(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 351 997**

(51) Int. Cl.:
H04B 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **00403195 .1**
(96) Fecha de presentación : **16.11.2000**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1104117**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **30.05.2001**

(54) Título: **Instalación de radiocomunicación que presenta cables con pérdidas como elementos radiantes.**

(30) Prioridad: **26.11.1999 FR 99 14904**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.02.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.02.2011

(73) Titular/es: **EADS SECURE NETWORKS**
1, boulevard Jean Moulin
ZAC de la Clef Saint Pierre
78990 Elancourt, FR

(72) Inventor/es: **Ferlay, Jean-Pierre**

(74) Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

La presente invención se refiere al campo de la radiocomunicación celular, y más particularmente a los aspectos ligados al funcionamiento de las redes celulares en unos entornos cerrados o subterráneos, tales como unos túneles.

En un sistema de radiocomunicación celular, cada célula está servida por una estación de base. A su puesta en tensión, una estación móvil selecciona la estación de base con la cual la conexión de radio es la mejor. Cuando la estación móvil se desplaza cambiando de célula, la misma puede reseleccionar otra estación de base. Esta selección/reselección se efectúa con la ayuda de una señal de baliza que cada estación de base difunde sobre una frecuencia particular.

En numerosos sistemas, el cambio de célula puede también tener lugar en el curso de la comunicación, por el proceso llamado “handover” (transferencia automática intercelular). La estación de base que asegura la conexión de radio con la estación móvil le comunica unos datos que identifican los canales sobre los cuales las estaciones de base de las células vecinas emiten sus señales de baliza. Esta indicación puede consistir en una lista de frecuencias portadoras respectivamente de las señales de baliza de las células vecinas. Paralelamente con la comunicación, la estación móvil vigila estas frecuencias. Una comparación entre las condiciones de recepción en la célula de servicio y en las células vecinas permite decidir en qué momento el cambio de célula debe ser efectuado. Según los sistemas, esta decisión es tomada o bien a nivel de las estaciones móviles, o bien a nivel de la infraestructura fija.

En unos entornos confinados, en los que las ondas radioeléctricas se propagan mal, la continuidad de los servicios de radiocomunicación celular está a veces asegurada por medio de cables radiantes instalados lo largo de las zonas donde el servicio debe estar asegurado. Estos cables son generalmente de tipo coaxial, con un blindaje exterior imperfecto de manera que las pérdidas de radiación aseguren la cobertura de radio en la zona interesada. Son en particular utilizados en unos túneles ferroviarios. En el ejemplo del metro, las estaciones de base del sistema celular están dispuestas en unas estaciones, típicamente distantes de 500 a 1500 metros y conectadas a unos tramos de cables con pérdidas que se extienden a lo largo de los túneles que separan las estaciones.

La utilización de los cables con pérdidas plantea un problema para los

procedimientos de handover, dado que el campo difundido por dicho cable se desvanece brutalmente en los extremos del cable. Los tramos de cable sucesivos están habitualmente colocados extremo con extremo, de tal manera que sólo existe un recubrimiento muy pequeño de las células en las fronteras. En estas condiciones, la estación móvil no tiene tiempo de efectuar las mediciones requeridas sobre el señal de baliza de la célula vecina a fin de poder ejecutar el handover, tanto menos cuando la velocidad de desplazamiento del móvil es generalmente elevada (en el caso del metro, la frontera entre dos células se encuentra típicamente en el centro de un túnel que separa dos estaciones, es decir en un punto donde los metros circulan a plena velocidad). Se corre el riesgo por tanto de que se produzca un corte de comunicación debido al hecho de que la estación móvil no ha podido efectuar las mediciones requeridas antes de entrar en la nueva célula.

Para evitar este problema, el documento WO 97/ 16892 propone actuar de manera que los tramos de cables sucesivos relativos a dos células vecinas se solapen sobre una cierta longitud en la frontera de estas células, estando provisto uno de los dos tramos de un atenuador dispuesto de manera que atenúe la radiación de uno de los dos cables en la zona de solapamiento. Esta atenuación es tal que la estación móvil pueda continuar comunicando con la estación de base que alimenta el cable provisto del atenuador cuando se dirige hacia la otra célula, efectuando al mismo tiempo las mediciones necesarias para la ejecución del handover sobre la señal de baliza emitida sin atenuación desde la otra célula. Este procedimiento tiene por inconveniente que el nivel de las señales, ya bajo en los extremos de los tramos de cable antes de atenuación, resulta prácticamente inutilizable una vez atenuada, a menos que el solapamiento entre los tramos sea relativamente importante. Pero el coste de la instalación es elevado si el solapamiento es importante, teniendo en cuenta el precio de los cables con pérdidas. Además, el procedimiento es unidireccional: en el caso de un túnel en el cual los trenes circulan en los dos sentidos, los handovers sólo se hacen posibles en un solo sentido. Además, la instalación necesita unas intervenciones en medio de los túneles si la red ferroviaria está equipada con cables con pérdidas preexistentes, lo que complica su colocación.

Otro inconveniente de esta solución es que la atenuación se aplica a todas las señales llevadas por los cables. Ahora bien, estos cables soportan a menudo varios servicios el radio comunicación, proporcionados según unos sistemas celulares diferentes y/o regidos por unos operadores diferentes. El procedimiento no conviene cuando

solamente un operador desea aplicarlo.

Un objetivo de la presente invención consiste en evitar los inconvenientes anteriores a fin de facilitar el handover entre dos células vecinas en un entorno cerrado o subterráneo tal como un túnel.

Según la invención, se ha propuesto una instalación de radiocomunicación, que comprende unos tramos de cables con pérdidas dispuestos en sucesión a lo largo de una zona de cobertura de radio, y unos medios de alimentación de los tramos de cable desde unas estaciones de base de por lo menos de una red de radiocomunicación celular. Los medios de alimentación comprenden unos medios para suministrar unas primeras señales de radiofrecuencia procedentes de una primera estación de base de una red celular a un primer tramo de cable, unos medios para suministrar unas segundas señales de radiofrecuencia salidas de una segunda estación de base de dicha red celular a un segundo tramo de cable, adyacente al primer tramo, y unos medios para suministrar por lo menos una parte de las segundas señales de radiofrecuencia al primer tramo de cable.

El recubrimiento entre células vecinas está asegurado por medio de las señales inyectadas en los tramos de cables sucesivos. Esto proporciona una gran flexibilidad en la colocación de los medios que sirven para efectuar el handover en buenas condiciones. En particular, no es necesario intervenir en el interior del túnel, y la aplicación de la solución no se impone necesariamente a todas las señales transportadas por los cables. Esta solución no impone tampoco que los cables se solapen sobre unas longitudes significativas, lo que es interesante en términos de coste.

Para favorecer la selección de la mejor célula, dicha parte de las segundas señales de radiofrecuencia es preferentemente proporcionada al primer tramo de cable con una atenuación con respecto a las primeras señales de radiofrecuencia tales como las proporcionadas al primer tramo de cable.

En una forma de realización típica, el solapamiento de las células se efectúa de forma simétrica, es decir que los medios de alimentación comprenden también unos medios para suministrar por lo menos una parte de las primera señales de radiofrecuencia al segundo tramo de cable, preferentemente con una atenuación con respecto a la segundas señales de radiofrecuencia tales como las suministradas al segundo tramo de cable.

Según las aplicaciones, las señales de radiofrecuencia (RF) de una célula, suministradas al tramo de cable más próximo a la célula vecina pueden comprender la

totalidad de las señales emitidas por esta célula, o una parte solamente, a saber la frecuencia que lleva la señal de baliza de la célula vecina.

La instalación comprenderá generalmente unos medios de recogida de las señales de radio captadas por los tramos de cables con pérdidas. En una forma de realización ventajosa, estos medios de recogida comprenden unos medios para suministrar unas terceras señales de radiofrecuencia procedentes del primer tramo de cable a la primera estación de base, y unos medios para suministrar por lo menos una parte de dichas terceras señales de radiofrecuencia a la segunda estación de base.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción siguiente de los ejemplos de las formas realización no limitativos, haciendo referencia a los planos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es un esquema sinóptico de una instalación según la invención;
- las figuras 2 y 3 son unos esquemas de dispositivos de acoplamiento y de amplificación de la instalación de la figura 1; y
- la figura 4 es un esquema de un dispositivo de acoplamiento utilizable en una variante de la instalación.

La figura 1 ilustra esquemáticamente el desplegamiento de una red celular de radiocomunicación a lo largo de una línea de metro que comprende unas estaciones 1-4 separadas por unos túneles 8.

Unas estaciones de base (BTS) de la red celular están dispuestas en algunas de las estaciones 1-4. Las antenas de estas estaciones de base 5,6 están constituidas por unos tramos de cable con pérdidas 11-14 dispuestos unos a continuación de los otros a lo largo de la línea de metro, a fin de ofrecer una cobertura de radio en el interior de los túneles 8. Están por ejemplo suspendidas de la bóveda de los túneles 8. Cada BTS 5,6 puede estar asociada a varios tramos de cable con pérdidas, respectivamente 11-12 y 13-14. La célula servida por esta BTS 5,6 corresponde a la zona de cobertura de radio de los diferentes tramos de cable que le están asociadas. En la ilustración de la figura 1, la línea A esquematiza la frontera entre las células respectivamente servidas por las BTS 5 y 6.

La etapa radio de cada BTS 5,6 está conectada a un acoplador-multiplexador RF/FO 15,16 que actúa como interfaz con un haz 25,26 de fibras ópticas (FO). Para el sentido descendente (“downlink”), este acoplador-multiplexador RF/FO 15,16 recibe la

señal de radiofrecuencia S_D,S'_D suministrada por la BTS 5,6, la traduce en forma de modulación luminosa, y la difunde N veces sobre unas fibras ópticas del haz 25, 26, designando N el número de tramos de cable con pérdidas asociados a las BTS 5, 6.

Cada tramo de cable 11-14 está alimentado por un cable coaxial respectivo 21-24 conectado a un dispositivo de acoplamiento y de amplificación 31-34. En una disposición típica, cada uno de los dispositivos 31-34, el cable de alimentación correspondiente 21-24 y el punto de inyección (conexión del cable de alimentación 21-24 al tramo de cable con pérdidas 11-14) se encuentran en una estación del metro 1-4.

Para el sentido ascendente ("uplink"), el dispositivo 31-34 traduce la señal RF recogida por el tramo de cable 11-14 en forma de una modulación luminosa transmitida sobre una fibra óptica hasta el acoplador-mutiplexador 15,16 interesado. Este combina las señales uplink salidas de las diferentes tramos de cables con pérdidas asociados a su BTS 5, 6 para formar la señal de radiofrecuencia S_U, S'_U dirigida a esta.

La figura 2 ilustra de forma más detallada la estructura del dispositivo 31 de la figura 1, en un caso particular en el que las señales de radio S_D, S_U emitidas y recibidas por las BTS son unas señales con multiplexado frecuencial (FDMA, "Frecuency Division Multiple Access"). En el ejemplo representado, cuatro frecuencias son utilizables en cada sentido por la BTS, a saber tres frecuencias para soportar unos canales de tráfico y una frecuencia para soportar un canal de control. A cada canal de tráfico o de control descendente corresponde, sobre otra frecuencia, un canal de tráfico o de control ascendente. El canal de control descendente soporta en particular una señal de baliza propia de la célula servida, que permite a las estaciones móviles seleccionar la estación de base y efectuar las mediciones requeridas para el handover. En el ejemplo considerado, una fibra óptica está dedicada a la transmisión de una frecuencia particular, de manera que el tramo 38 del haz de fibras ópticas 25 que une el dispositivo 31 al acoplador-mutiplexador 15 de la célula se comprende ocho fibras.

Para cada fibra, un acoplador FO/RF elemental 40,41 asegura la traducción entre la modulación radioeléctrica del lado del cable coaxial 21 y la modulación luminosa del lado de la fibra. Unos amplificadores RF 42,43 están dispuestos corriente abajo de los acopladores elementales 40 en el sentido descendente y corriente arriba de los acopladores elementales 41 en el sentido ascendente, para asegurar los niveles adecuados de las señales. Las señales de salida de los amplificadores 42 son combinadas para reformar la señal de radiofrecuencia S_D enviada al cable con pérdidas

11 por medio del cable de alimentación 21. La señal ascendente S_U captada por el tramo de cable con pérdidas 11 es distribuida a las entradas de los amplificadores 43 desde el cable 21.

Este sistema de distribución de las señales define la célula como la yuxtaposición de las zonas alargadas cubiertas por los tramos de cables sucesivos 11-12 así conectados con la BTS 5 Un sistema de distribución parecido puede estar previsto en cada célula a lo largo de la línea de metro. El número de tramos de cables con pérdidas puede variar de una célula a otra. Cuando existe un solo tramo de cable para una célula las fibras ópticas y los acopladores no son necesarios, pudiendo la salida RF de la BTS atacar directamente el tramo de cable.

Se apreciará que otras disposiciones son posibles para distribuir las señales entre las BTS y los tramos de cable. En particular, algunas fibras ópticas podrían, de manera conocida, transportar varias frecuencias o alimentar en serie varios dispositivos de acoplamiento y de amplificación en el sentido descendente.

En el ejemplo de la figura 1, el tramo de cable 12 se encuentra en la zona de la célula servida por la BTS 5 que es la más próxima a la célula servida por la BTS 6, y el tramo de cable con pérdidas 13 se encuentra en la zona de la célula servida por la BTS 6 que es la más próxima a la célula servida por la BTS 5.

Se toman unas disposiciones para que la señal de baliza salida de la BTS 6 sea además difundida por el tramo de cable 12, y para que la señal de baliza procedente de la BTS 5 sea además difundida por el tramo de cable 13, siendo estas señales de baliza entonces difundidas con una atenuación con respecto a las otras señales. Esto permite a una estación móvil 44 servida por la BTS 5 y que se encuentra al alcance del tramo de cable 12, mientras que se dirige en dirección a la célula vecina, captar la señal de baliza de esta última a fin de prepararse al handover.

Para realizar este solapamiento parcial entre células, una fibra óptica 36 del haz 26, que lleva la señal de baliza de la BTS 6, está conectada al dispositivo de acoplamiento y de amplificación 32 situado en la estación 2. Simétricamente, una fibra óptica 35 del haz 25, que lleva la señal de baliza de la BTS 5, está conectada al dispositivo 33 situado en la estación 3.

El dispositivo 32 está esquematizado en la figura 3. Presenta una estructura en una amplia medida idéntica a la del dispositivo 31 de la figura 2, utilizándose unas referencias numéricas idénticas para designar los elementos correspondientes. En el sentido

descendente, un acoplador elemental suplementario 46 traduce en forma radioeléctrica la modulación luminosa de la señal transmitida por la fibra óptica 36 salida del acoplador-multiplexador 26 de la célula vecina. A la salida de este acoplador elemental 46, un amplificador RF 47 amplifica la frecuencia del canal de control, que es combinada con la señal descendente S_D relativa a la BTS 5 para formar la señal S_D+ emitida por el tramo de cable con perdidas 12.

El amplificador 47 está regulado con una ganancia más baja que los amplificadores 42 de las otras frecuencias, a fin de que la señal de baliza de la célula vecina sea emitida con una potencia más baja que las señales de radio salidas de la BTS 5. Esto asegura que las estaciones móviles seleccionan la buena BTS en las zonas fronterizas.

En el ejemplo considerado anteriormente, en el que el sistema celular es de tipo FDMA, la difusión de la única frecuencia portadora la señal de baliza de la célula vecina en la zona extrema de la célula dada es suficiente para realizar el solapamiento de células que sirven para facilitar el handover. En otros tipos de sistema de radiocomunicación celular, puede ser necesario difundir en esta zona un tramo mayor, incluso la totalidad, de la señal formada por la estación de base de la célula vecina.

En la variante del dispositivo de acoplamiento y de amplificación 32 ilustrada por la figura 4, las fibras ópticas 38 conectadas al acoplador-multiplexador 15 de la célula de servicio pueden de transportar, en un sentido o en el otro, todas las frecuencias utilizadas por la BTS 5, teniendo los acopladores 40,41 y los amplificadores 42, 43 una anchura de banda suficiente. Asimismo, la fibra downling 36 puede transportar todas las frecuencias utilizadas por la BTS 6 de la célula vecina, de manera que el dispositivo 32 esté dispuesto para difundir, en la cobertura del tramo de cable 12, la totalidad de las señales de radio salidas de la BTS 6, con una atenuación regulada por la ganancia del amplificador 47. Además, la señal upling S_U, captada por el tramo 12 y el cable de alimentación 22, está dirigida a un amplificador RF suplementario 49 cuya salida está conectada a un acoplador RF/FO suplementario 48. A la salida del acoplador 48, la señal uplink amplificada es transportada hasta un acoplador-multiplexador 16 de la célula vecina por medio de otra fibra óptica 36.

La forma de realización de la figura 4 permite a la estación móvil dirigirse a la BTS de la célula vecina antes de que el handover haya terminado, lo que es útil en ciertos sistemas para transmitir la señalización. Esto puede también ser utilizado en los sistemas celulares que tienen un modo de macrodiversidad, es decir en los cuales una estación

móvil puede, cerca de las fronteras de células, comunicar simultáneamente con varias BTS.

Pueden introducirse diversas modificaciones en las formas de realización mencionadas anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención. Así, el recurso a un sistema de mutiplexado y de distribución con fibras óptica depende más de la arquitectura de una red celular particular que de las exigencias de la invención, que puede aplicarse también en el caso en que la antena de cada BTS consiste en una solo tramo de cable con pérdidas. De manera general, la invención encuentra aplicación cada vez que la red celular comprende unas células adyacentes que tienen unos cables con pérdidas como elementos radiantes.

Si los cables con pérdidas son utilizados para otros servicios de transmisión de radio, las señales RF que corresponden son mezcladas a nivel de los cables de alimentación 21-24, a la salida de los dispositivos 31-34. Esto proporciona una ventaja de flexibilidad puesto que el solapamiento de células propuesto sólo es establecido para el o los servicios que lo requieren.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de radiocomunicación, que comprende unos tramos de cable con pérdidas (11-14) dispuestos en sucesión a lo largo de una zona de cobertura de radio, y unos medios (15, 16, 21-26, 31-36) de alimentación de los tramos de cable desde unas estaciones de base (5-6) de por lo menos una red de radiocomunicación celular, comprendiendo los medios de alimentación unos medios (15, 25, 32) para suministrar unas primeras señales de radiofrecuencia (S_D) procedentes de una primera estación de base (5) de una red celular a un primer tramo de cable (12), y unos medios (16, 26, 33) para suministrar unas segundas señales de radiofrecuencia (S'_D) procedentes de una segunda estación de base (6) de dicha red celular a un segundo tramo de cable (13), adyacente al primer tramo, caracterizada porque los medios de alimentación comprenden además unos medios (36, 46, 47) para suministrar por lo menos una parte de las segundas señales de radiofrecuencia al primer tramo de cable (12).

2. Instalación según la reivindicación 1, en la que dicha parte de las segundas señales de radiofrecuencia es suministrada al primer tramo de cable (12) con una atenuación con respecto a las primeras señales de radiofrecuencia tales como las suministradas al primer tramo de cable.

3. Instalación según la reivindicación 1 ó 2, en la que los medios de alimentación comprenden además unos medios (35) para suministrar por lo menos una parte de las primeras señales de radiofrecuencia (S_D) al segundo tramo de cable (13), con una atenuación con respecto a la segundas señales de radiofrecuencia (S'_D) tales como las suministradas al segundo tramo de cable.

4. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que las segundas señales de radiofrecuencia (S'_D) son en su totalidad suministradas al primer tramo de cable (12).

5. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha parte de las segundas señales de radiofrecuencia (S'_D) suministrada al primer tramo de cable (12) está limitada a una frecuencia portadora de una señal de baliza de la segunda

estación de base (6).

6. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de alimentación (15, 25, 31, 32) están dispuestos para proporcionar las señales de radiofrecuencia (S_D) procedentes de por lo menos una de las primera y segunda estaciones de base (5) a varios tramos de cable adyacentes (11, 12).

7. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios de recogida de señales de radio captadas por los tramos de cable con pérdidas (11-14), en la cual los medios de recogida comprenden unos medios (41, 43) para proporcionar unas terceras señales de radiofrecuencia (S_U) procedentes del primer tramo de cable (12) a la primera estación de base (5), y unos medios (48, 49) para proporcionar por lo menos una parte de dichas terceras señales de radiofrecuencia (S_U) a la segunda estación de base (6)

8. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichos tramos de cable con pérdidas (11-14) se extienden en unos túneles (6) y los medios de alimentación están dispuestos fuera de los túneles.

- - -

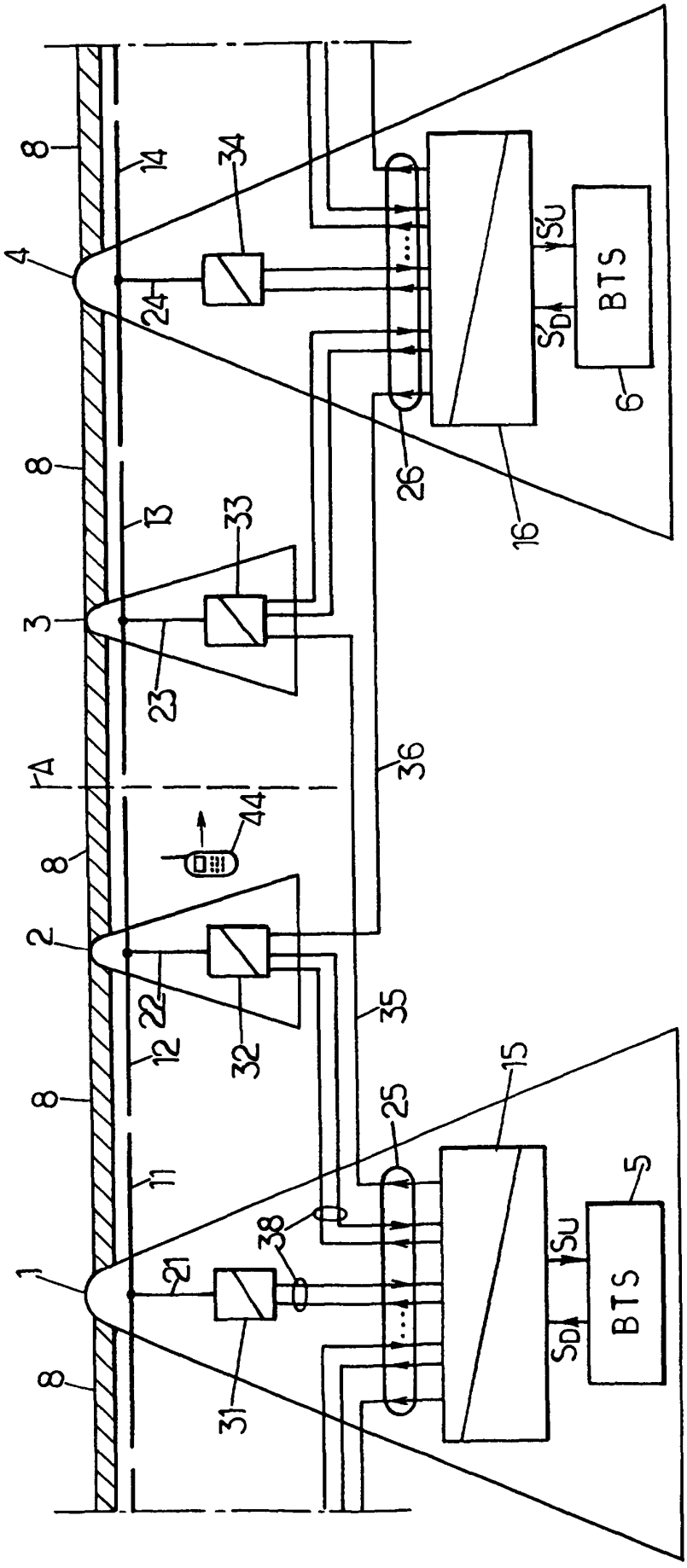
BTS
BTS
SU
SD
SU
SD
RA
1
2
3
4
5
6
8
11
12
13
14
15
16
21
22
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
38
44

FIG.1.

FIG.2.

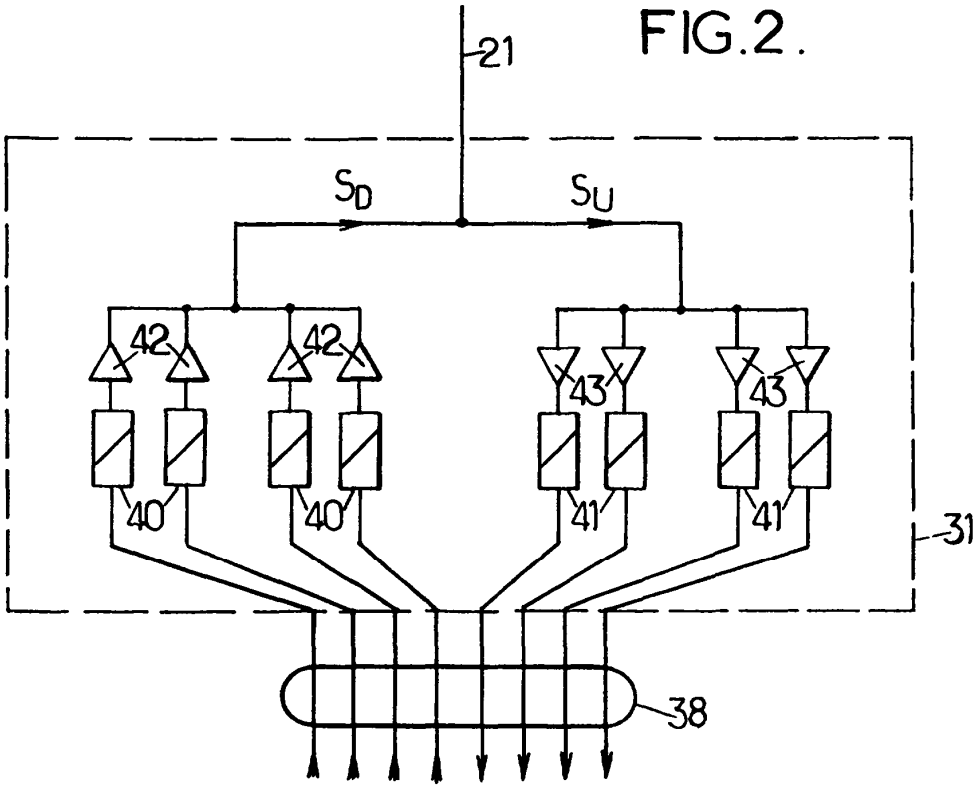
21
S_D
S_U
42
42
43
43
40
40
41
41
31
38

FIG.3.

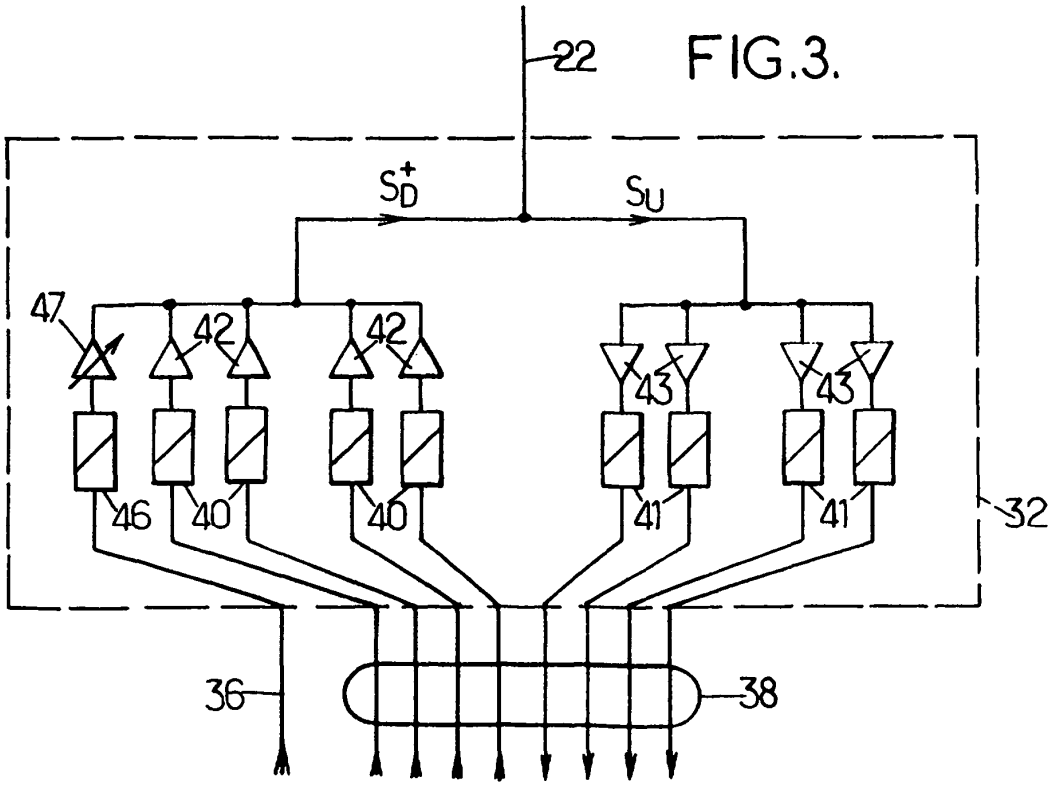
22
S_D^+
S_U
47
42
42
43
43
46
40
40
41
41
32
36
38

FIG.4.

