA 201-203. Cuando los cables pasivos 2, 3 no son coplanares, la profundidad del blindaje L8 se debe entender como la profundidad del plano horizontal medio del blindaje 1 de campo electromagnético.

Se hace notar que el blindaje 1 de campo electromagnético de cable pasivo descrito anteriormente es simétrico alrededor del eje longitudinal X, y alrededor del plano medio transversal (eje transversal Y) de la bahía de conexión 100.

45 Además, debe indicarse que el eje longitudinal X de la protección 1 está dispuesto en un mismo plano vertical que el eje longitudinal X del sistema de cable 200, y que el eje transversal del blindaje 1 está dispuesto en un mismo plano vertical que el eje transversal Y del sistema de cable 200.

50 En realizaciones menos preferidas, el blindaje 1 puede ser simétrico sólo alrededor de uno de los ejes X, Y, o incluso alrededor de ninguno de ellos. Por ejemplo, en el caso de que un edificio o sitio crítico esté en un lado de la bahía de conexión 100, el blindaje 1 puede comprender más cables pasivos 2 ó 3 respectivamente en ese lado que en el otro lado. En tales casos, mediante el eje longitudinal X del blindaje 1, se entiende el eje longitudinal del par más interior de cables pasivos 2a, 3a, de la pareja más exterior de cables pasivos 2e, 3e o de otro par de cables pasivos.

Además, el blindaje 1 puede estar desplazado hacia el lado más crítico del eje longitudinal X de la bahía de conexión 100.

De manera similar, una longitud diferente de las porciones de extremo 7-10, y/o un posicionamiento no centrado del blindaje 1 respecto al eje transversal Y de la bahía de conexión 100 puede ser preferible para blindar más en un lado del eje transversal Y de la bahía de conexión 100 que en el otro lado.

Más específicamente, las porciones de extremo 7-10 pueden tener diferentes longitudes cuando las porciones divergentes y convergentes 211, 212 del sistema de cable de CA 200 tienen diferentes longitudes.

En la realización mostrada en la figura 5, la primera y segunda porciones 13-16 de las placas de terminales 11, 12 son barras, preferiblemente de una sección transversal cuadrada, y comprenden un orificio pasante 28 (que puede, sin embargo, también ser un orificio ciego) para cada primero o segundo cable pasivo 2, 3 respectivamente.

La porción intermedia 17 de cada placa de terminales 11, 12 comprende preferiblemente una placa 19 que tiene un orificio pasante 20a en cada extremo. La placa 19 está dispuesta sobre la primera porción 13, 14 y la segunda porción 15, 16 de la placa de terminales 11, 12, y se fija a la misma mediante un acoplamiento 20 de perno y tuerca que pasa en los orificios pasantes 20a de la placa 19, y en correspondiente orificios pasantes 20b de la primera porción 13, 14 y la segunda porción 15, 16 de la placa de terminales 11, 12. Esto permite ajustar fácilmente el ángulo γ . Una segunda placa (no mostrada) puede proporcionarse por debajo de la primera porción 13, 14 y la segunda porción 15, 16 de la placa de terminales 11, 12 para aumentar la conducción eléctrica y/o la rigidez de las placas de terminales 11, 12.

Las placas de terminales 11, 12 están hechas preferiblemente de cobre, aparte de los acoplamientos 20 de perno y tuerca.

Como una alternativa, las porciones intermedias 17, 18 de las placas de terminales 11, 12 pueden ser reemplazadas por tramos cortos de cables pasivos.

Además, cada placa de terminales 11, 12 también puede ser de una sola pieza.

La capacidad de ajustar el ángulo γ de las porciones 13-16 de las placas de terminales 11, 12 permite orificios ciegos o pasantes 28 formados ortogonales a las placas de terminales 11, 12 para recibir siempre el respectivo cable pasivo 2, 3 en una dirección recta. Cuando las placas de terminales 11, 12 no tienen ángulos γ ajustables, o cuando se realizan en una sola pieza, los orificios ciegos o pasantes 28 se pueden formar en un ángulo adecuado en las placas de terminales 11, 12 para recibir el respectivo cable pasivo 2, 3 en una dirección recta.

Otras realizaciones de placas de terminales 11, 12 también se pueden usar en el blindaje de campo electromagnético de la invención.

En una solución rentable, los cables pasivos 2, 3 están hechos de aluminio; sin embargo, también pueden estar hechos de cobre, u otro metal o aleación metálica. Preferiblemente, los cables pasivos 2, 3 son cables de aluminio unipolares de 185 mm² de área de sección transversal. Otras áreas de sección transversal pueden ser utilizadas, tales como comprendidas en el intervalo de 70-400 mm²; sin embargo, se ha encontrado que una mayor área de sección transversal sólo proporciona un factor de blindaje ligeramente mayor, a expensas del coste.

Como se muestra en las figuras 6 a 8, en cada cable pasivo 2, 3 cualquier funda exterior 21 y/o capa aislante 22 se retiran primero para exponer una longitud adecuada del conductor de aluminio 23. Una lengüeta bimetálica 24 se desliza entonces preferiblemente sobre el conductor expuesto 23, y se fija a la misma. La lengüeta bimetálica 24 comprende un collar 25 de aluminio para el alojamiento del conductor 23 de aluminio expuesto y está fijado al mismo, tal como mediante engarzado, y un vástago 26 de cobre sobresale del mismo. Una funda termocontraíble 27 se contrae a continuación a lo largo de una longitud que se extiende desde la funda exterior 21 al collar 25 de aluminio y la parte del vástago 26 de cobre, para hacer el cable pasivo 2, 3 a prueba de agua. De esta manera, sólo el vástago de cobre 26 está expuesto a las sustancias químicas del suelo. Debido a la alta resistencia a la corrosión del cobre, se espera una vida útil del blindaje 1 de al menos 40 años.

La lengüeta bimetálica 24 y/o la funda termocontraíble 27 se pueden omitir si la corrosión y el agua no son una preocupación, por ejemplo, en cámaras de conexión y bocas de registro.

La lengüeta bimetálica 24 también puede omitirse si el conductor 23 está hecho del mismo material que las placas de terminales 11, 12.

Como se muestra en la figura 9, los cables pasivos 2, 3 preparados como se describe más arriba están fijados a las placas de terminales 11, 12 mediante la inserción del vástago 26 de cobre, o el conductor expuesto 23 en caso de que se use una lengüeta no bimetálica 24, en un respectivo orificio 28 de la placa de terminales 11, 12, y mediante el atornillando de un tornillo 29 en un orificio con rosca interior 30 de la placa de terminales 11, 12 (figura 5), ortogonal al orificio 28. El tornillo 29 es preferiblemente un tornillo de acero que tiene un extremo en punta para asegurar un buen contacto eléctrico y mecánico de los cables pasivos 2, 3 a las placas de terminales 11, 12.

La lengüeta-bimetálica 24 también mejora la fijación mecánica de los cables pasivos 2, 3 porque el conductor 23 de aluminio está sujeto a deformación y el tornillo 29 tendría que ser serrado de nuevo después de algún tiempo si la lengüeta bimetalica 24 estuviera ausente.

Como se muestra en la figura 10, en una bahía de conexión 100 u otra porción separada de cables de CA, un blindaje 31 de campo electromagnético de cable pasivo puede estar previsto también por debajo del sistema de cable de CA 200, y en particular en el relleno inferior 105, cerca de la parte inferior de la bahía de conexión 100. El blindaje 31 es preferiblemente similar al blindaje 1 descrito anteriormente. Sus primeros cables pasivos 32 y segundos cables pasivos 33 respectivamente están dispuestos preferiblemente, sin embargo, más cerca entre sí. Sin embargo, lo inverso también se puede aplicar. Además, el primer y segundo cables pasivos 32a, 33a más interiores están más separados entre sí que los del blindaje 1. Sin embargo, lo inverso también se puede aplicar.

Como una alternativa o además del blindaje 31, un blindaje 41 de campo electromagnético de cable pasivo adicional puede estar previsto también en el nivel de sistema de cable de CA 200, como se muestra en la figura 10. El blindaje 41 es preferiblemente similar al blindaje 1 descrito anteriormente. Sus primeros cables pasivos 42 y segundos cables pasivos 43 respectivamente están dispuestos preferiblemente, sin embargo, más cerca entre sí. Sin embargo, también se puede aplicar lo inverso. Además, el primer y segundo cables pasivos 42a, 43a más interiores están separados preferiblemente más ampliamente que los del blindaje 1, y del blindaje 31 en los casos previstos.

Cuando al menos un blindaje 31, 41 adicional está previsto, cada placa de terminales del mismo (no mostrado) está eléctricamente conectado preferentemente con la placa de terminales 11, 12 del blindaje 1 en la correspondiente porción de extremo 104 de la bahía de conexión 100. La conexión eléctrica se realiza preferiblemente a través de cables pasivos (no mostrados) que tienen una conductividad eléctrica de un orden de magnitud como la suma de las conductividades eléctricas de los cables que llegan a cada placa de terminales conectada. Más preferiblemente, al menos un cable pasivo conecta la primera porción 13 de la placa de terminales 11 del blindaje 1 con la primera porción correspondiente de la placa de terminales correspondiente del blindaje 31 y/o del blindaje 41, al menos un cable pasivo conecta la segunda porción 15 de la placa de terminales 11 del blindaje 1 con la segunda porción correspondiente de esa placa de terminales del blindaje 31 y/o del blindaje 41, al menos un cable pasivo conecta la primera porción 14 de la placa de terminales 12 del blindaje 1 con la primera porción correspondiente de la correspondiente placa de terminales del blindaje 31 y/o del blindaje 41, y al menos un cable pasivo conecta la segunda porción 16 de la placa de terminales 12 del blindaje 1 con la segunda porción correspondiente de esa placa de terminales del blindaje 31 y/o del blindaje 41.

Una segunda realización de un blindaje 51 de campo electromagnético de cable pasivo y una disposición de cable con blindaje magnético de acuerdo con la invención se muestra esquemáticamente en la figura 11, en la bahía de conexión 100.

El blindaje 51 difiere del blindaje 1 de la primera realización sólo en que es más corto a lo largo del eje longitudinal X de la bahía de conexión 100, y las variantes divulgadas anteriormente en relación con el blindaje 1 se aplican también a esta realización.

Más en particular, en el blindaje 51 las porciones medias 54, 55 de los cables pasivos 52, 53 sólo se extienden a lo largo de toda la longitud de la porción central o ampliamente separada 210 del sistema de cable de CA 200, pero no se extienden sobre las porciones de transición 211, 212 del sistema de cable de CA 200, de manera que C es igual a L2. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario, como quedará claro a continuación.

Las porciones de extremo 57-60 de los cables pasivos 52, 53 se extienden a lo largo de parte de las porciones de transición 211, 212 del sistema de cable de CA 200, de manera que D es más corto que L3 cuando, como en la figura 11, la fórmula preferida a continuación es válida

$$C = L2 \quad (5).$$

Preferiblemente, la longitud D de las porciones de extremo convergentes 57-60 del blindaje 51 está dada por la fórmula

$$D = L3^{2/3} \quad (6)$$

En el blindaje 51, las porciones medianas 54, 55 de los cables pasivos 52, 53 pueden también ser incluso más cortas, que se extienden a lo largo de sólo una parte de la porción ampliamente separada 210 del sistema de cable de CA 200, o por el contrario pueden ser más largas que la porción ampliamente separada 210 del sistema de cable de CA 200.

La longitud total del blindaje 51, medida a lo largo del eje longitudinal X, está preferiblemente relacionada con la geometría de la porción separada de sistema de cable 200 mediante la siguiente fórmula

$$C + 2 \cdot D = L1 - L3^{2/3} \quad (7).$$

Las líneas 62, 63 indican la posición en la que las referencias deben ser colocados en la bahía de conexión 100 o en otra posición de la porción separada del sistema de cable 200, y se conservan después de que el relleno superior 106 haya ocultado el sistema de cable 200, hasta que se coloca el blindaje 51.

- 5 Cuando el blindaje 51 se utiliza en una bahía de conexión, cada blindaje en la zanja se extiende preferiblemente en la bahía de conexión 100. Cada blindaje en la zanja puede comprender una placa de terminales que tiene la misma forma y que está estrechamente separada de la placa de terminales 11, 12 adyacente respectivamente del blindaje 51.

- 10 Una tercera realización de un blindaje 71 de campo electromagnético de cable pasivo y una disposición de cable con blindaje magnético de acuerdo con la invención se muestra esquemáticamente en la figura 12, en la bahía de conexión 100.

- 15 El blindaje 71 difiere del blindaje 51 de la segunda realización sólo en que comprende cables adicionales 72-75, dispuestos en pares en cada placa de terminales 11, 12, longitudinalmente hacia el exterior. Más específicamente, el cable adicional 72 está conectado en un primer extremo a la primera porción 13 de la primera placa de terminales 11, y el cable adicional 73 está conectado en un primer extremo a la segunda porción 15 de la primera placa de terminales 11, estando sus extremos opuestos conectados entre sí. De manera similar, el cable adicional 74 está conectado en un primer extremo a la primera porción 14 de la segunda placa de terminales 12, y el cable adicional 75 está conectado en un primer extremo a la segunda porción 16 de la segunda placa de terminales 12, estando sus extremos opuestos conectados entre sí.

Los cables adicionales 72-75 convergen hacia el eje longitudinal X.

- 20 Los cables adicionales 72-75 se extienden preferiblemente más allá de los extremos 103 de la bahía de conexión 100.

Los cables adicionales 72-75 tienen una longitud J, medida a lo largo del eje longitudinal X.

Preferiblemente, la longitud J de los cables adicionales 72-75 está dada por la fórmula

$$J = D \quad (8)$$

- 25 Los cables adicionales 72-75 definen así vías eléctricas adicionales longitudinalmente hacia el exterior de las principales vías eléctricas, y en particular de las vías eléctricas interior y exterior.

Los extremos de los cables adicionales 72, 73; 74, 75 también pueden estar conectados entre sí a través de placas de terminales adicionales (no mostradas), que tienen una longitud del orden de magnitud de L5, de manera que los cables adicionales 72, 73; 74, 75 tienen una distancia mínima entre ejes de ese orden de magnitud.

- 30 Los cables adicionales 72-75 tienen preferiblemente una sección transversal conductora que es dos veces o tres veces la de los cables pasivos 52, 53. Como alternativa, varios cables pueden ser utilizados en lugar de cada uno de los cables adicionales 72-75.

Debe indicarse que cables adicionales 72-75 similares también se pueden usar con el blindaje 1 de la primera realización.

- 35 Una cuarta realización de un blindaje 81 de campo electromagnético y una disposición de blindaje magnético de acuerdo con la invención se muestra esquemáticamente en la figura 13, en la bahía de conexión 100.

El blindaje 81 difiere del blindaje 51 de la segunda realización en que comprende, en lugar de cables pasivos 52, 53 y placas de terminales 11, 12, una placa conductora 82.

- 40 La placa conductora 82 tiene una forma que corresponde en general a la envolvente del blindaje 51, es decir, comprende una abertura 83 cónica en sus extremos longitudinales, y una forma exterior cónica también en sus extremos longitudinales.

Más específicamente, la abertura 83 comprende porciones medias 86, 87 separadas y porciones de extremo 88-91 cónicas o convergentes. La forma exterior de la placa conductora 82 comprende porciones medias 92, 93 separadas y porciones de extremo 94-97 cónicas o convergentes.

- 45 La placa conductora 82 por lo tanto tiene dos ramas 82a, 82b separadas entre sí en una porción media de la misma, y que convergen en porciones de extremo de las mismas, conectadas entre sí por dos piezas transversales 98, 99.

Las cantidades geométricas significativas de la placa 82 se indican con las mismas referencias que las utilizadas en la figura 4.

- La placa 82 define una pluralidad, y sustancialmente un continuo de vías eléctricas, en particular, una vía eléctrica interior a lo largo del borde de la abertura 83 que tiene propiedades geométricas similares a la vía eléctrica interior definida por los cables pasivos 52a, 53a más interiores del blindaje 51, y una vía eléctrica exterior a lo largo del borde exterior de la placa 82 que tiene propiedades geométricas similares a la vía eléctrica exterior definida por los cables pasivos 52e, 53e más exteriores del blindaje 51.
- En particular, la vía eléctrica interior a lo largo del borde de la abertura 83 tiene dos ramas, a cada lado del eje longitudinal X, que comprende porciones medias 86, 87 separadas y porciones de extremo 88-91 cónicas o convergentes.
- La vía eléctrica exterior a lo largo del borde exterior de la placa 82 tiene dos ramas, a cada lado del eje longitudinal X, que comprende porciones medias 92, 93 separadas y porciones de extremo 94-97 cónicas o convergentes.
- Las vías eléctricas interior y exterior están conectadas eléctricamente por las dos piezas transversales 98, 99 de la placa 82.
- La placa 82 también puede reemplazarse por dos placas en cada lado del eje longitudinal X, unidas juntas en correspondientes extremos longitudinales con placas de terminales adecuadas, para hacer su distancia "entre ejes" ajustable.
- La placa 82 también puede reemplazarse por una pluralidad de placas más pequeñas, en las que las placas adyacentes están adecuadamente soldadas entre sí para proporcionar una continuidad adecuada de material conductor.
- La placa 82 se hace preferiblemente de cobre, pero también puede estar hecha de aluminio, otro metal o aleación metálica, posiblemente protegida contra la corrosión.
- Debe indicarse que una placa de blindaje 81 similar también se puede utilizar con la relación geométrica para el sistema de cable 200 y/o la bahía de conexión 100 como el blindaje 1 de la primera realización.
- Además, cables adicionales 72-75 similares a la realización de la figura 12, o salientes con aberturas en forma similar de la placa 82, también se pueden proporcionar.
- El solicitante realizó experimentos y simulaciones numéricas con el fin de evaluar el efecto de blindaje de campo electromagnético de los blindajes de acuerdo con la invención.
- El solicitante más en particular evaluó la configuración del blindaje 1, indicado como "blindaje largo convergente" a continuación, y la configuración del blindaje 51, indicado a continuación como "blindaje corto convergente".
- Por motivos de comparación, el solicitante también evaluó el efecto de blindaje de campo electromagnético de un blindaje de bucle pasivo convencional que tiene una longitud de cables pasivos comparable a la del "blindaje largo convergente". La configuración, que se conoce como "blindaje de bucles largos" a continuación, se muestra en la figura 14 y comprende un blindaje 300 que tiene un número de (cinco en la figura 14) bucles cerrados 301-305 de cables pasivos, cada uno conectado en sus extremos mediante una conexión 306-310. Los bucles 301-305 fueron aislados entre sí.
- El bucle interior 301 tenía una distancia desde el eje longitudinal X igual a A, y el bucle exterior 305 tenía una distancia desde el eje longitudinal X igual a B de la configuración de "blindaje largo convergente". El bucle interior más largo 301 tenía una longitud P comparable a $C + 2 * D$ de la configuración de "blindaje largo convergente". El bucle exterior más corto 305 tenía una longitud Q ligeramente más larga que L2. Los otros bucles 302-304 estaban equidistantes, en la dirección transversal Y, entre los bucles interior y exterior 301, 305, y tenía longitudes equidistantes, a lo largo del eje longitudinal X, entre los de los bucles interior y exterior 301, 305.
- Por motivos de comparación, el solicitante también evaluó el efecto de blindaje de campo electromagnético de un blindaje de bucle pasivo modificado, que tiene una longitud de cables pasivos comparable a la del "blindaje corto convergente". La configuración, que se conoce como "blindaje de bucles cortos" a continuación, fue similar a la del blindaje 300 que se muestra en la figura 14, pero tenían bucles más cortos. El bucle interior más largo tenía una longitud igual a $C + 2 * D$ de la configuración de "blindaje corto convergente". El bucle exterior más corto tenía una longitud igual a C de la configuración de "blindaje corto convergente".
- Por motivos de comparación, el solicitante también evaluó el efecto de blindaje de campo electromagnético de un blindaje de cable paralelo pasivo. La configuración, que se denomina a continuación "blindaje del cable equidistante", se muestra en la figura 15. Comprende un blindaje 400 que tiene un número de (diez mostrados en la figura 15) cables pasivos 401-410 equidistantes a la anchura L6 de la bahía de conexión 100. Todos los cables pasivos 401-410 tenían una longitud R sustancialmente igual a la longitud L1 de la porción separada 210-212 del sistema de cable 200. Los extremos de los cables pasivos 401, en cada extremo 103 de la bahía de conexión 100 se conectaron con placas de terminales 411, 412.
- Debe indicarse que la longitud del blindaje 400 como sustancialmente igual a la longitud L1 fue el resultado de una

simulación numérica anterior por el inventor del presente documento, hecha con aproximación de dos dimensiones. En otras palabras, había dado como resultado que, con cables pasivos paralelos equidistantes, el efecto de blindaje aumentó a medida que aumentó la longitud de los cables pasivos.

5 El solicitante primero evaluó los blindajes de "bucles largos", "equidistantes", "largo convergente" y "corto convergente" con un número variable de cables pasivos o bucles.

El campo electromagnético se evaluó a lo largo del plano vertical medio (eje longitudinal X) de la bahía de conexión 100, a 1 metro por encima del suelo.

La figura 16 muestra el factor de blindaje (SF) como una función del número de bucles del "blindaje de bucles largos", respectivamente la mitad del número total de cables pasivos de las otras configuraciones.

10 El factor de blindaje se calculó como la relación entre el valor máximo del campo electromagnético a lo largo de la longitud L1 de la porción separada 210-212 del sistema de cable 200, en ausencia de cualquier blindaje, y cuando el sistema de cable 200 está blindado.

Como era de esperar, para cada configuración el factor de blindaje aumenta a medida que el número de bucles o cables pasivos aumenta.

15 Los resultados experimentales de la figura 16 muestran que el factor de blindaje del blindaje 1, 51 de acuerdo con la invención, indicado por las líneas 501, 502, respectivamente, es mejor que el "blindaje de bucles largos" convencional, indicado por la línea 503, que es el de peor rendimiento, y que el "blindaje equidistante", indicado por la línea 504, con una longitud total comparable del cable pasivo.

20 El blindaje de acuerdo con la invención, por lo tanto, permite obtener un mejor factor de blindaje, siendo igual la longitud total del cable pasivo.

El blindaje de acuerdo con la invención también permite obtener un mismo factor de blindaje con una longitud total más corta de cable pasivo, es decir, con un coste menor.

25 Los resultados experimentales de la figura 16 también muestran, sorprendentemente, que el factor de blindaje 502 del "blindaje corto convergente", o blindaje 51 según la invención, es mejor que el factor de blindaje 501 del "blindaje largo convergente", o blindaje 1 según la invención.

Este es un resultado inesperado, por las razones expuestas anteriormente.

30 La figura 17 muestra el campo electromagnético a lo largo del plano medio vertical (eje longitudinal X) de la bahía de conexión 100 y el sistema de cable 200, a 1 metro por encima del suelo, para las diferentes configuraciones descritas anteriormente, con cinco bucles y diez cables pasivos, respectivamente. El campo electromagnético se evaluó a intervalos de 0,5 m desde el centro longitudinal (plano vertical transversal o eje transversal Y) de la bahía de conexión 100 y el sistema de cable 200.

En todas las configuraciones evaluadas, la bahía de conexión 100 y el sistema de cable 200 tenían los valores indicados como preferidos en la Tabla I a continuación.

La corriente en el sistema de cable 200 era de 1000 A.

35 Más específicamente, el "blindaje largo convergente" o blindaje 1 tenía cinco cables pasivos 2, y cinco cables pasivos 3, es decir, $N = 5$, y los valores preferidos de las cantidades geométricas A, B, C, E, F indicadas en la Tabla III a continuación. El valor de la cantidad geométrica D era de $D = 2000$ mm.

40 El "blindaje corto convergente" o blindaje 51 tenía cinco cables pasivos 52, y cinco cables pasivos 53, es decir, $N = 5$, y los valores preferidos de las cantidades geométricas A, B, C, E, F indicadas en la Tabla III. El valor de la cantidad geométrica D era de $D = 1200$ mm.

45 El "blindaje largo tradicional" 300 tenía cinco bucles cerrados 301-305 de cables pasivos. El bucle interior 301 tenía una distancia desde el eje longitudinal X igual a A, y el bucle exterior 305 tenía una distancia desde el eje longitudinal X igual a B, teniendo A y B los valores preferidos indicados en la Tabla III. El bucle exterior más corto 305 tenía una longitud de $Q = 7200$. El bucle interior más largo 301 tenía una longitud $P = 11200$. Por lo tanto, Q era igual a C del "blindaje largo convergente", y P es igual a $C + 2 * D$ del "blindaje largo convergente".

En el "blindaje corto tradicional", la longitud del bucle exterior más corto era de $Q = 7.200$. El bucle interior más largo tenía una longitud de $P = 9600$. Por lo tanto, Q es igual a C del "blindaje corto convergente", y P es igual a $C + 2 * D$ del "blindaje corto convergente".

50 La línea 510 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable sin blindaje 200. Se puede observar que es en forma de campana, con un máximo en el centro longitudinal de la bahía 100 y el sistema de cable 200 de aproximadamente 23 μ T. El campo electromagnético es superior a 10 μ T en todos sitios hasta 6 metros desde el

centro de la bahía 100.

La línea 511 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje de bucles largos". Se puede observar que el campo electromagnético en la zona central de la bahía de conexión 100 y el sistema de cable 200 es muy bajo, y en particular es inferior a $10 \mu\text{T}$ en todos sitios hasta aproximadamente 2,5 m desde el centro, donde se tiene un mínimo de aproximadamente $7,5 \mu\text{T}$. Sin embargo, el campo electromagnético 511 tiene dos picos de 512, 513 a unos 4 km del centro de la bahía 100, de más de $15 \mu\text{T}$.

La línea 514 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje de bucles cortos". Se puede observar que el campo electromagnético tiene la misma progresión que el "blindaje de bucles largos", línea 511, a pesar de ser ligeramente inferior a lo largo de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200.

La línea 515 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje de cable equidistante". Se puede observar que es en forma de campana. El campo electromagnético tiene un máximo en el centro longitudinal de la bahía 100 y del sistema de cable 200 aproximadamente de $14 \mu\text{T}$. El campo electromagnético es aún mayor que $10 \mu\text{T}$ en todas partes hasta 4 m del centro de la bahía 100. Aunque este blindaje tiene un rendimiento peor cerca del centro de la bahía 100 y del sistema de cable 200 respecto a los blindajes de bucles convencionales, los picos laterales están ausentes.

La línea 516 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje largo convergente" o blindaje 1 según la invención. Se puede observar que es en forma de campana. El campo electromagnético tiene un máximo en el centro longitudinal de la bahía 100 y del sistema de cable 200 de aproximadamente $12 \mu\text{T}$. El campo electromagnético, sin embargo, es superior a $10 \mu\text{T}$ sólo hasta unos 2,5 m - 3 m del centro de la bahía 100 y del sistema de cable 200. Este blindaje tiene, por lo tanto, un mejor rendimiento que el "blindaje de cable equidistante" (línea 515) en todos sitios a lo largo de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200 - convirtiéndose en comparable con el mismo a unos 6 m desde el centro de la bahía 100 -, y un mejor rendimiento general que los blindajes de bucles convencionales (líneas 511, 514), porque es más suave y, en particular, no presenta ningún pico lateral.

La línea 517 indica el campo electromagnético emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje corto convergente" o blindaje 51 según la invención. Se puede observar que es en forma de campana, pero casi plana. El campo electromagnético es inferior a $10 \mu\text{T}$ sobre toda la longitud de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200. Este blindaje tiene, por lo tanto, un mejor rendimiento que el "blindaje de cable equidistante" (línea 515) en todas partes a lo largo de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200. Este blindaje también tiene un mejor rendimiento general que los blindajes de bucles convencionales (líneas 511, 514), porque es más suave y, en particular, no presenta ningún pico lateral.

Respecto al "blindaje largo convergente" o blindaje 1 según la invención, el campo electromagnético 517 emitido por el sistema de cable 200 cuando está blindado mediante el "blindaje corto convergente" o blindaje 51 es incluso más suave a lo largo de la bahía de unión 100 y del sistema de cable 200. Aunque tiene un campo electromagnético ligeramente más alto en las zonas laterales 518, 519 a aproximadamente 4-5 m del centro de la bahía 100 y del sistema de cable 200, el valor absoluto del campo electromagnético en dichas zonas laterales es totalmente aceptable; y el rendimiento general del "blindaje corto convergente" o blindaje 51, se considera mejor.

Sin desear quedar ligado a teoría alguna, el solicitante cree que el mejor rendimiento de los blindajes de la invención respecto al blindaje 400 de cable equidistante en la parte central 101 de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200 se deriva de la separación entre las dos ramas 2, 3; 52, 53 del conductor, es decir, entre los dos cables pasivos 2a, 3a; 52a, 53a más interiores que definen la vía eléctrica más interior.

Sin desear quedar ligado a teoría alguna, el solicitante cree además que la ausencia, con los blindajes de la invención, de los picos laterales del campo electromagnético similares a los mostrados con el blindaje 300 de bucle convencional se deriva de la conexión eléctrica de las vías eléctricas entre sí en sus extremos longitudinales.

Debe hacerse notar que el campo electromagnético también disminuye rápidamente con la distancia transversal al eje longitudinal X de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200, de modo que con el blindaje 1 ó 51, será inferior a $3 \mu\text{T}$, ya a unos pocos metros del centro de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200, a lo largo de eje transversal Y.

El solicitante cree que los blindajes 71, 81, de acuerdo con la invención muestran de manera similar un mejor rendimiento que las configuraciones de blindaje de comparación descritas anteriormente. En particular, el solicitante hace notar que los cables adicionales 72-75 contribuyen a reducir el campo electromagnético del blindaje 71 por debajo de la blindaje 1 (línea 516) también en las regiones laterales 518, 519 (figura 17).

La Tabla I dada a continuación muestra los intervalos típicos (valor mínimo y máximo) de las cantidades geométricas de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200 descritos anteriormente con referencia a las figuras 2 y 3. También muestra los valores preferidos de tales cantidades geométricas.

TABLA I

Cantidad geométrica	Valor mínimo [mm]	Valor máximo [mm]	Valor preferido [mm]
L1	8000	20000	12000
L2	5000	16000	7200
L3	1500	3500	2400
L4	300	800	450
L5	100	400	200
L6	1500	3000	2250
L7	1000	2500	1500
L8	600	1500	1150

La Tabla II dada a continuación muestra las fórmulas empíricamente obtenidas para los intervalos (valor mínimo y máximo) y los valores preferidos de las cantidades geométricas de un blindaje según la invención, descrito anteriormente con referencia a las figuras 3, 4, 12. Algunas de las fórmulas ya se han comentado, las restantes son fáciles de entender.

TABLA II

Cantidad geométrica	Valor mínimo [mm]	Valor máximo [mm]	Valor preferido [mm]
A	$A = 5 * L4/2N$	$A = 10 * L4/N$	$A = 5 * L4/N$
B	$B = 5 * L4/4$	$B = 5 * L4$	$B = 5 * L4/2$
C	$C = L2 * 2/3$	$C = L2 * 4/3$	$C = L2$
D	$D = L3 * 1/3$	$D = L3 * 1,5$	$D = L3 * 2/3$
$C + 2*D$	$C + 2*D = L1 - L3$	$C + 2*D = L1 + L3$	$C + 2*D = L1$ o $C + 2*D = L1 - L3 * 2/3$
E	$E = 20 * (N+1)$	$E = 60 * (N+1)$	$E = 40 * (N+1)$
F	$F = L5 * 1/4$	$F = 3 * L5$	$F = L5$
J	$J = L3 * 1/3$	$J = L3 * 1,5$	$J = L3 * 2/3$ J = D

La Tabla III siguiente muestra los intervalos (valor mínimo y máximo) y los valores preferidos de las cantidades geométricas de un blindaje según la invención, obtenido mediante la aplicación de las fórmulas de la Tabla II para los valores mínimo, máximo, y preferido, respectivamente, de las cantidades geométricas relevantes de la bahía 100 y del sistema de cable 200 indicados en la Tabla I, y usando un número N = 5 de cables pasivos a cada lado del eje longitudinal X de la bahía de conexión 100 y del sistema de cable 200.

TABLA III

Cantidad geométrica	Valor mínimo [mm]	Valor máximo [mm]	Valor preferido [mm]
A	220	880	440
B	550	2200	1100
C	3600	10800	7200
D	800	3600	1600
E	120	360	240
F	50	600	200
J	800	3600	1600

De la figura 17 cabe señalar, además, que las porciones de extremo convergentes 7-10 de los cables pasivos 2, 3 del blindaje 1 empiezan (en $C/2 = 3,600$) donde el campo electromagnético sin blindaje 510 es de aproximadamente el 80% de su máximo, y acaban (en $C/2 + D = 5600$) donde el campo electromagnético sin blindaje 510 es de aproximadamente el 43% de su máximo. Las porciones de extremo convergentes 57-60 de los cables pasivos 52, 53 del blindaje 51 empiezan (en $C/2 = 3600$) donde el campo electromagnético sin blindaje 510 es de aproximadamente el 80% de su máximo, y acaban (en $C/2 + D = 4800$), donde el campo electromagnético sin blindaje 510 es de aproximadamente el 60% de su máximo.

Esta relación con el campo electromagnético sin blindaje puede tomarse como un criterio adicional cuando se dimensiona un blindaje 1 de acuerdo con la invención, como una alternativa o además a los criterios establecidos en la Tabla II anterior.

- 5 Más en particular, las porciones de extremo convergentes de los cables pasivos o de la placa 82 deben comenzar donde el campo electromagnético 510 del sistema de cable sin blindaje está comprendido entre el 50% y el 99% de su máximo, y deben terminar cuando el campo electromagnético 510 del sistema de cable sin blindaje está comprendido entre el 34% y el 70% de su máximo.

- 10 Aunque las diversas realizaciones de la invención se han descrito en relación con una bahía de conexión, se entenderá que el blindaje se puede aplicar igualmente en bocas de registro y cámaras de conexión, así como en otros lugares en los que, por cualquier razón, los cables de CA estén separados entre sí en una longitud, tal como para pasar alrededor de un obstáculo en la vía o recorrido de los cables.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de cable blindado magnéticamente, que comprende al menos dos cables de CA (201-203) que comprenden una porción separada (210-212) que se extiende entre dos porciones cercanas (213, 214) de cables paralelos, incluyendo tales porción separada (210-212) secuencialmente una porción divergente (211), una porción ampliamente separada (210) y una porción convergente (212), y un sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) colocada sobre dichos al menos dos cables de CA (201-203), comprendiendo dicho sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) un conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) que tiene dos ramas (2, 3; 52, 53; 82a, 82b) que forma una porción media (4, 5; 54, 55; 86, 87, 92, 93) y porciones de extremo (7-10; 57-60; 88-91, 94-97), siendo la porción de anchura media (2 * B) igual o mayor que la distancia de los cables de CA (2 * L4) en la porción ampliamente separada (210) y siendo la anchura en los extremos de las porciones de extremo (7-10; 57-60; 88-91, 94-97) mayor que la distancia de los cables de CA (2 * L5) en las porciones cercanas (213, 214) y menor que la distancia de los cables de CA (2 * L4) en la porción ampliamente separada (210), comprendiendo dicho conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) una vía eléctrica interior (2a, 3a; 52a, 53a; 86-91) y una vía eléctrica exterior (2e, 3e; 52e, 53e; 92-97) conectadas entre sí (11, 12; 98, 99) en extremos longitudinales relevantes.
2. La disposición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la longitud total del sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) es más larga que la porción ampliamente separada (210) y más corta o igual que la porción separada (210-212).
3. La disposición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que dichas dos ramas (2, 3; 52, 53; 82a, 82b) están separadas y son sustancialmente paralelas entre sí en dicha porción media (4, 5; 54, 55; 86, 87, 92, 93).
4. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) comprende al menos una vía eléctrica adicional (2b, 2c, 2d, 3b, 3c, 3d; 52b, 52c, 52d, 53b, 53c, 53d; 82) además de dichas vías eléctricas interior y exterior (2a, 3a; 52a, 53a; 86-91; 2e, 3e; 52e, 53e; 92-97) , estando conectada(s) dicha(s) vía(s) eléctrica(s) adicional(es) (2b, 2c, 2d, 3b, 3c, 3d, 52b, 52c, 52d, 53b, 53c, 53d; 82) a dichas vías eléctricas interior y exterior (2a, 3a; 52a , 53a; 86-91; 2e, 3e; 52e, 53e; 92-97) en los extremos longitudinales relevantes.
5. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12) comprende cables pasivos (2, 3; 52, 53), definiendo en pares cada una de dichas vías eléctricas (2a, 3a; 52a, 53a; 2e, 3e; 52e, 53e; 2b, 2c, 2d, 3b, 3c, 3d, 52b, 52c, 52d, 53b, 53c, 53d).
6. La disposición de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12) comprende una pluralidad de primeros cables pasivos (2; 52) y una pluralidad de segundos cables pasivos (3; 53), comprendiendo cada primer y segundo cables pasivos (2, 3; 52, 53) una porción media (4, 5; 54, 55) y dos porciones de extremo convergentes (7-10; 57-60), estando los extremos de las correspondientes porciones de extremo (7-10; 57-60) conectados eléctricamente entre sí (11, 12), y estando comprendido el número (N) de dichos primeros cables pasivos (2; 52) y/o de dichos segundos cables pasivos (3; 53) entre 2 y 15.
7. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en la que el sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71) comprende además dos placas de terminales (11, 12) que conectan eléctricamente los extremos de las correspondientes porciones de extremo (7-10; 57-60) de los primeros cables pasivos (2; 52) y los segundos cables pasivos (3; 53) entre sí.
8. La disposición de acuerdo con la reivindicación 7, en la que cada placa de terminales (11, 12) tiene una primera porción (13, 14) que conecta mecánica y eléctricamente entre sí los extremos de los primeros cables pasivos (2; 52), una segunda porción (15, 16) que conecta mecánica y eléctricamente entre sí los extremos de los segundos cables pasivos (3; 53), y una porción intermedia (17, 18), formando la primera porción (13, 14) y la segunda porción (15, 16) de cada placa de terminales (11, 12) un ángulo (γ) diferente de 0° ó 180° con la porción intermedia (17, 18).
9. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que el conductor comprende una placa conductora (82) que tiene una abertura (83) que se extiende longitudinalmente cónica en sus extremos longitudinales (88-91) y una forma exterior cónica en sus extremos longitudinales (94-97).
10. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de blindaje de campo electromagnético (71) comprende además vías eléctricas adicionales (72-75) longitudinalmente hacia el exterior de dicha vía eléctrica interior (2a, 3a; 52a, 53a; 86-91) y dicha vía eléctrica exterior (2e, 3e, 52e, 53e, 92-97).
11. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que:
 - la porción media (4, 5; 54, 55; 86, 87; 92, 93) de dicho conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) tiene una longitud media (C), medida a lo largo del eje longitudinal (X), comprendida entre las dos terceras partes y a las cuatro terceras partes de una longitud (L2) de la porción ampliamente separada (210) de dicha porción separada (210-212),
 - las porciones de extremo (7-10; 57-60; 88-91; 94-97) de dicho conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) tienen,

cada una, una longitud media (D), medida a lo largo del eje longitudinal (X), comprendida entre un tercio y una vez y media la longitud (L3), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210-212),

- con la condición adicional de que la longitud total media ($C + 2 * D$), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de dicho conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) esté comprendida entre la diferencia de la longitud (L1), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de la porción separada (210-212) de dichos al menos dos cables de CA (201-203) menos la longitud (L3), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210-212), y la suma de dicha longitud (L1) de la porción separada (210-212) de dichos dos cables de CA (201-203) más dicha longitud (L3) de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210-212).

12. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que las porciones de extremo (57-60; 88-91; 94-97) de dicho conductor (52, 53, 11, 12; 82) tienen, cada una, una longitud media (D), medida a lo largo del eje longitudinal (X), igual a dos tercios de su longitud (L3), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210-212) de los cables de CA (201-203).

13. La disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que un eje longitudinal (X) del sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) está dispuesto en un mismo plano vertical que un eje longitudinal (X) de un sistema de cable (200) que comprende dichos al menos dos cables de CA (201-203), y/o un eje transversal (Y) del sistema de blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) está dispuesto en un mismo plano vertical que un eje transversal (Y) del sistema de cable (200).

14. Un blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) para un sistema de cable de CA (200), comprendiendo dicho blindaje de campo electromagnético (1; 51; 71; 81) un conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) que tiene dos ramas aisladas eléctricamente a lo largo de su longitud, formando una porción media (4, 5; 54, 55; 86, 87, 92, 93) y porciones de extremo convergentes (7-10; 57-60; 88-91, 94-97), comprendiendo dicho conductor (2, 3, 11, 12; 52, 53, 11, 12; 82) una vía eléctrica interior (2a, 3a; 52a, 53a; 86-91) y una vía eléctrica exterior (2e, 3e; 52e, 53e; 92-97) conectadas entre sí (11, 12; 98, 99) en los extremos longitudinales relevantes.

15. Un procedimiento de blindaje de al menos dos cables de CA (201-203) en una porción separada (210-212) que se extienden entre dos porciones cercanas (213, 214) de cables paralelos, incluyendo tal porción separada (210-212) secuencialmente una porción divergente (211), una porción ampliamente separada (210) y una porción convergente (212), que comprende las etapas de:

- proporcionar una primera vía eléctrica interior cerrada (2a, 3a, 11, 12; 52a, 53a, 11, 12; 86-91, 98, 99) que se extiende sobre al menos parte de dicha porción separada (210-212), con extremos cónicos (7-10; 57-60; 88-91);
- proporcionar una segunda vía eléctrica exterior cerrada (2e, 3e, 11, 12; 52e, 53e, 11, 12; 92-99) que se extiende sobre al menos parte de dicha porción separada (210-212) con extremos cónicos (7-10; 57-60; 94-97); y
- conectar eléctricamente (11, 12; 98, 99) dichas primera y segunda vías eléctricas (2a, 3a, 11, 12; 52a, 53a, 11, 12; 86-91, 98, 99; 2e, 3e, 11, 12; 52e, 53e, 11, 12; 92-99) en sus extremos cónicos (7-10; 57-60; 88-91, 94-97).

16. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que dichas vías eléctricas (2a, 3a, 11, 12; 52a, 53a, 11, 12; 86-91, 98, 99; 2e, 3e, 11, 12; 52e, 53e, 11, 12; 92-99) tienen una longitud ($C + 2 * D$), medida a lo largo del eje longitudinal (X), comprendida entre la diferencia de la longitud (L1), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de la porción separada (210-212) de dichos dos cables de CA (201-203) menos la longitud (L3), medida a lo largo del eje longitudinal (X), de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210), y la suma de dicha longitud (L1) de la porción separada (210-212) de dichos dos cables de CA (201-203), más dicha longitud (L3) de una de las porciones divergentes o convergentes (211, 212) de dicha porción separada (210-212).

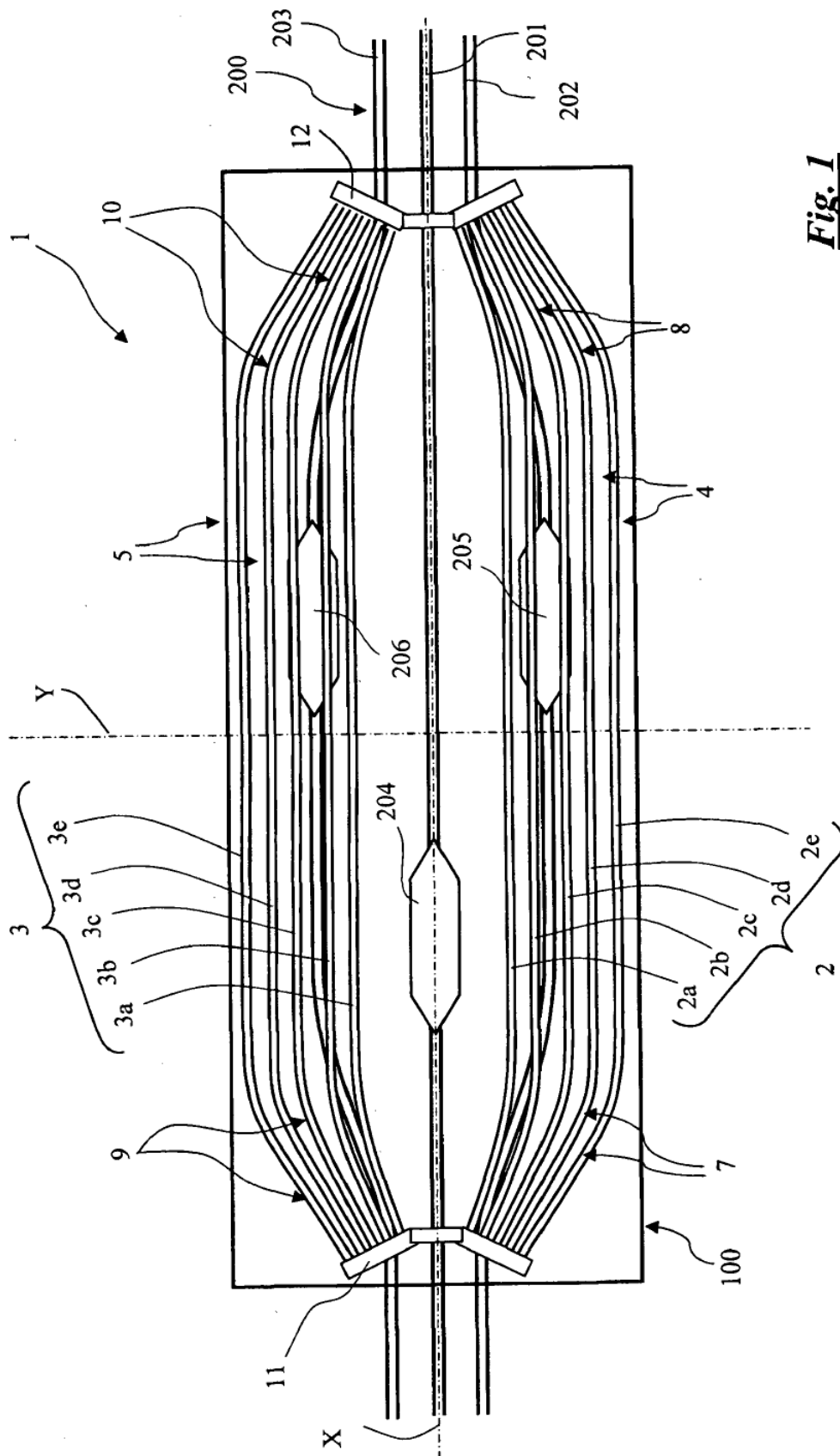


Fig. 1

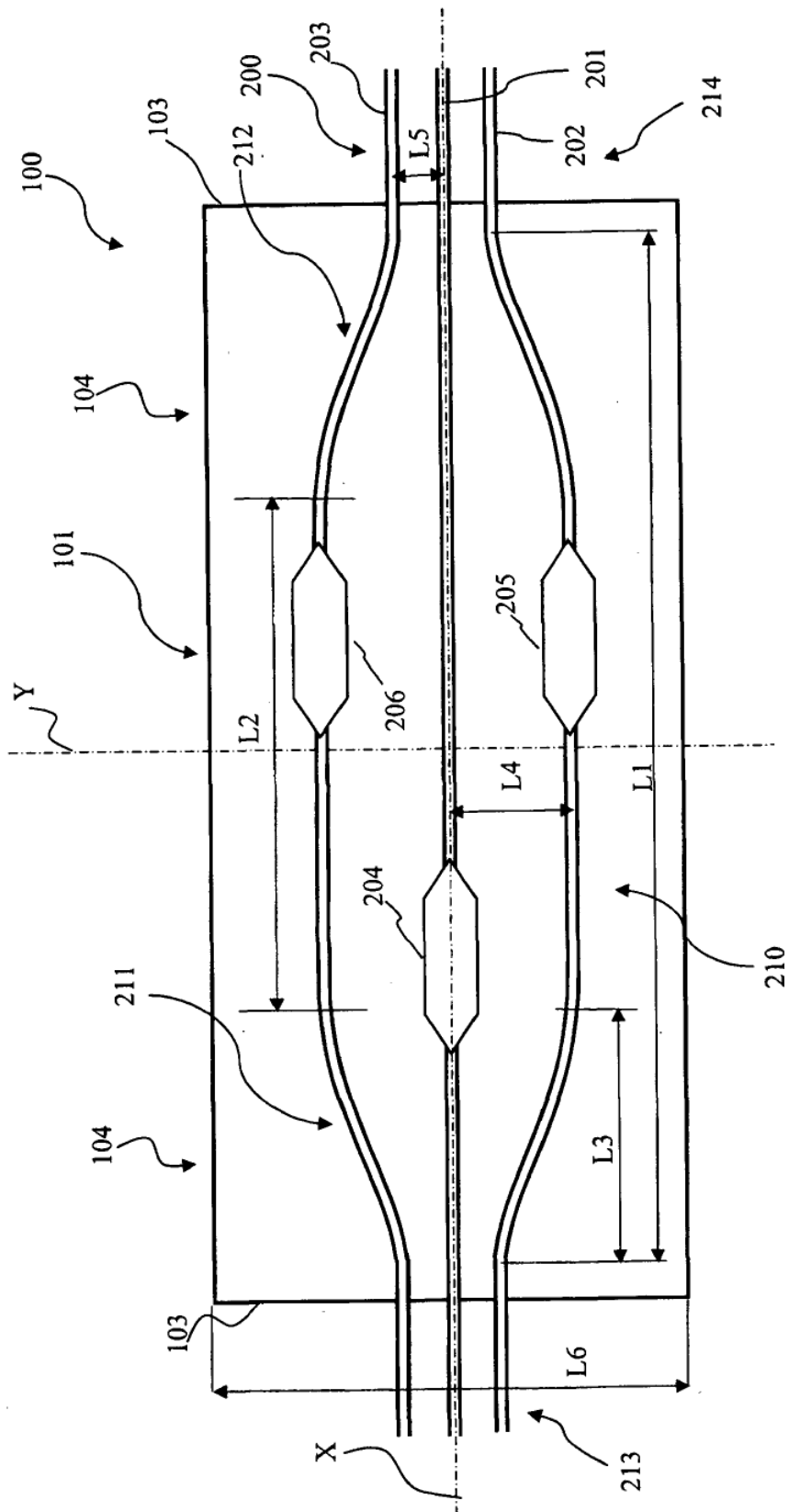


Fig. 2

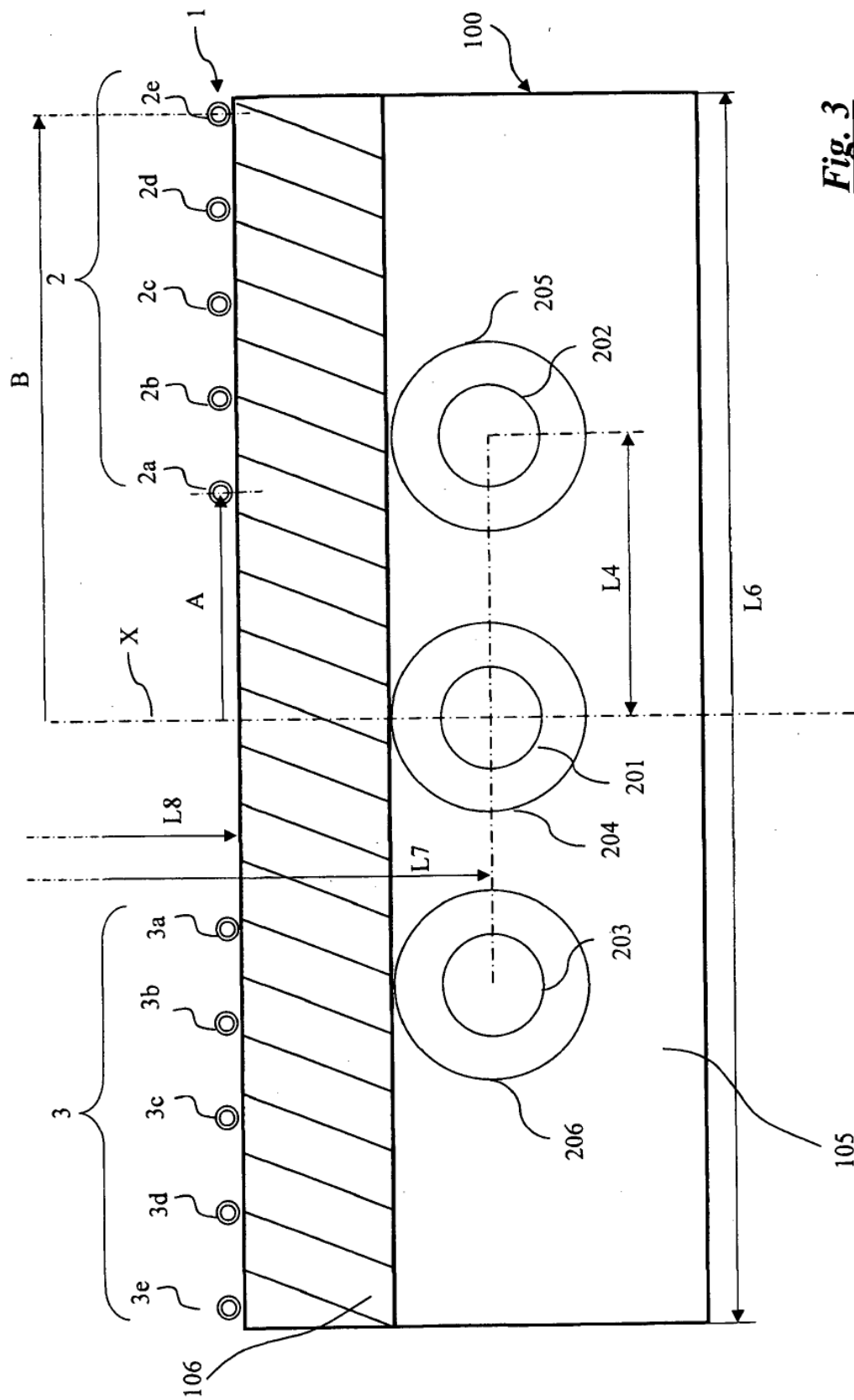


Fig. 3

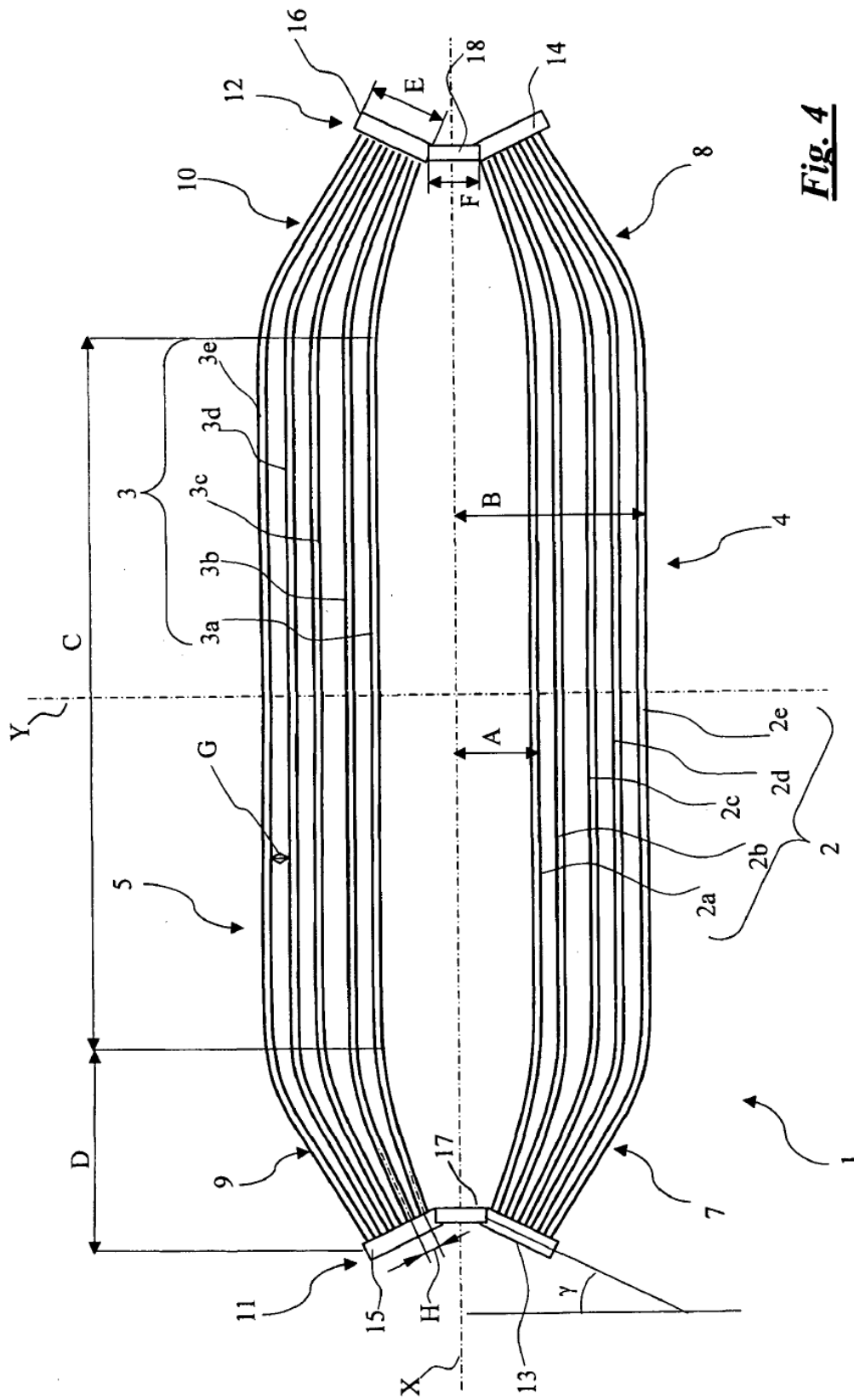
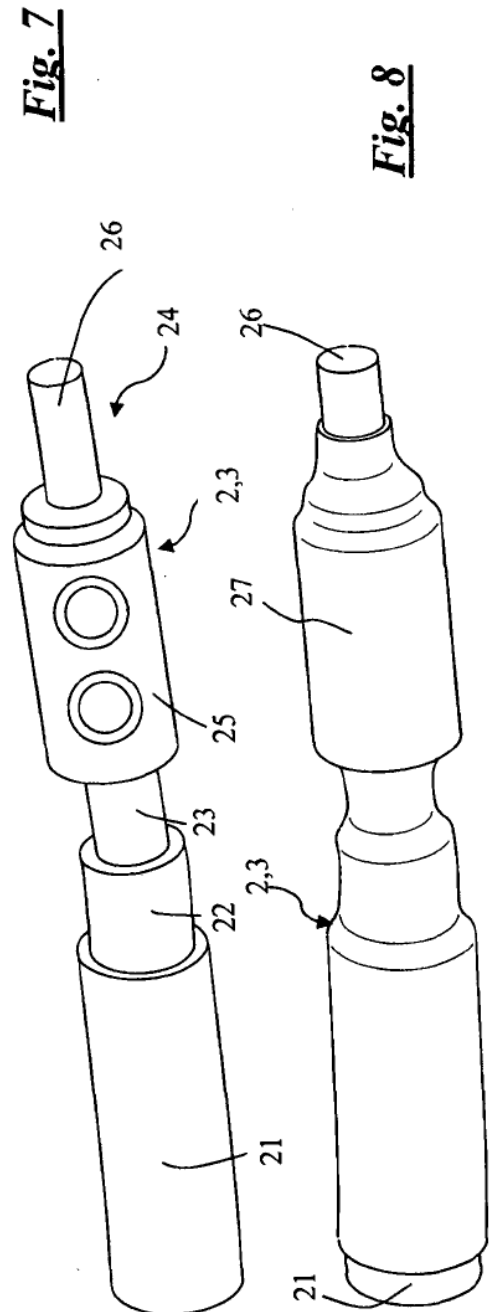
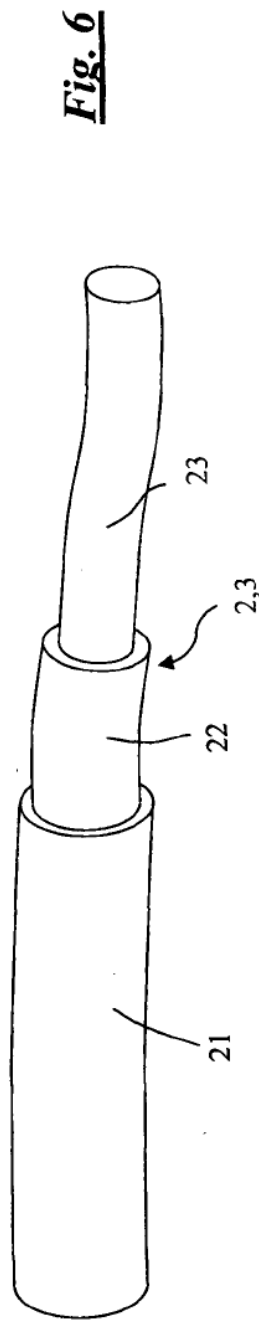
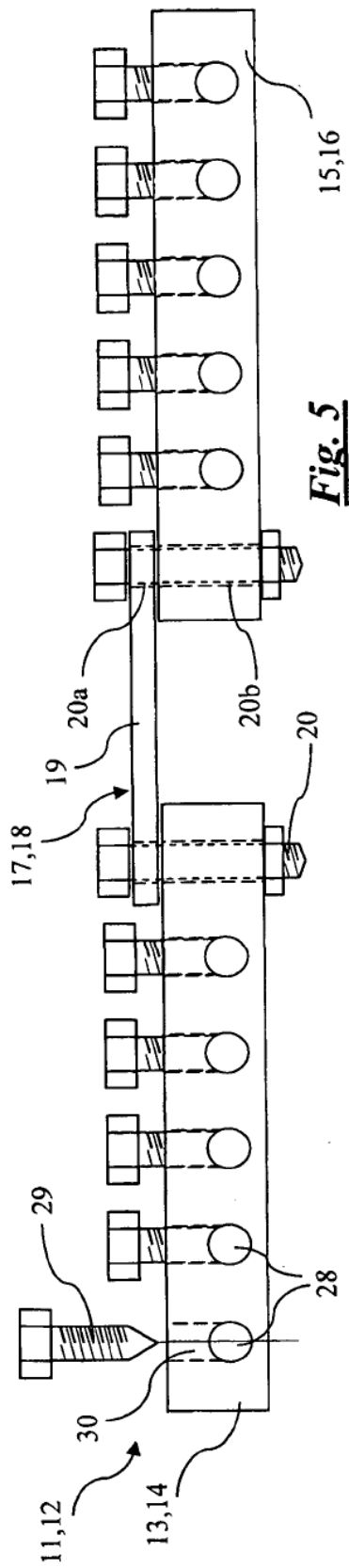


Fig. 4



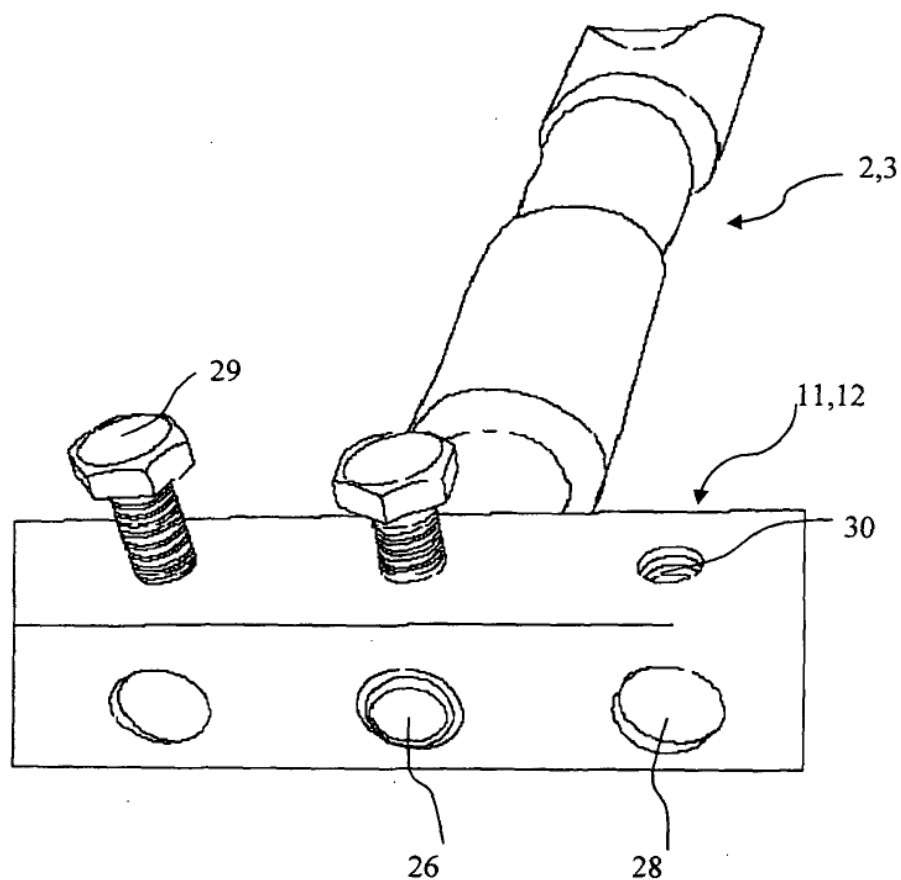


Fig. 9

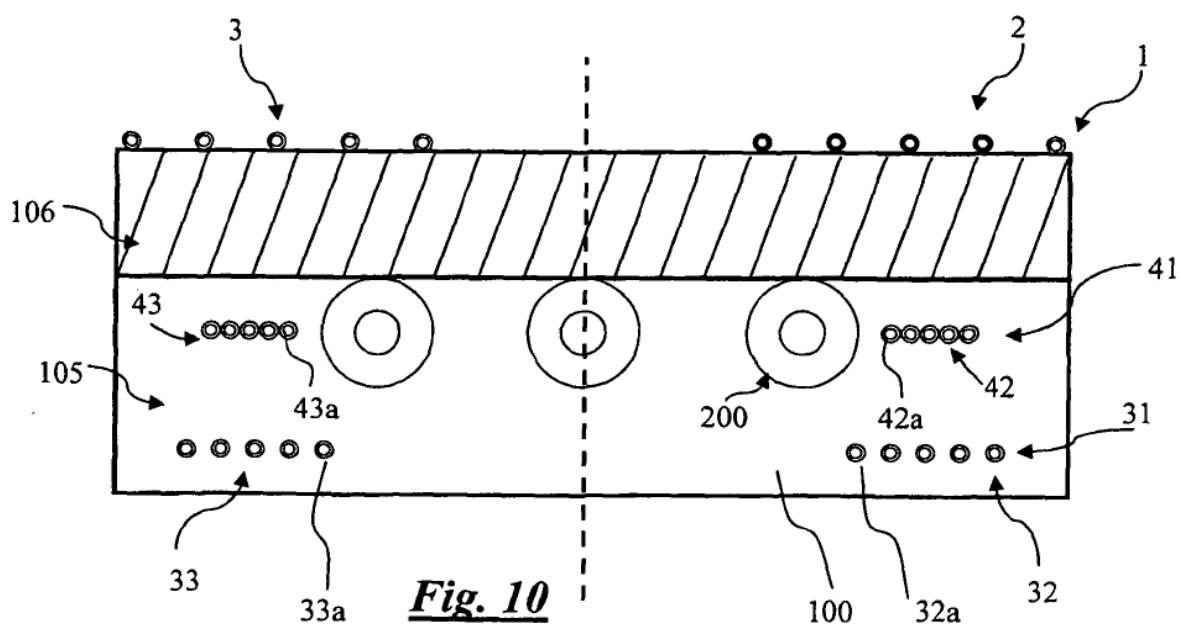


Fig. 10

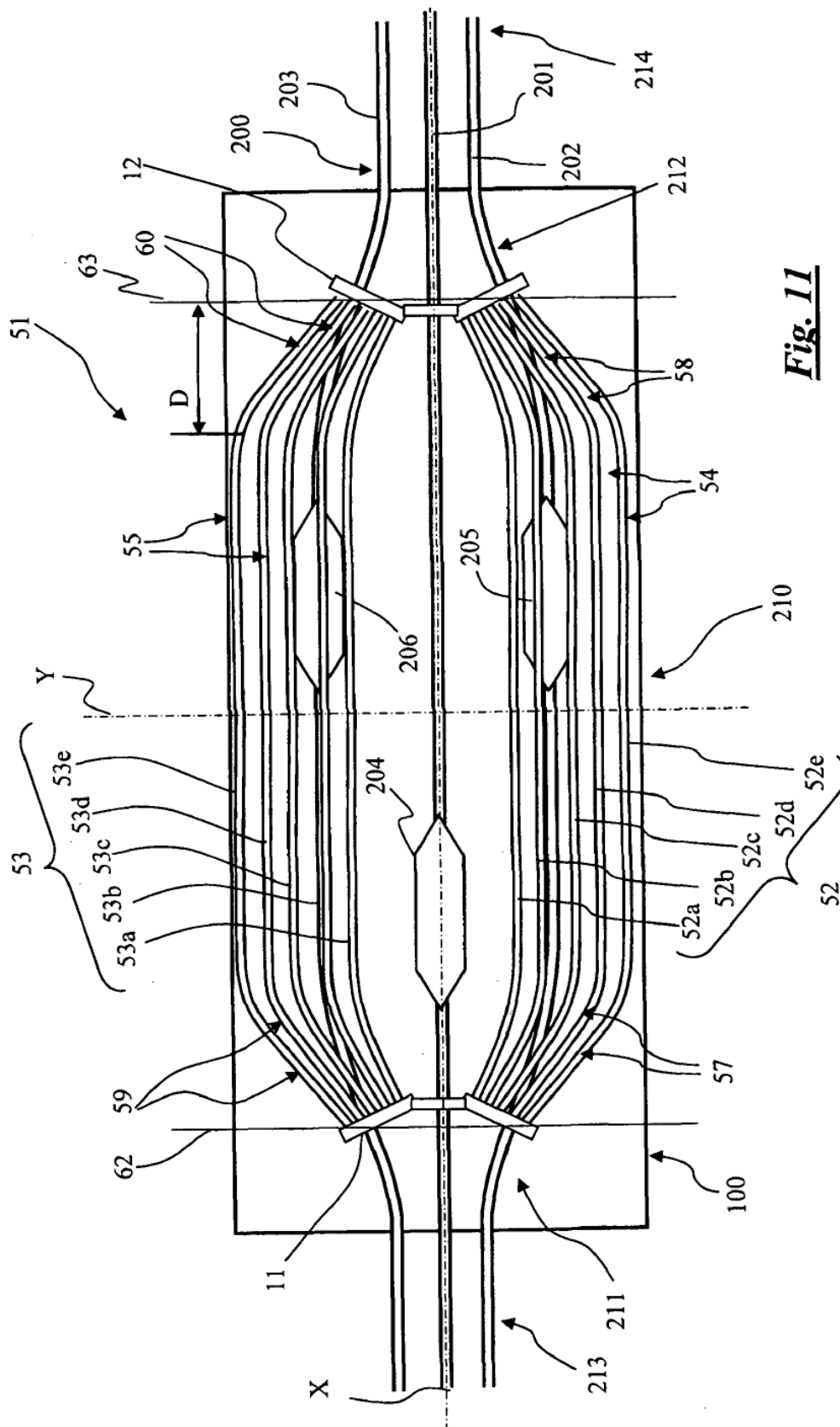


Fig. 11

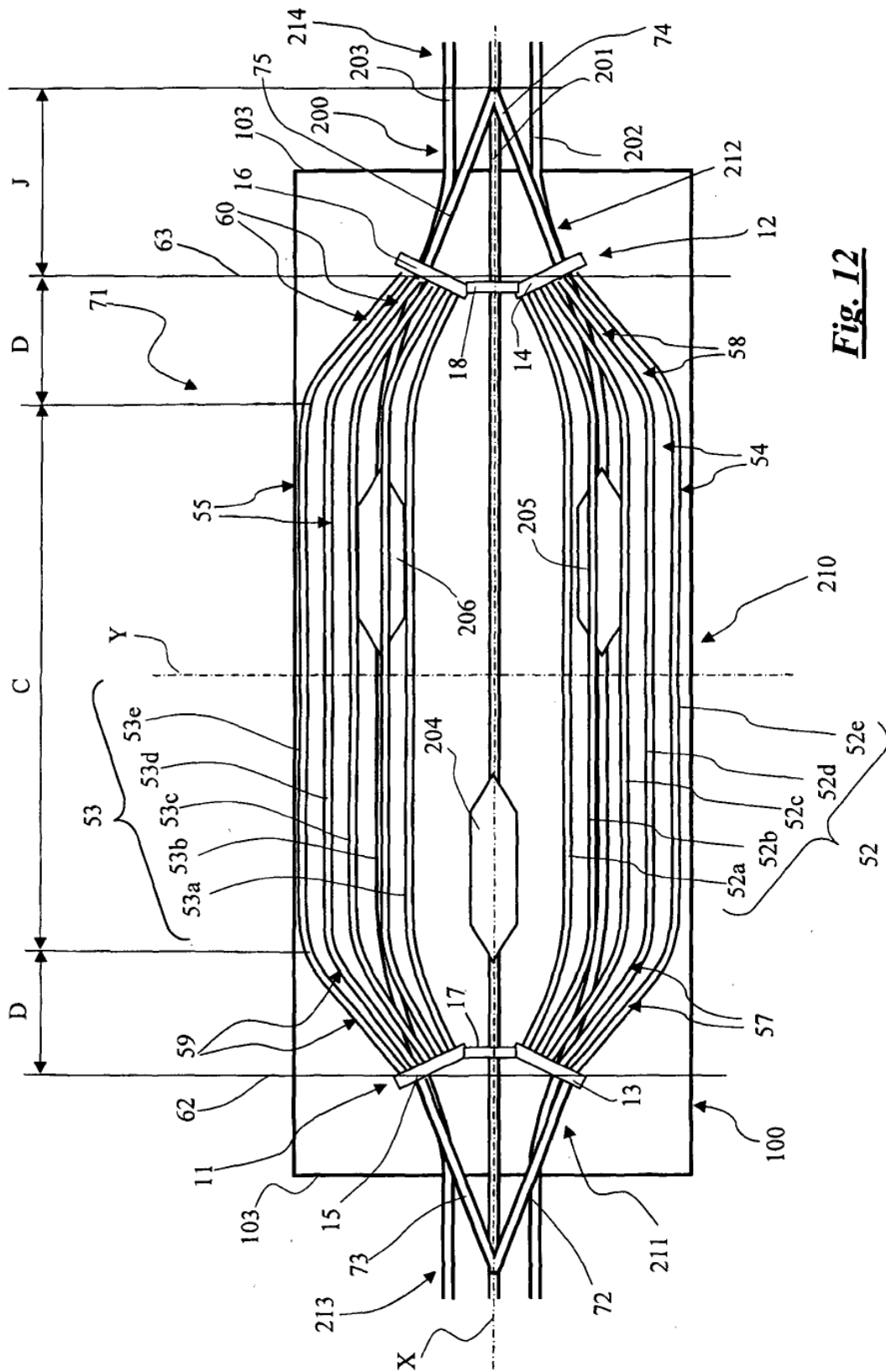


Fig. 12

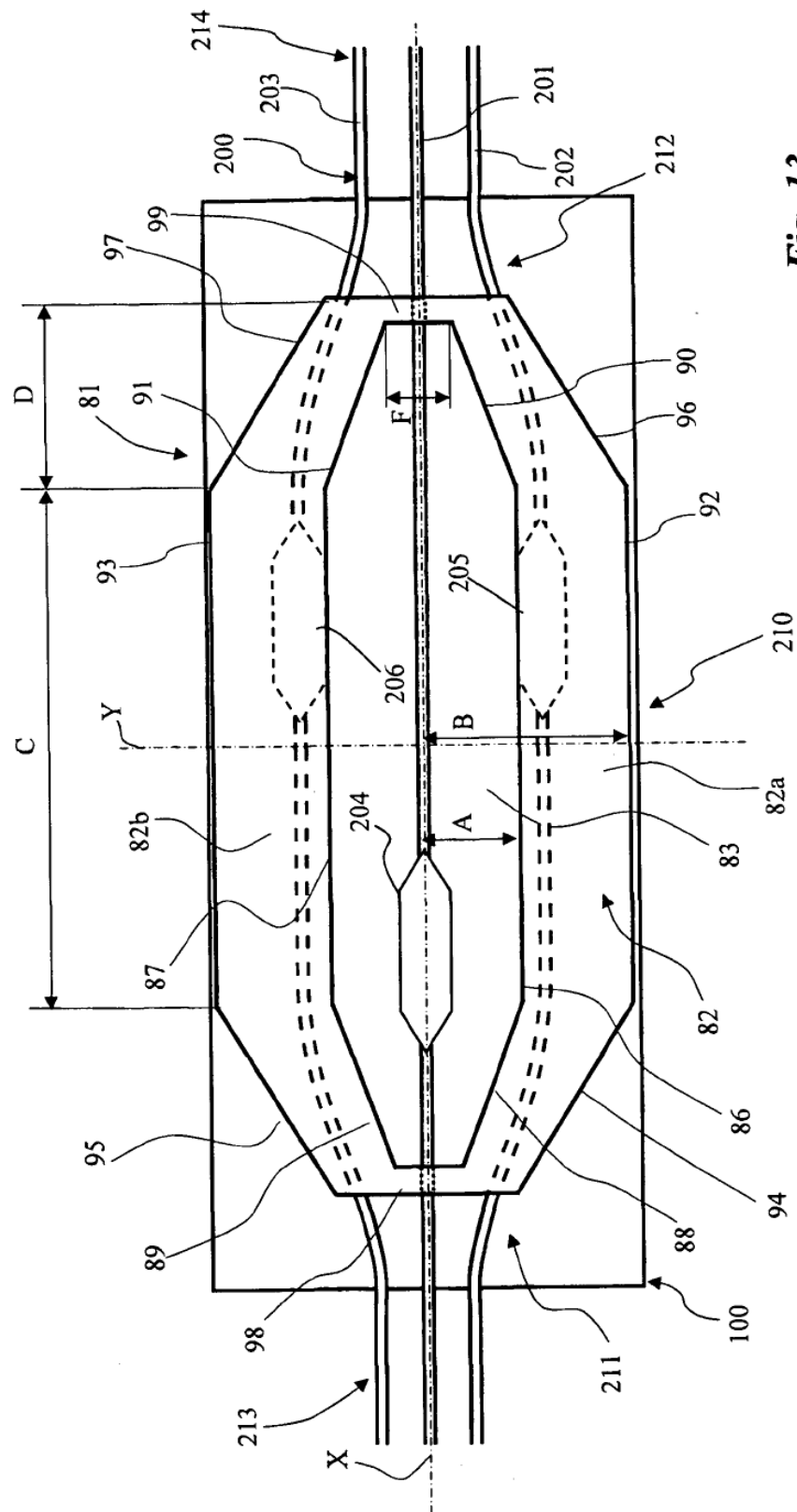


Fig. 13

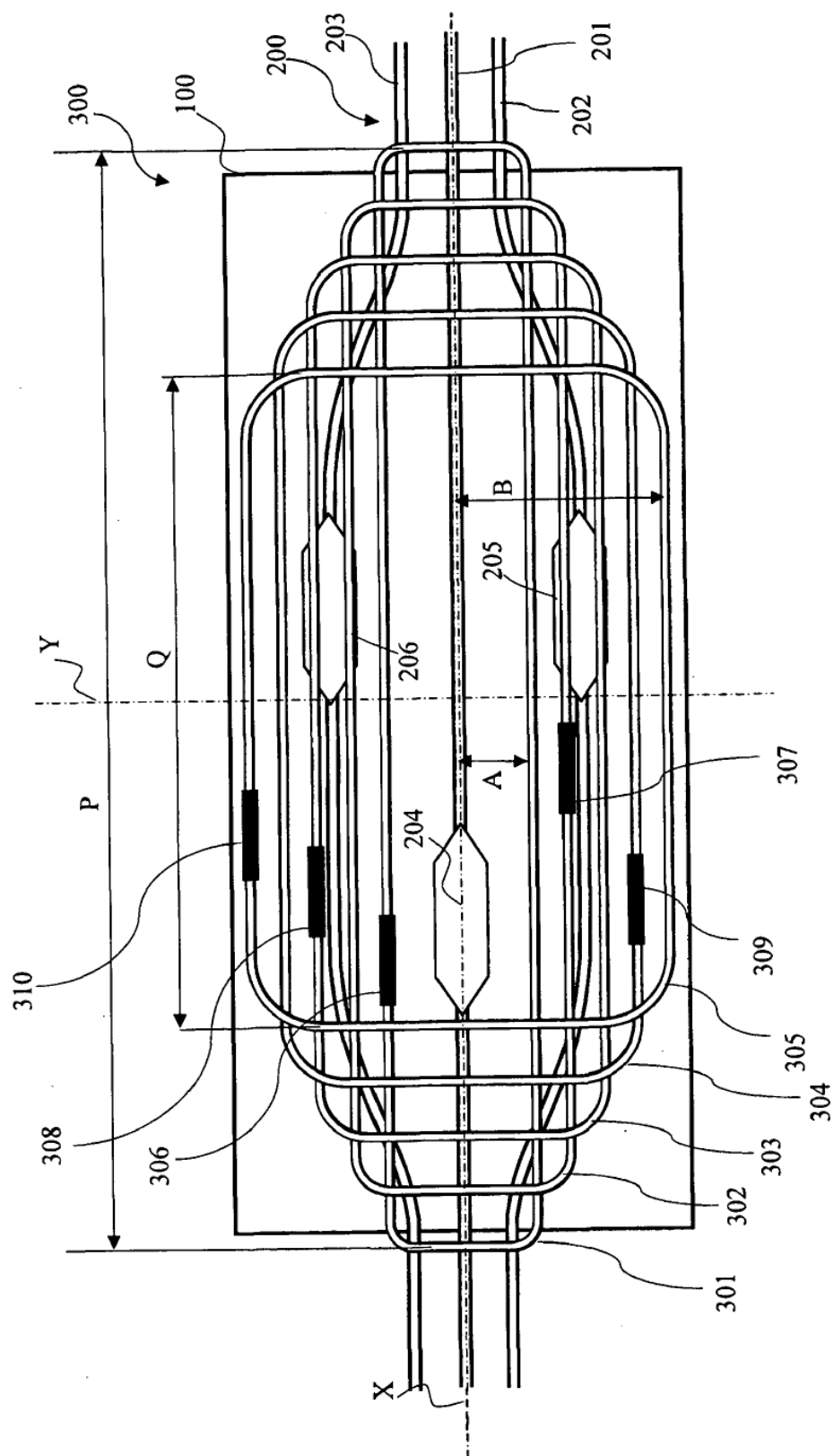


Fig. 14

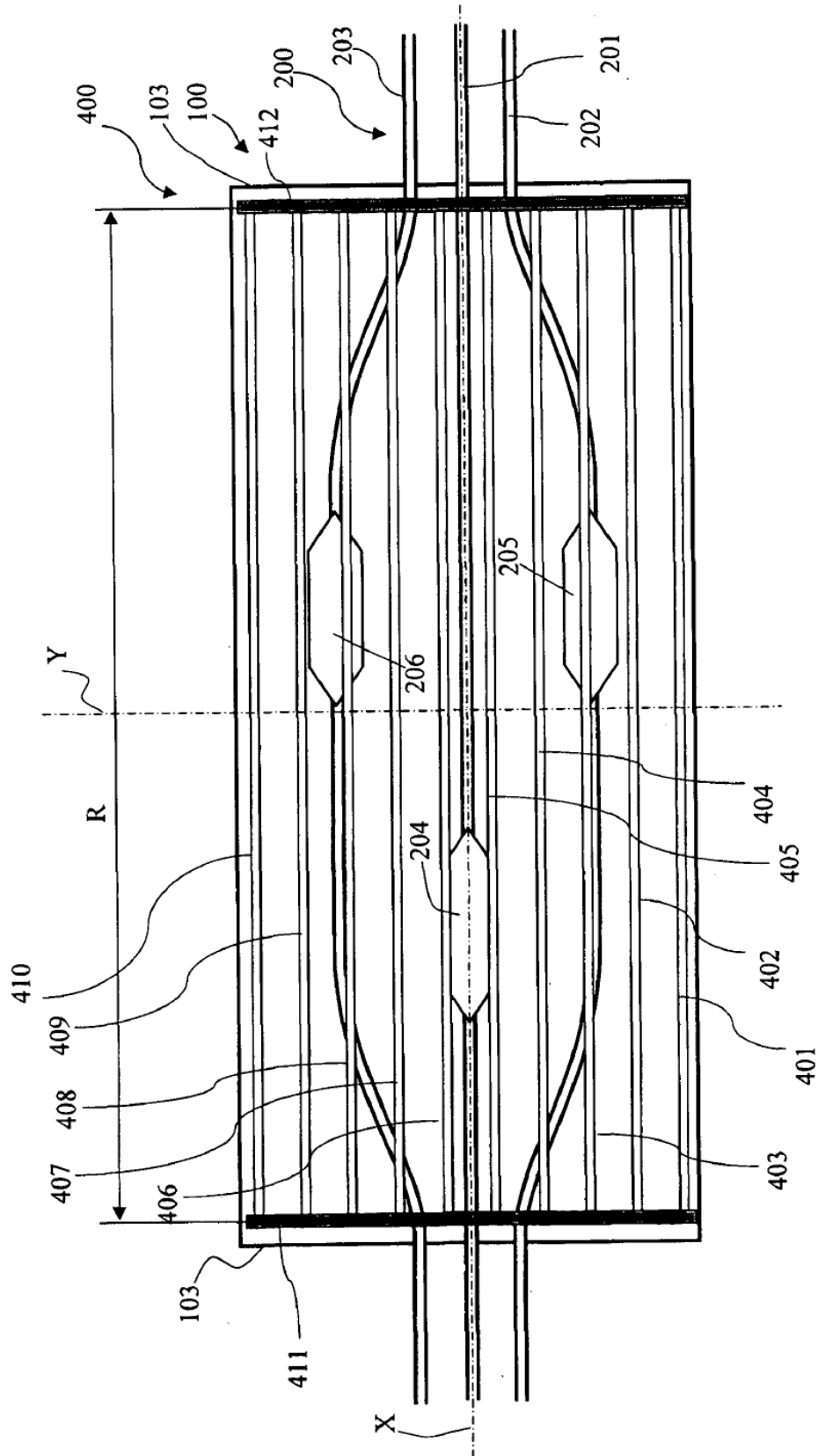


Fig. 15

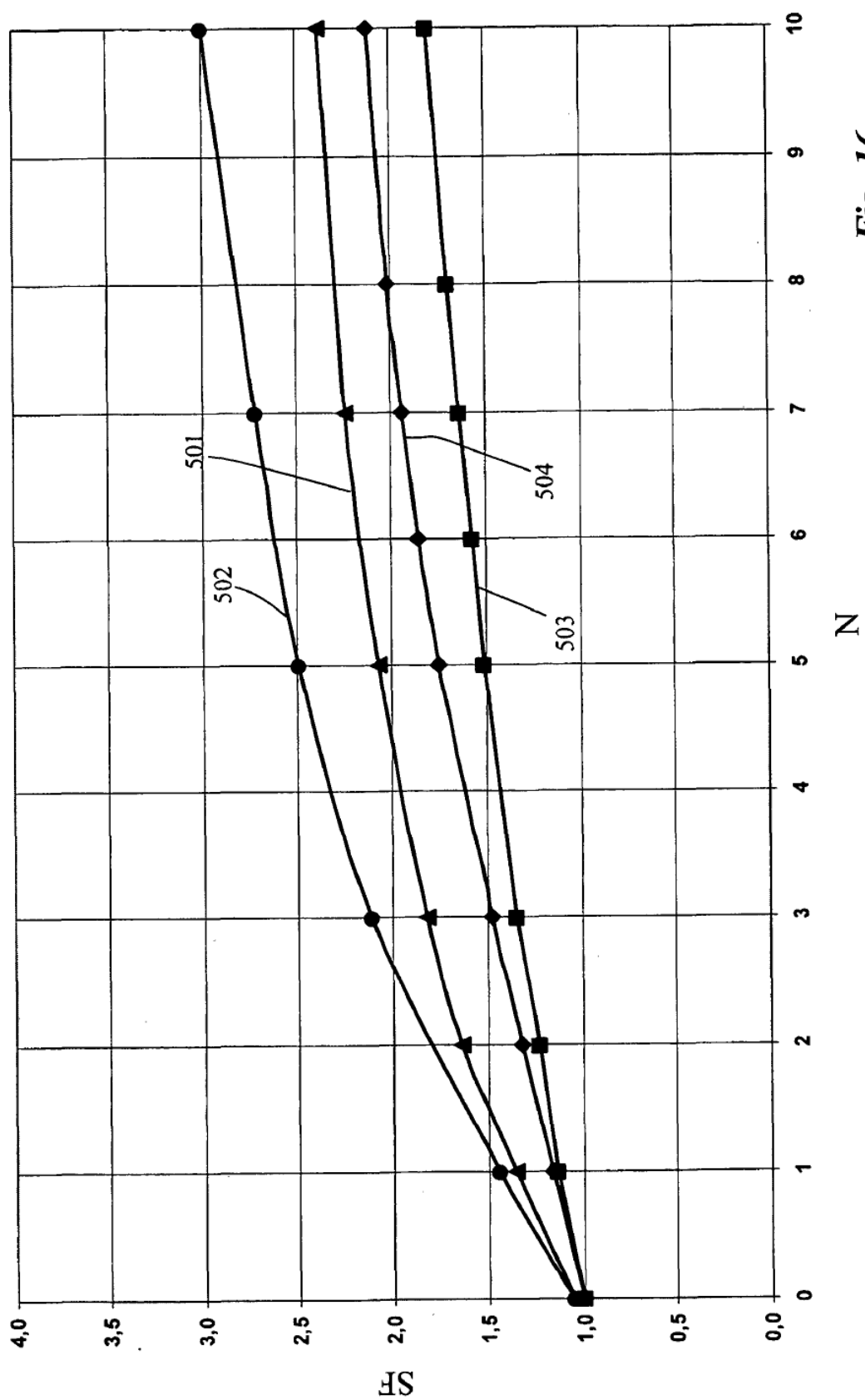


Fig. 16

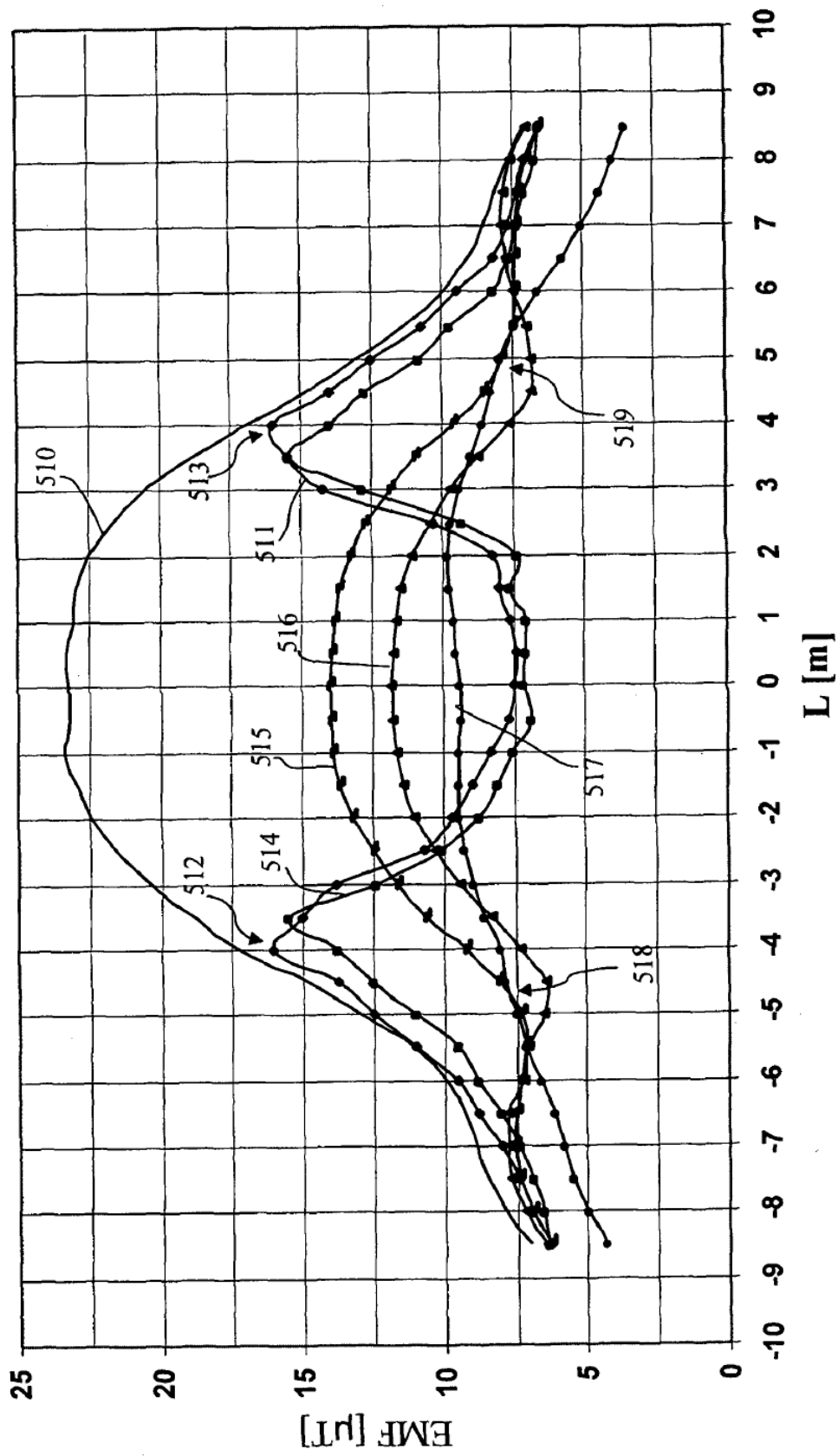


Fig. 17