

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 401**

51 Int. Cl.:

H04W 92/20 (2009.01)

H04B 7/02 (2006.01)

H04L 12/46 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 8/26 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2010 E 10178477 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2434835**

54 Título: **Datos y señalización de transmisión multipunto coordinada, CoMP en la interfaz X2 utilizando un identificador VLAN adicional**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2013

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**KREHER, WOLFGANG;
MÜLLER, JÜRGEN;
JUNGNICKEL, DR. VOLKER;
JAECKEL, STEPHAN;
BAUERMEISTER, FRANK;
FORCK, FRANK y
HAUSTEIN, DR. THOMAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 426 401 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

Datos y señalización de transmisión multipunto coordinada, CoMP en la interfaz X2 utilizando un identificador VLAN adicional

5 La presente invención proporciona un método de comunicaciones de móviles así como una estación base y un sistema en una red que usa una transmisión multipunto coordinada, CoMP, comprendiendo la red un grupo de estaciones base que prestan servicio a una pluralidad de terminales móviles y conmutadores de Ethernet habilitados para Redes de Área Local Virtuales, VLAN.

Antecedentes de la invención

10 En las redes de móviles, la interferencia entre células es el factor limitativo. En la Fig. 1, se muestra la evolución de esquemas de reducción de interferencias desde la segunda a la cuarta generación de redes de móviles. En la 2ª generación (2G: GSM), se reutiliza la misma frecuencia únicamente en células distantes. A este esquema sencillo se le denomina reutilización de frecuencia. Naturalmente, la intensidad de la señal se reduce en función de la distancia, y de esta manera, en la célula en cuestión se recibe una interferencia mucho menor.

15 En la 3ª generación (3G: CDMA2000, WCDMA, 1xEVDO, HSDPA, HSUPA, LTE Rel. 8), se reutiliza la frecuencia en cada célula. Se recibe una interferencia entre células significativa especialmente en las fronteras de células entre sectores adyacentes y sectores encarados entre sí de emplazamientos adyacentes. Integrando múltiples antenas en estaciones base (BS) y terminales, se puede reducir la interferencia. En la estación base, se pueden seleccionar varios haces de entre un conjunto fijado. En el terminal, se puede usar la clásica combinación óptima [1], conocida también como combinación con rechazo de interferencia (IRC). Esto significa que la estación base y los terminales optimizan su transmisión y recepción espaciotemporal para reducir la interferencia no deseada de otras células. Recientemente se han desarrollado prerrequisitos esenciales para aplicar la IRC efectivamente en sistemas celulares basados en OFDM [7]. En particular, las células se harán funcionar de manera síncrona y se usarán señales piloto específicas de cada célula.

25 Estas dos características se han identificado recientemente también en el 3GPP para LTE Versión 10. Los terminales detectan la relación señal/interferencia selectiva en cuanto a frecuencia después de que sus ecualizadores informen así a la estación base sobre recursos de frecuencia en los que se ven menos expuestos a interferencias. Si esta información se retroalimenta a la estación base, el planificador puede asignar estos recursos selectivamente a los usuarios. Este planteamiento se ha indicado recientemente como planificación preparada para interferencias [8] y no debe confundirse con un funcionamiento con diversidad de interferencia sin retroalimentación [9]. Este planteamiento puede satisfacer los requisitos de las IMT Avanzadas, y por lo tanto es la tecnología candidata más prometedora para la Versión 10. Se ha revelado en [10] que las ganancias MIMO esperadas se pueden lograr de esta manera también en el escenario limitado en cuanto a interferencias, es decir, la capacidad casi se dobla para todos los usuarios de la célula si se dobla el número de antenas. La planificación preparada para interferencias es una optimización de capa cruzada (PHY y MAC), y puede ser una de las últimas etapas de innovación de la tecnología 3G.

40 En la 4ª generación, se usarán técnicas generalizadas de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) con el objetivo de eliminar la interferencia definitivamente (véanse las referencias [2], [3], [4], [5]). La teoría de la información considera la arquitectura de red centralizada; véase la Fig. 2a. Las antenas de todas las BSs son las entradas del sistema MIMO generalizado y las antenas de los terminales son las salidas. Sobre una red de retorno (*backhaul*) de tipo estrella, las antenas de las BS se conectan a una unidad central (CU). Para el esquema de transmisión conjunta se asumen además una sincronización perfecta, una capacidad de retorno ilimitada y un retardo insignificante. Cada terminal mide la información de estado del canal de enlace descendente (CSI) incluyendo la interferencia para todas las estaciones base, y retroalimenta esta información a través del enlace ascendente hacia la CU en la red (véase la Fig. 2b). La CSI se usa para llevar a cabo un procesado de señal conjunto para todos los flujos continuos de datos destinados a todos los terminales a los que se presta servicio en todas las células en la CU. El objetivo de este procesado se esboza también en la figura, es decir, las señales deseadas interfieren constructivamente mientras que la interferencia de la otra estación base interfiere destructivamente. Uno de los prerrequisitos es que todas las BS transmitan coherentemente, lo cual significa que la fase no debe cambiar dentro del tiempo de coherencia.

50 En lo sucesivo, se describirá más detalladamente el planteamiento de arquitectura centralizada.

La transmisión coherente se logra de manera más sencilla usando una arquitectura centralizada a primera vista. Existe una clase completa de algoritmos MIMO que se pueden usar para una transmisión conjunta cooperativa con receptores distribuidos, no cooperativos. El límite teórico de la información se logra mediante el denominado teorema de Costa [11] que establece que si la interferencia se conoce perfectamente ya en el transmisor, idealmente, se puede eliminar toda interferencia y se puede lograr un rendimiento como en una célula aislada (véase la referencia [6]). Los esquemas prácticos, tales como la imposición de ceros conjunta o la transmisión con diagonal en bloques, pueden resultar menos eficientes, aunque es posible lograr ya una gran parte de las ganancias CoMP potenciales si la interferencia se elimina antes de la transmisión.

No obstante, la arquitectura centralizada presenta varios inconvenientes prácticos.

Una de las realizaciones consiste en la tecnología de radiocomunicaciones-sobre-fibra (RoF), es decir, existe solamente un único oscilador local (LO) en la CU. Las señales de radiofrecuencia se generan de forma centralizada y se modulan en un diodo láser, se transmiten a través de fibra y se recuperan usando un fotodiodo. La tecnología de RoF está altamente desarrollada. Existen problemas en las altas frecuencias de RF en donde la función de transferencia de modulación del diodo láser se reduce y la señal se distorsiona. Sigue siendo posible una modulación óptica usando un Interferómetro Mach-Zender (MZI) a frecuencias superiores aunque la misma es muy costosa en la práctica. El disponer de múltiples sectores con múltiples antenas por sector en un emplazamiento implica que es necesario transmitir múltiples señales de RF a través de la misma fibra. Esto se puede efectuar usando el multiplexado por división de longitud de onda (WDM). Aunque esto es técnicamente viable, los multiplexores y demultiplexores dedicados de WDM óptica para cada enlace desde la CU a cada estación base pueden ser muy costosos. El multiplexado en el dominio eléctrico es menos costoso.

Obsérvese que todas las formas de onda se transmitirán de forma síncrona desde todas las BS. Esto significa que los retardos de propagación en la red en estrella alimentada por la CU se controlarán individualmente en cada enlace. El retardo entre transmisiones será menor que el intervalo de guarda OFDM. Esto se puede gestionar midiendo el tiempo de propagación en cada enlace e igualando los retardos en la unidad de procesamiento de banda base de la CU usando colas del tipo primero en entrar, primero en salir (FIFO). En lugar de RoF, en la actualidad es cada vez más común transmitir muestras IQ cuantificadas de las formas de onda a través de fibra, usando protocolos tales como CPRI u OBSAI (banda base-sobre-fibra, BoF). La BoF se usa comúnmente en cabezales de radiocomunicaciones remotos (RRH) en donde todo el conjunto eléctrico de RF está próximo a la antena y únicamente el procesamiento de la señal está ubicado en la CU.

El ruido de fase es un inconveniente general de la conversión distribuida de banda base-a-RF aplicada en los RRHs. Incluso si las frecuencias portadoras están enganchadas con el reloj de símbolos de CPRI u OBSAI, el ruido de fase en los cabezales de radiocomunicaciones distribuidos no presenta ninguna correlación. La fase de RF será constante durante el intervalo de coherencia (dado por el tiempo necesario en el bucle de retroalimentación para la estimación de canal multi-célula, la retroalimentación y la aplicación del pre-codificador conjunto). Los valores realistas son del orden de 10 ms para la LTE. Esta condición impone requisitos elevados para osciladores locales (LO) en cabezales de radiocomunicaciones distribuidos, en comparación con redes de móviles previas en donde se realiza un seguimiento de variaciones de fase para la estación base de servicio en una escala de tiempo por debajo de 1 ms.

Para ofrecer una estimación: Frecuentemente el ruido de fase se reduce en -20 dBc/Hz si se va de un desplazamiento de 10 kHz a 100 kHz con respecto a la portadora. Si se incrementa el intervalo de coherencia en un factor de 10, esto es equivalente a desacelerar la variación de fase en un factor de 10. El reescalado del eje de frecuencia permite estimar que, para CoMP coherente en el enlace descendente, el ruido de fase en los LOs de las estaciones base será 20 dB menor que para la LTE.

La transmisión de formas de onda de banda base cuantificadas a través de fibra significa también que el tráfico de retorno se multiplica en comparación con la velocidad de datos. El factor correspondiente viene dado por la resolución de la salida del conversor DA, por ejemplo, 12 bits por señal I y Q proporcionan 24 bits por muestra y por antena. Por ejemplo, si una estación base LTE tiene 4 antenas, la velocidad de datos máxima en la red de alimentación (S1) se especifica del orden de 300 Mbit/s para una portadora de 20 MHz. La velocidad de datos requerida en cada uno de los enlaces en una red en estrella desde la CU a una estación base es $30,72 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 4 \cdot 24 \text{ bit} \approx 3 \text{ Gbit/s}$.

A continuación se describirá la arquitectura distribuida.

Para la implementación en redes de móviles, se ha propuesto la arquitectura distribuida mostrada en la Fig. 3 (véanse las referencias [12], [13], [14]). Esta arquitectura presenta varias ventajas teniendo en cuenta los requisitos del operador de la red. En primer lugar, todo el procesamiento se sitúa en la estación base de servicio que puede intercambiar información con otras estaciones base. Además, la conexión en red entre las estaciones base se basará en una arquitectura basada en IP, plana, que usa equipos convencionales de Ethernet de bajo coste. Finalmente, no todas, sino un conjunto limitado de estaciones base, transmite datos conjuntamente a múltiples terminales en sus células (Fig. 3a). La evaluación del rendimiento muestra que, en lugar de definir conjuntos fijados, el conjunto cooperativo se debería seleccionar dinámicamente en función de la posición de los terminales. Reduciendo el tamaño del conjunto, se reducen la complejidad, la tara de retroalimentación y el tráfico de retorno. Evidentemente, cuanto mayor sea el conjunto, mejor será el rendimiento.

Como requisitos fundamentales y adicionales para el concepto distribuido, se resalta que todas las BSs se sincronizan de una manera distribuida, por ejemplo, usando un tiempo global y referencias de frecuencia enganchadas en fase con bajo ruido de fase, obtenidos a partir del sistema de posicionamiento global (GPS). Por otra parte, las BS intercambian datos y CSI necesarios a través de la red de retorno. Obsérvese que la CSI y los datos se intercambiarán rápidamente, para minimizar retardos de retroalimentación y para reducir la latencia en la red. Por lo tanto, se intercambian a través del enlace X2 directo en la red de retorno, véase la Fig. 3b. X2 es una red

de señalización de baja latencia, véase [15].

En la evolución de la arquitectura del sistema (SAE) que define la red por detrás de la LTE, véase la Fig. 3c, el flujo de datos para un terminal dado viene a través del enlace S1 desde la pasarela avanzada (aGW). Este flujo se hace terminar como en la LTE Ver. 8 en la estación base de servicio indicada como eNB (NodoB mejorado) maestro.

5 Después de hacer pasar los datos a través de la capa HARQ y MAC (véase la Fig. 4), los datos se intercambian entre el maestro y todos los eNBs esclavos en el conjunto cooperativo. Existen restricciones de temporización, las cuales se pueden satisfacer con memorias intermedias. El requisito básico es que el mismo símbolo de datos sea transmitido conjuntamente por todas las estaciones base cooperativas sobre el mismo elemento de los recursos.

10 A continuación, se hace referencia nuevamente a la Fig. 3b. Puesto que los datos y toda la CSI están ahora disponibles localmente, ahora el propio talento se encuentra no en una CU sino en cada BS, y toda la información necesaria para el procesado conjunto está disponible localmente. Cada estación base conoce la matriz de canal multiusuario, multicélula, completa, y calcula las matrices de peso para la transmisión conjunta localmente. Este cálculo redundante de los pesos es tal vez el precio a pagar en términos de complejidad para satisfacer el deseo, del operador de la red, de una arquitectura de red CoMP distribuida.

15 A continuación, la BS aplica el conjunto local de filas de la matriz de pesos total con el fin de llevar a cabo la combinación lineal, localmente relevante, de todos los flujos continuos de datos necesarios para calcular las formas de onda particulares transmitidas desde las antenas locales. La multiplicación correspondiente de matriz-vector es de un tamaño menor, en comparación con el concepto centralizado. Es decir, para el preprocesado de datos, es necesario el mismo esfuerzo que en el concepto centralizado. Se transmiten formas de onda por vía aérea y las mismas interfieren constructivamente para la señal deseada y destructivamente para la interferencia no deseada.

20 De esta manera, se puede lograr la misma reducción de interferencia que con el concepto centralizado, aunque de una manera distribuida. Sin embargo, existen ventajas prácticas evidentes: la transferencia de datos en lugar de muestras IQ es una carga más ligera para el retorno en comparación con el planteamiento centralizado. Además, las restricciones de latencia para la transferencia de datos se pueden relajar puesto que se calculan localmente formas de onda en cada estación base. El intercambio de datos se puede lograr con latencias de unos pocos ms.

25 No obstante, en el planteamiento distribuido, ha quedado sin resolver la cuestión de cómo organizar los diversos flujos de información en la red CoMP eficientemente y con una baja latencia.

30 Se describen otros antecedentes de la técnica en JUNGnickel V. ET AL.: "Coordinated Multipoint Trials in the Downlink", GLOBECOM WORKSHOPS, 2009 IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 20 de noviembre de 2009 (30-11-2009), páginas 1 a 7; FOULI ET AL.: "The road to carrier-grade Ethernet - [Topics in optical communications]", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, US, vol. 47, n.º 3, 1 de marzo de 2009 (01-02-2009), páginas S30-S38; SANCHEZ R. ET AL.: "Ethernet as carrier grade technology: developments and innovations", vol. 46 n.º 9, 1 de septiembre de 2008 (01-09-2008), páginas 88 a 94; ALCATEL-LUCENT: "Consideration of Backhaul Technology Evolution in Support of CoMP", 3GPP DRAFT; R1-093344, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, n.º Shenzhen, China; 20090824, 24 de agosto de 2009 (24-08-2009).

Sumario de la invención

40 La invención se define en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá más detalladamente la invención en referencia a los dibujos.

- La Fig. 1 muestra la evolución de esquemas de reducción de interferencia en redes de móviles;
- las Figs. 2a, 2b muestran la arquitectura CoMP centralizada;
- 45 las Figs. 3a a 3c muestran la arquitectura CoMP distribuida;
- la Fig. 4 muestra cómo se comparten datos entre las estaciones base después del procesado completo de la capa MAC, el cual se puede dejar descentralizado, de manera correspondiente;
- la Fig. 5 muestra una implementación ejemplificativa de intercambio de datos compartidos usando Ethernet y en estaciones base cooperativas;
- 50 la Fig. 6 muestra la retroalimentación y el multiplexado de CSI con el flujo de datos compartido en la interfaz X2; y

la Fig. 7 muestra cómo se usan etiquetas VLAN para identificar el agrupamiento (*cluster*) de cooperación y para organizar los flujos de datos.

A continuación se describirá más detalladamente la invención. Nuevamente, según la invención, se considerarán tres tipos de flujos continuos de datos:

- 5 • Datos de enlace de conexión (*feeder link*) para el terminal
- Señales de datos compartidos
- CSI proveniente de los terminales

El planteamiento general de la invención es que todos estos flujos continuos se organicen usando el protocolo clásico de Ethernet de manera que se puedan usar equipos de red de bajo coste para el retorno.

10 **A.) Datos de conexión (*feeder data*) en S1**

Los datos de conexión están destinados al terminal móvil al que presta servicio la estación base. En la Evolución a Largo Plazo, LTE, los datos de conexión se organizan en paquetes IP y se transmiten a través de la interfaz S1. De todos modos, normalmente dicho tráfico se transporta a través de Ethernet.

B.) Datos compartidos en X2

15 Tal como se indica en la Fig. 3c, se transmiten datos en un primer salto a través de S1 desde la aGW al eNB de servicio. A continuación, los datos se empaquetan en bloques de transporte, se codifican y se establece una correspondencia de los mismos sobre el portador de radiocomunicaciones, RB. Después de la capa MAC, estos datos de los cuales ya se han establecido correspondencias y se han codificado se copian, y la copia se reenvía en un segundo salto a través de X2 a todas las estaciones base implicadas en la transmisión CoMP.

20 En comparación con el planteamiento centralizado, la invención tiene la ventaja de que, entre las estaciones base, se intercambian bits de datos, y no muestras de IQ. De esta manera la carga en el retorno se reduce significativamente. Por otra parte, resulta más sencillo sincronizar los datos en todas las BS en esta fase de la cadena de transmisión en donde ya se ha completado todo el procesado de red y de la capa MAC. De este modo, las retransmisiones también se controlan localmente y no requieren ninguna coordinación adicional entre la BS.
25 Dado que la interfaz X2 no introduce mucha latencia, el retardo debido al intercambio de datos se compensa fácilmente usando memorias intermedias en las entradas de los precodificadores.

Puesto que estos datos compartidos ya se han codificado, la velocidad de datos máxima sobre la interfaz X2 viene dada por el inverso de la velocidad de codificación η por la velocidad de pico en el sistema. Para una implementación ejemplificativa de CoMP 2x2 con dos estaciones base, esto da como resultado $2 \cdot 150 = 300$ Mbit/s.
30 Considérese una red grande en la que K estaciones base en un agrupamiento llevan a cabo una CoMP de enlace descendente coherente. X2 es una interfaz lógica y se supone en este caso que la misma se materializará físicamente sobre el enlace de conexión en cada estación base. Por tanto, el tráfico de X2 se añade a los propios datos de S1 que vienen también a través del enlace de conexión. En una configuración de este tipo, se puede obtener una ecuación sencilla para el retorno requerido por el planteamiento de CoMP distribuido. Viene dada como

$$35 \quad \text{retorno} = \text{caudal} \cdot \left(1 + \frac{K-1}{\eta} \right)$$

Obsérvese que el retorno se escala superlinealmente con el tamaño del agrupamiento K. Cuantas más estaciones base haya en el agrupamiento, mayor será el caudal.

Con el fin de organizar dicho uso común de enlaces físicos de Ethernet para, por ejemplo, datos de usuario y datos compartidos, el intercambio de datos entre las estaciones base cooperativas se organiza también como tráfico de Ethernet. En la Fig. 5 se muestran el flujo de señal práctico en las estaciones base y su comunicación a través de la interfaz X2.
40

Resumiendo, el intercambio síncrono de datos de la invención, en primer lugar reduce significativamente la carga de retorno. En segundo lugar, tolera retardos de hasta milisegundos, los cuales se pueden producir en el retorno del mundo real. En tercer lugar, el intercambio de datos se organiza fácilmente sobre la Ethernet convencional, lo cual hace que el multiplexado con la CSI sea muy sencillo (véase más adelante).
45

C.) Retroalimentación de CSI por vía aérea

El tercer flujo continuo es la información de estado de canal, CSI, multi-célula retroalimentada desde cada terminal a la base de servicio. La provisión de retroalimentación provoca una tara significativa y varias técnicas resultan adecuadas para minimizar la tara de retroalimentación. En primer lugar, se puede proporcionar retroalimentación en el dominio de la frecuencia únicamente para aquellos RBs que sea probable que se asignen a un usuario. Esto
50

divide la cantidad de retroalimentación proporcionada por cada terminal por el número de terminales en una célula, en caso de una célula cargada completamente.

Una segunda alternativa consiste en retroalimentar el canal en el dominio del retardo, en lugar de en el dominio de la frecuencia. Es decir, en principio el canal se transformaría por Fourier, se estimarían las tomas más relevantes y se retroalimentaría hacia la BS una lista de las amplitudes de toma complejas y sus retardos.

También podría resultar útil una combinación de ambos métodos. Asígnese una cierta sub-banda de frecuencias a un terminal, dentro de la cual se usa potencialmente la transmisión cooperativa. Idealmente, esta sub-banda es una acumulación contigua de sub-portadoras. Dentro de esta sub-banda que tiene un ancho de banda reducido y, por lo tanto, también una resolución temporal reducida, el terminal estima las tomas más relevantes y sus retardos y los envía de vuelta a la estación base.

A continuación, se puede aprovechar la correlación en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Con una baja movilidad y en un canal con multitrayecto limitado, la correlación es muy probable. En un escenario en el que los usuarios con exigencias no es probable que sean móviles, la velocidad de retroalimentación se puede reducir significativamente. No obstante, existe un retardo inevitable de enlace ascendente del orden de 5 ms para la LTE. Por otra parte, la distribución de la CSI a través de la red y el cálculo de los pesos de los precodificadores ocupa tiempo adicional. El retardo total requiere el uso de técnicas de predicción.

La invención propone enviar dicha retroalimentación como paquetes de Ethernet por vía aérea, en paralelo a los datos de usuario de enlace ascendente. Estos paquetes se forman de manera que un terminal siempre empaqueta la matriz completa de canal multi-célula en una sub-banda dada en un paquete con o sin compresión previa. Dichos paquetes se alimentan fuera de la cadena de procesamiento de la señal del receptor usando un puerto de Ethernet dedicado, señalado como "CSI" en el terminal.

D.) Organización de los flujos de datos usando etiquetas VLAN

El uso de paquetes de Ethernet hace que aumente el esfuerzo de implementación a primera vista, aunque habilita muchas oportunidades nuevas para la organización de la red de móviles. En primer lugar, resulta muy sencillo registrar la CSI en ordenadores convencionales, es decir, la invención proporciona una interfaz de medición potente que incluso se puede usar en la capa de aplicación, por ejemplo, para conmutar la calidad de transmisión de un flujo continuo de vídeo en función del estado instantáneo del canal.

En segundo lugar, la invención habilita un método sencillo y potente para organizar los datos de conexión, la CSI y flujos de datos compartidos en el retorno del sistema de estaciones base cooperativas. El concepto se puede ampliar a más de dos estaciones base y se pueden seleccionar subgrupos de estaciones base de una manera muy flexible con el fin de lograr una transmisión cooperativa. Además, se garantiza que, a través de la red, no se hacen pasar más datos que los realmente necesarios.

En la Fig. 6 se muestra la red de señalización para dos estaciones base cooperativas. Se basa en equipos de bajo coste ampliamente disponibles para la norma de Ethernet IEEE802.3. Además, la invención se aprovecha de una extensión convencional existente, a saber las denominadas Redes de Área Local Virtuales, VLANs, descritas en IEEE 802.1q. Las VLANs se basan en una técnica por conmutación de paquetes que requiere el uso de un campo de etiqueta VLAN adicional en cada paquete (véase la Fig. 7).

El campo de etiqueta VLAN adicional tiene el siguiente formato:

16 bits	3 bits	1 bit	12 bits
TPID	PCP	CFI	VID

- Identificador de Protocolo de Etiqueta (TPID): un campo de 16 bits fijado a un valor de 0x8100 con el fin de identificar la trama como una trama con etiqueta IEEE 802.1Q. Este campo se localiza en la misma posición que el campo EtherType/Size (Tipo Ether/Tamaño) en tramas sin etiqueta, y se usa para diferenciar la trama con respecto a tramas sin etiqueta.
- Punto de Código de Prioridad (PCP): un campo de 3 bits que se refiere a la prioridad IEEE 802.1p. Indica el nivel de prioridad de la trama desde 0 (el más bajo) hasta 7 (el más alto), el cual se puede usar para priorizar diferentes clases de tráfico (voz, vídeo, datos, etcétera).
- Indicador de Formato Canónico (CFI): un campo de 1 bit. Si el valor de este campo es 1, la dirección MAC se encuentra en formato no canónico. Si el valor es 0, la dirección MAC se encuentra en formato canónico. Se fija siempre a cero para conmutadores de Ethernet. CFI se usa para la compatibilidad entre redes de Ethernet y de Anillo con Paso de Testigo.
- Identificador de VLAN (VID): un campo de 12 bits que especifica la VLAN a la que pertenece la trama. Un valor de 0 significa que la trama no pertenece a ninguna VLAN; en este caso, la etiqueta 802.1Q especifica

únicamente una prioridad y se hace referencia a la misma como etiqueta de prioridad. El valor hexadecimal de 0xFFFF se reserva. La totalidad del resto de valores se puede usar como identificadores de VLAN, permitiéndose hasta 4.094 VLANs.

5 Los conmutadores de Ethernet habilitados para VLAN se pueden configurar de manera que un paquete en una entrada dada se conmute hacia un cierto puerto de salida en función del VID. En un conmutador dado, se pueden predefinir hasta 4.094 tablas diferentes de conmutación de entrada-salida.

10 En la red CoMP, esta funcionalidad de VLAN se puede usar de manera muy eficiente para multiplexar y demultiplexar los diferentes tipos de tráfico: retroalimentación de CSI en la dirección de enlace ascendente, intercambio de datos entre BS cooperativas y datos de aplicación de la MT (véase la Fig. 6). La CSI se empaqueta en un paquete de Ethernet convencional usando una dirección de multidifusión. El procesado de la capa física crea paquetes indicados como C1 en la Fig. 6, y los mismos se envían al puerto 2 del MT a través de Ethernet. Seguidamente, se dispone de un conmutador que añade la etiqueta de VLAN a los paquetes C1 identificándolos como retroalimentación de CSI para su distribución en un conjunto específico de estaciones base cooperativas. La identificación tanto del agrupamiento como del tipo de tráfico se codifica en el VID.

15 Los conmutadores de VLAN en la red son preconfigurados finalmente por la entidad de gestión de movilidad (MME) en la red de SAE o cualquier otra entidad que organice el flujo de cualquier corriente de datos en la red CoMP. Esta entidad conoce la topología física de la red. Obtiene las rutas de la red a través de las cuales los mensajes fluyen óptimamente para soportar la transmisión CoMP. En cada conmutador de Ethernet, las reglas de conmutación de paquetes para todas las configuraciones posibles de agrupamientos se preconfiguran usando tablas de conmutación
20 fijas en función de los VIDs. Para organizar el flujo de tráfico, la estación base de servicio debe informar al terminal, a través del canal de control de enlace descendente, sobre qué dirección de VID se usa en los paquetes de CSI identificando el agrupamiento de cooperación asignado.

25 Ambas señales, es decir, la asignación del VID y las etiquetas de VLAN correspondientes en los paquetes de CSI retroalimentados a través del enlace ascendente, se transmiten por vía aérea. De este modo, los mismos son detectables, y por lo tanto se puede demostrar el uso del método propuesto.

Usando un VID adjunto, en la entrada 5 se identifican datos de aplicación IP (indicados como D) para el terminal al que presta servicio la estación base (véase la Fig. 6). En el conmutador VLAN, la CSI se multiplexa con datos sobre la salida 1. El puerto 1 en el MT se puede considerar como un túnel de Ethernet transparente para la BS de servicio a través del enlace inalámbrico.

30 En la BS, el tráfico de enlace ascendente multiplexado se alimenta nuevamente hacia un conmutador VLAN. Basándose en los VIDs, el conmutador divide paquetes de CSI de datos y los reenvía a puertos diferentes. El flujo continuo de CSI C1 se copia en varios puertos de salida: la entrada del precodificador en BS1 (2), un espejo del puerto 2 usado para monitorización y mediciones (4) y el enlace entre BS (6) indicado como interfaz X2 en la normalización LTE/SAE. Además del flujo continuo C1, al puerto 6 del conmutador se reenvía también un flujo
35 continuo de datos compartidos SD1 que contiene los datos de enlace descendente ya codificados y planificados, para MT1. El conmutador en BS2 en la Fig. 6 realiza una conmutación de paquetes equivalente. Como consecuencia, los flujos continuos de datos C2 y SD2 llegan al puerto 6 del conmutador y son reenviados al puerto 2 y 3 de BS1, respectivamente.

40 En resumen, la invención permite la organización eficiente de datos de usuario, retroalimentación de CSI y flujos de datos compartidos en la red por detrás un sistema de radiocomunicaciones de móviles usando estaciones base cooperativas. El método se basa en protocolos de red existentes y permite el uso de equipos de serie económicos. La asignación del identificador de VLAN (VID) a través del canal de control de enlace descendente y el uso del mismo para la retroalimentación de CSI a través del enlace ascendente son ambos claramente detectables. Con frecuencia se pueden hallar otros terminales que transmitan su retroalimentación en otras células usando los
45 mismos VIDs. Esto confirma el uso de VIDs con fines relacionados con la transmisión multipunto coordinada (CoMP).

50 En las reivindicaciones, la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “uno” o “una” no excluye una pluralidad. Una única unidad puede satisfacer las funciones de varias características mencionadas en las reivindicaciones. Las expresiones “esencialmente”, “alrededor de”, “aproximadamente” y similares, en relación con un atributo o un valor particularmente, definen también de manera exacta el atributo o de manera exacta el valor, respectivamente. Ningún símbolo de referencia de las reivindicaciones debería considerarse como limitativo del alcance.

Lista de referencias

- [1] J. Winters, *Optimum combining in digital mobile radio with cochannel interference*, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 33, n.º 3, págs. 144 a 155, agosto de 1984.
- 5 [2] P. Baier, M. Meurer, T. Weber, y H. Troger, "Joint transmission (JT), an alternative rationale for the downlink of time division CDMA using multi-element transmit antennas," *Proc. IEEE ISSSTA '00*, 2000.
- [3] S. Shamai y B. Zaidel, "Enhancing the cellular downlink capacity via co-processing at the transmitting end", *Proc. IEEE VTC '01 Spring*, vol. 3, págs. 1745 a 1749, 2001.
- [4] T. Weber, I. Maniatis, A. Sklavos, Y. Liu, E. Costa, H. Haas, y E. Schulz, "Joint transmission and detection integrated network (JOINT), a generic proposal for beyond 3G systems", *Proc. ICT'02*, vol. 3, págs. 479 a 483, 10 2002.
- [5] A. Goldsmith, S. Jafar, N. Jindal, y S. Vishwanath, "Capacity limits of MIMO channels", *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 21, n.º 5, págs. 684 a 702, junio de 2003.
- [6] H. Huang y S. Venkatesan, "Asymptotic downlink capacity of coordinated cellular networks", *Proc. ACSSC '04*, vol. 1, págs. 850 a 855, 2004.
- 15 [7] L. Thiele, V. Jungnickel, "Adaptive MIMO transmission in a realistic multicell scenario", *Proc. IEEE Radio and Wireless Symposium*, 2008, págs. 531 a 534, enero de 2008.
- [8] V. Jungnickel, M. Schellmann, L. Thiele, T. Wirth, T. Haustein, O. Koch, E. Zirwas, y E. Schulz, "Interference aware scheduling in the multiuser MIMO-OFDM downlink", *IEEE Commun. Mag.*, vol. 47, págs. 56 a 66, 2009.
- [9] H. Olofsson, J. Naslund, J. Skold, "Interference diversity gain in frequency hopping GSM", en *Proc. IEEE 45th Vehicular Technology Conference 1995*, vol. 1, págs. 102 a 106. 20
- [10] L. Thiele, M. Schellmann, W. Zirwas, y V. Jungnickel, *Capacity Scaling of Multiuser MIMO with Limited Feedback in a Multicell Environment*, *41st Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*, Monterey, USA, IEEE, nov. de 2007, invitación.
- [11] M. H. M. Costa, "Writing on dirty paper," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. IT-29, n.º 3, págs. 439 a 441, mayo de 25 1983.
- [12] W. Zirwas, J. H. Kim, V. Jungnickel, M. Schubert, T. Weber, A. Ahrens, y M. Haardt, *Distributed Antenna Systems. Auerbach, 2007, ch. 10, Distributed Organization of Cooperative Antenna Systems*, págs. 279 a 311.
- [13] V. Jungnickel, L. Thiele, M. Schellmann, T. Wirth, W. Zirwas, T. Haustein, y E. Schulz, "Implementation concepts for distributed cooperative transmission", *Proc. ACSSC '08*, oct. de 2008. 30
- [14] W. Zirwas, W. Mennerich, M. Schubert, L. Thiele, V. Jungnickel, y E. Schulz, *Cooperative Transmission Schemes. CRC Press, Taylor and Francis Group*, 2009.
- [15] 3GPP TS 36.300 v8.2.0, "Technical specification group radio access network; evolved universal terrestrial radio access (e-utra) and evolved universal terrestrial radio access network (e-utran); overall description; stage 2," *Tech. Rep.*, 9 2007. 35

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Método de comunicaciones de móviles en una red que usa una transmisión multipunto coordinada, CoMP, comprendiendo la red un grupo de estaciones base que prestan servicio a una pluralidad de terminales móviles y conmutadores de Ethernet habilitados para Redes de Área Local Virtuales, VLAN, caracterizándose el método porque
- en la planificación de la red, se preconfiguran los conmutadores de Ethernet habilitados para VLAN;
- cada paquete de señalización y de datos de red a intercambiar dentro del agrupamiento de cooperación de K estaciones base implicadas en la transmisión CoMP se etiqueta con un identificador que define el conjunto de estaciones base del agrupamiento, en donde el protocolo de red es el protocolo Ethernet y los identificadores son
- 10 números de grupo, identificador de VLAN, VID, de Redes de Área Local Virtuales, VLAN, que se asignan a través de un canal de control de enlace descendente inalámbrico a los terminales y se usan dentro del grupo para organizar los flujos de datos;
- en donde, en cada conmutador de Ethernet, las reglas de conmutación de paquetes para todas las configuraciones de agrupamientos posibles se preconfiguran usando tablas de conmutación fijadas, en función de
- 15 los VIDs;
- la estación base de servicio informa al terminal respectivo, a través del canal de control de enlace descendente, sobre qué dirección de VID se usa en los paquetes de información de estado de canal, CSI, identificando el agrupamiento de cooperación asignado; y
- en donde cada terminal usa el identificador de VLAN asignado, para la retroalimentación de CSI a través del
- 20 canal de enlace ascendente.
- 2.- Método de la reivindicación 1, en el que
- datos de enlace de conexión para cada terminal móvil se transmiten usando el protocolo de Ethernet;
- datos compartidos entre estaciones base involucradas en la transmisión CoMP se intercambian usando el
- 25 mismo protocolo; e
- información de estado de canal, CSI, de enlace descendente medida por cada terminal móvil se transmite a la estación base de servicio usando el mismo protocolo.
- 3.- Método de la reivindicación 2, en el que el flujo de datos para un terminal dado a través del enlace S1 desde la pasarela avanzada, aGW, se hace terminar en el NodoB mejorado, eNB, de la estación base maestra de servicio, y, a continuación se empaquetan datos en bloques de transporte, los mismos se codifican y se establece
- 30 correspondencia de ellos sobre el portador de radiocomunicaciones, RB, y después de la capa MAC, los datos de los cuales ya se han establecido correspondencias y se han codificado se copian y la copia se reenvía, a través de la interfaz X2, a todas las estaciones base involucradas en la transmisión CoMP.
- 4.- Método de la reivindicación 2 ó 3, en el que la información de estado de canal, CSI, retroalimentada desde cada terminal a la base de servicio se proporciona como retroalimentación en el dominio de la frecuencia únicamente para
- 35 aquellos RBs que es probable que sean asignados a un usuario.
- 5.- Método de la reivindicación 2 ó 3, en el que la información de estado de canal, CSI, retroalimentada desde cada terminal a la base de servicio, se proporciona en el dominio del retardo.
- 6.- Método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que la información de estado de canal, CSI, retroalimentada desde cada terminal a la estación base de servicio usando el protocolo de Ethernet, se transmite en
- 40 paralelo a los datos de usuario de enlace ascendente.
- 7.- Método de la reivindicación 6, en el que los paquetes se forman de manera que un terminal siempre empaqueta la matriz completa de canal multi-célula en una sub-banda dada en un paquete.
- 8.- Método de la reivindicación 1, en el que el número de grupo de VLAN se ubica en el paquete en la posición que es usada, en tramas sin etiqueta, por el campo EtherType/Size.
- 45 9.- Sistema de comunicaciones de móviles en una red que usa una transmisión multipunto coordinada, CoMP, comprendiendo la red un grupo de estaciones base que prestan servicio a una pluralidad de terminales móviles, caracterizándose el sistema porque
- la red comprende conmutadores de Ethernet habilitados para Redes de Área Local Virtuales, VLAN, preconfigurados en la planificación de la red;
- 50 cada paquete de señalización y de datos de red a intercambiar dentro del agrupamiento de cooperación de K

- estaciones base involucradas en la transmisión CoMP está etiquetado con un identificador que define el conjunto de estaciones base del agrupamiento, en donde el protocolo de red es el protocolo de Ethernet y los identificadores son números de grupo, identificador de VLAN, VID, de Redes de Área Local Virtuales, VLAN, que se asignan a través de un canal de control de enlace descendente inalámbrico a los terminales y se usan dentro del grupo para organizar los flujos de datos;
- 5 en donde, en cada conmutador de Ethernet, las reglas de conmutación de paquetes para todas las configuraciones de agrupamientos posibles están preconfiguradas usando tablas de conmutación fijadas, en función de los VIDs;
- 10 la estación base de servicio está configurada para informar al terminal respectivo, a través del canal de control de enlace descendente, sobre qué dirección de VID se usa en los paquetes de información de estado de canal, CSI, identificando el agrupamiento de cooperación asignado; y
- en donde cada terminal está configurado para usar el identificador de VLAN asignado, para la retroalimentación de CSI a través del canal de enlace ascendente.
- 15 10.- Estación base en un sistema de comunicaciones de móviles en una red que usa una transmisión multipunto coordinada, CoMP, comprendiendo la red un grupo de estaciones base que prestan servicio a una pluralidad de terminales móviles y conmutadores de Ethernet habilitados para Redes de Área Local Virtuales, VLAN, preconfigurados en la planificación de la red, en donde, en cada conmutador de Ethernet, las reglas de conmutación de paquetes para todas las configuraciones de agrupamientos posibles están preconfiguradas usando tablas de conmutación fijadas, en función de los VIDs, en donde cada paquete de señalización y de datos de red a
- 20 intercambiar dentro del agrupamiento de cooperación de K estaciones base involucradas en la transmisión CoMP está etiquetado con un identificador que define el conjunto de estaciones base del agrupamiento, en donde los identificadores son números de grupo, identificador de VLAN, VID, de Redes de Área Local Virtuales, VLAN, que se asignan a través de un canal de control de enlace descendente inalámbrico a los terminales y se usan dentro del grupo para organizar los flujos de datos, estando caracterizada la estación base porque
- 25 está adaptada para recibir datos de enlace de conexión para cada terminal móvil usando el protocolo de Ethernet;
- está configurada para informar al terminal respectivo, a través del canal de control de enlace descendente, sobre qué dirección de VID se usa en los paquetes de información de estado de canal, CSI, identificando el agrupamiento de cooperación asignado;
- 30 está adaptada para intercambiar datos compartidos, con otras estaciones base, usando el protocolo de Ethernet; y
- está adaptada para recibir, desde cada terminal móvil al que presta servicio, información de estado de canal, CSI, de enlace descendente, medida, usando el protocolo de Ethernet y usando el identificador de VLAN asignado.

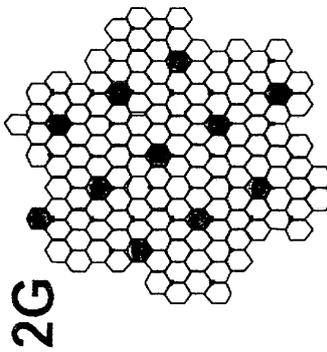
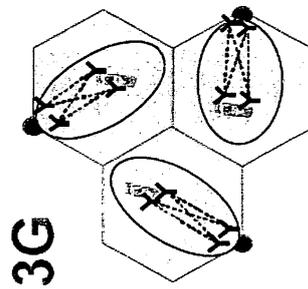
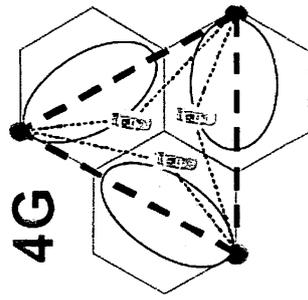


Fig. 1

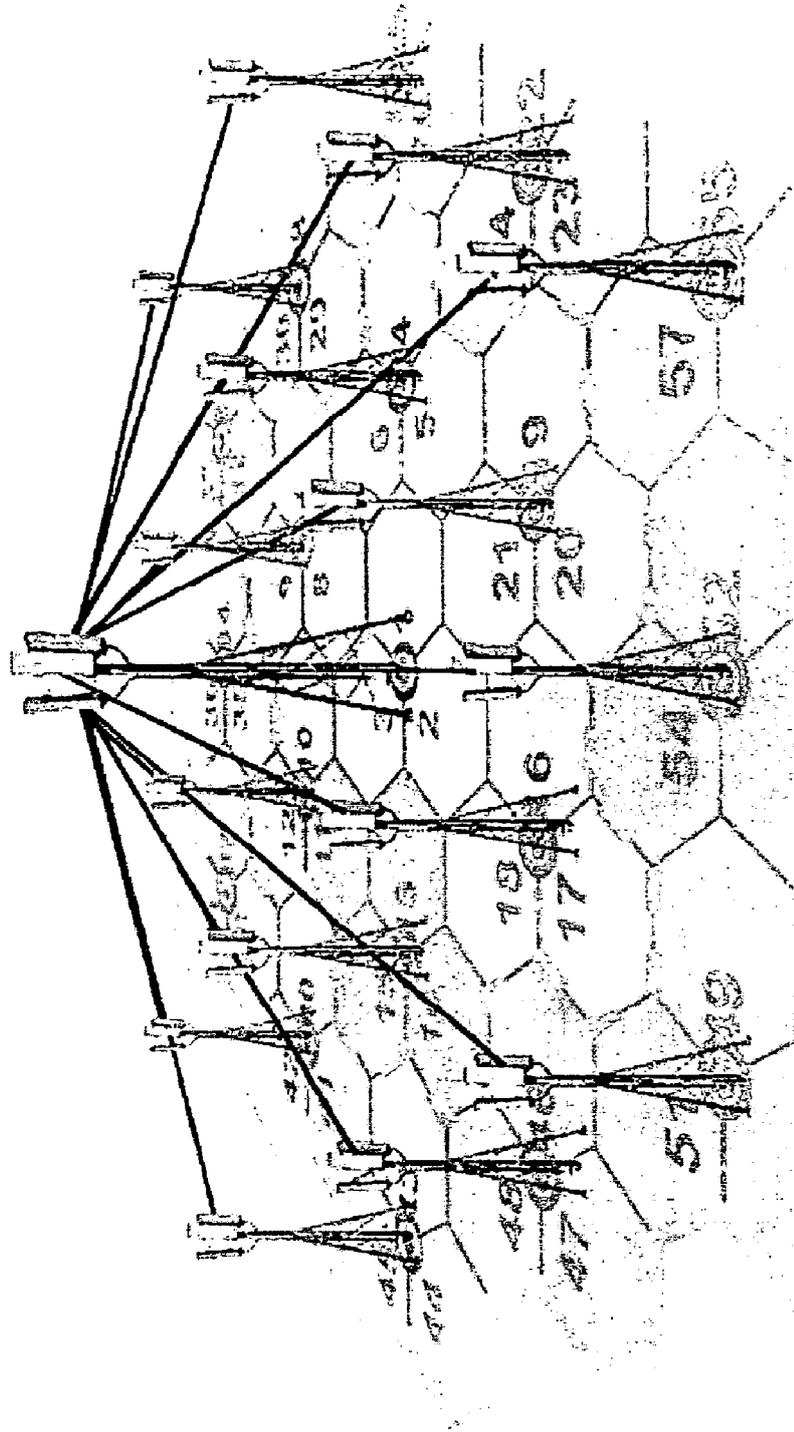


Fig. 2a

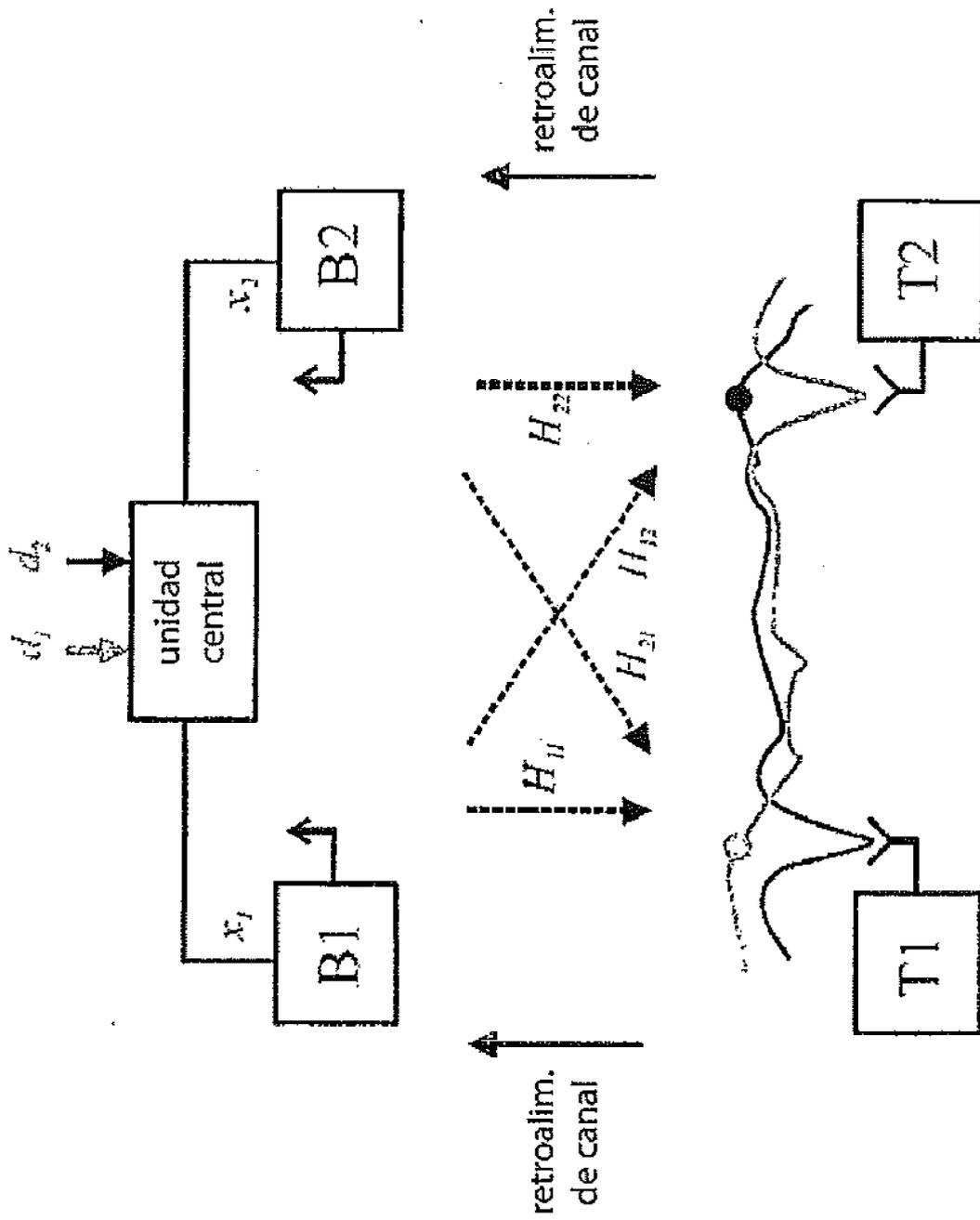


Fig. 2b

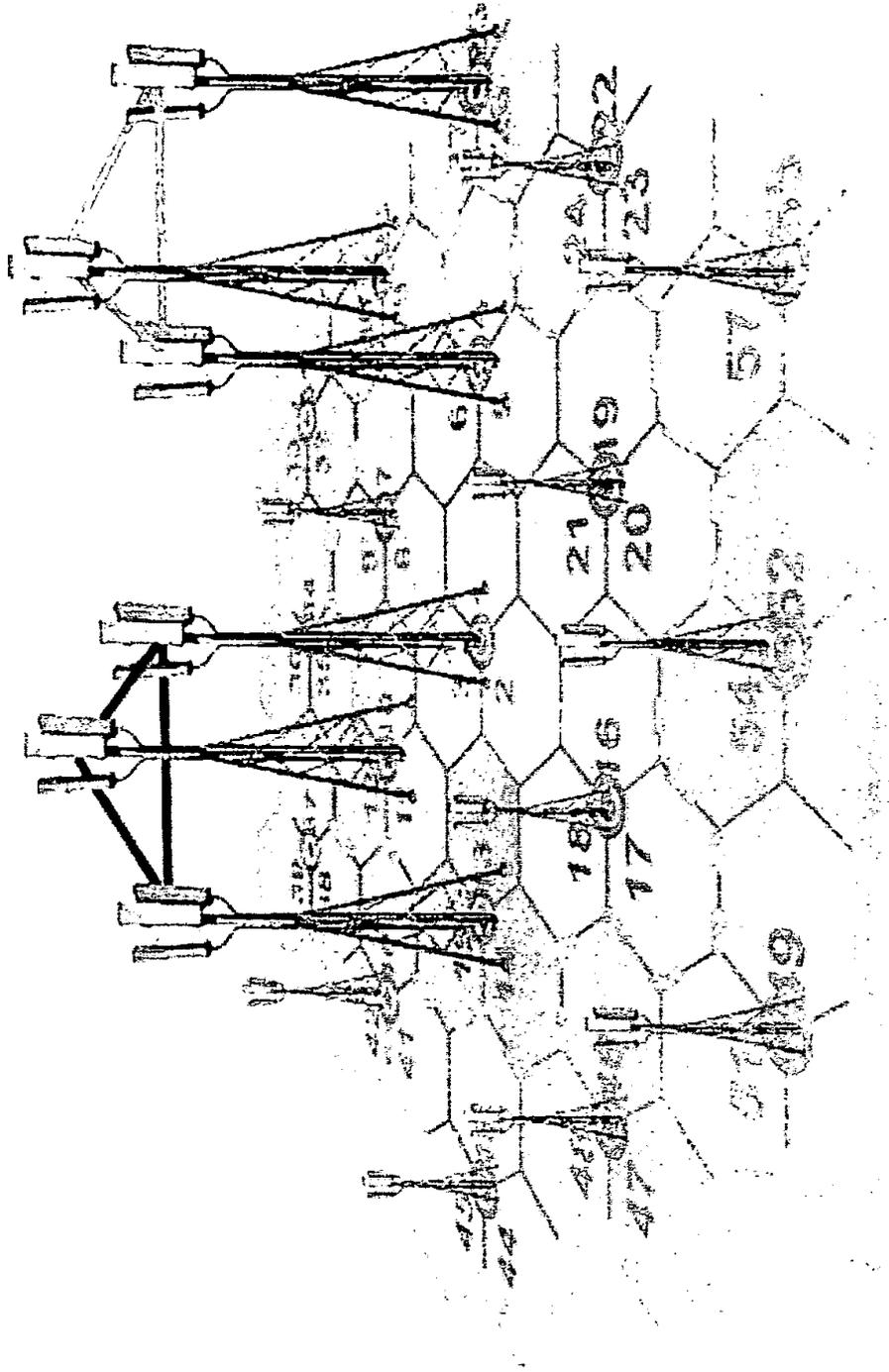


Fig. 3a

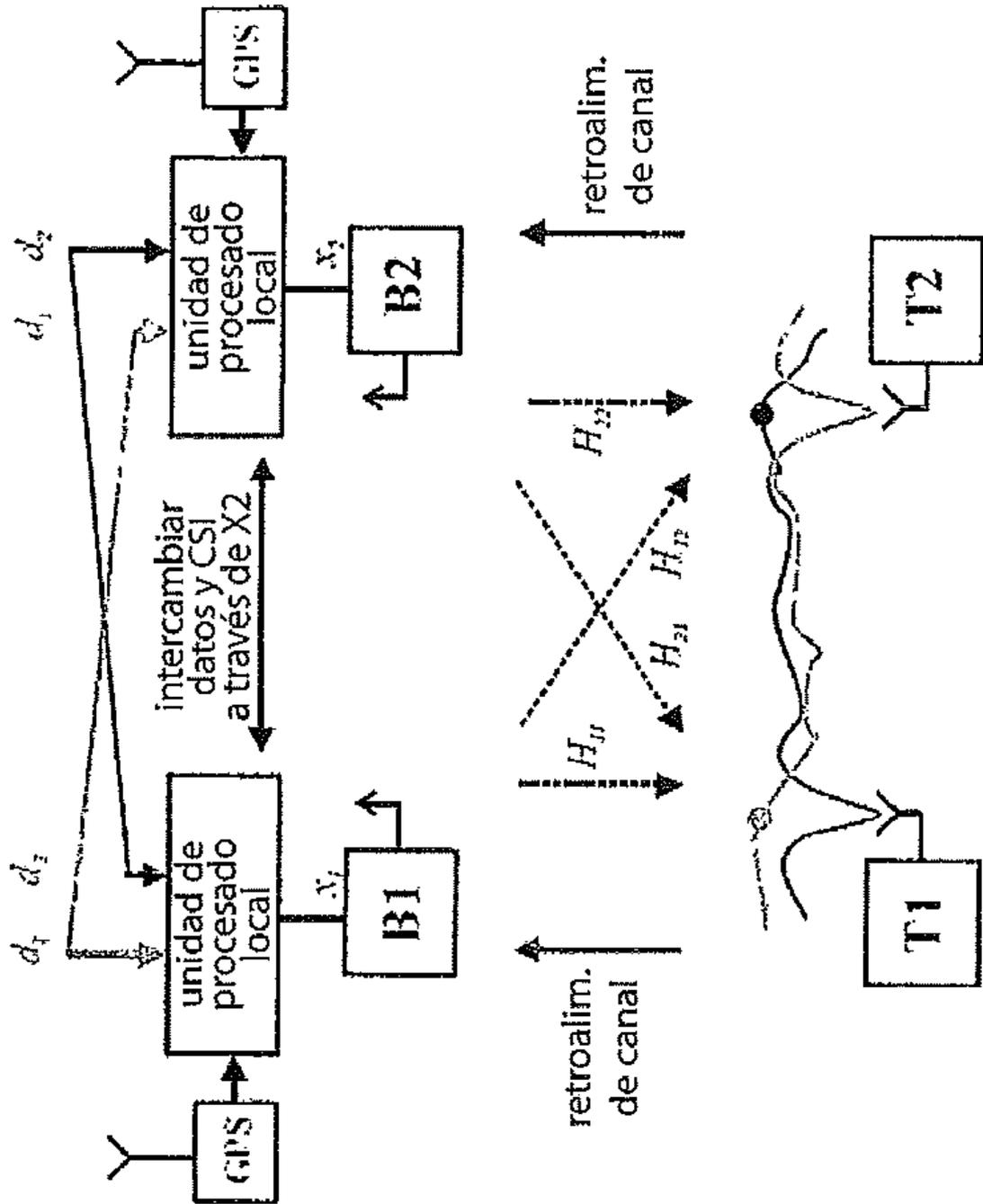


Fig. 3b

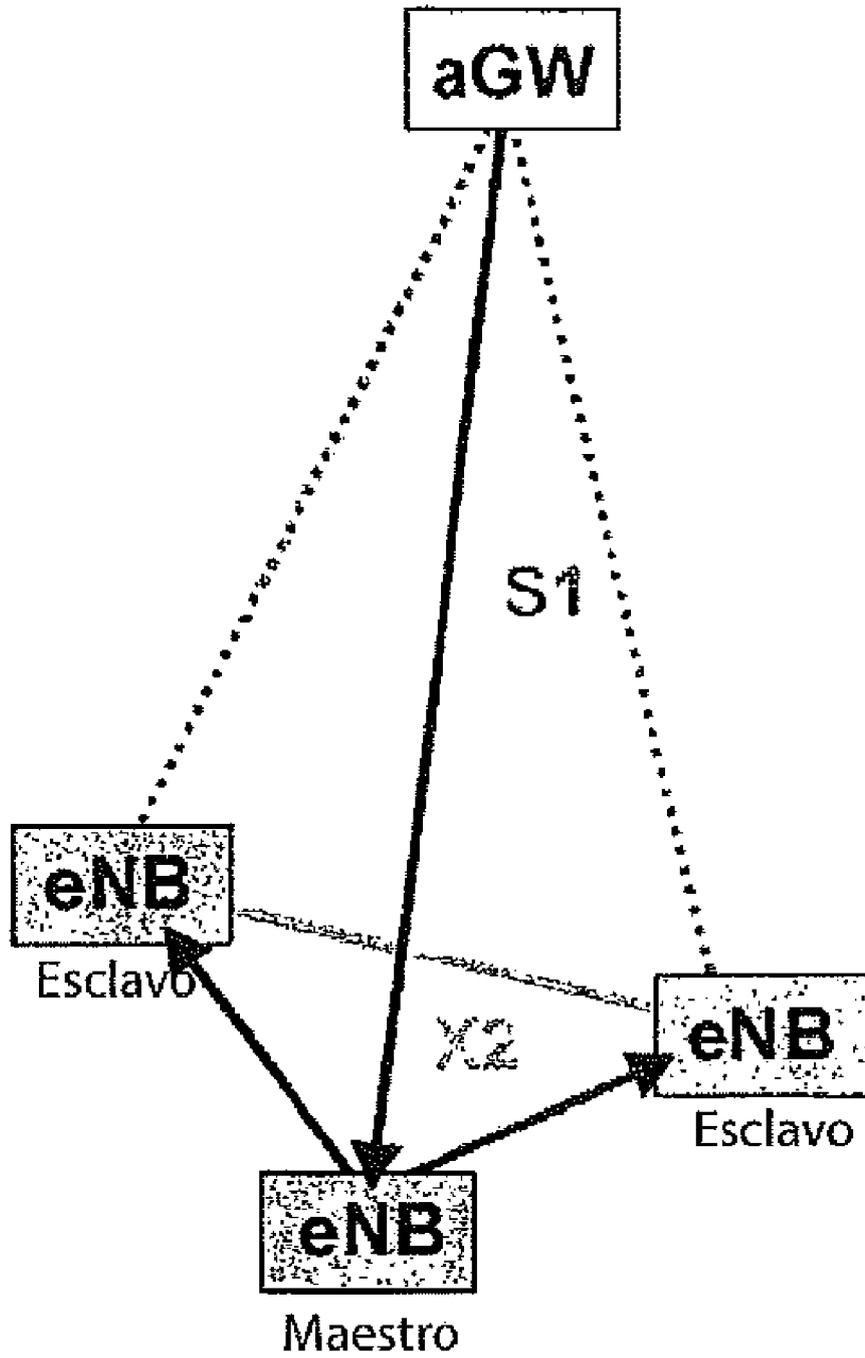


Fig. 3c

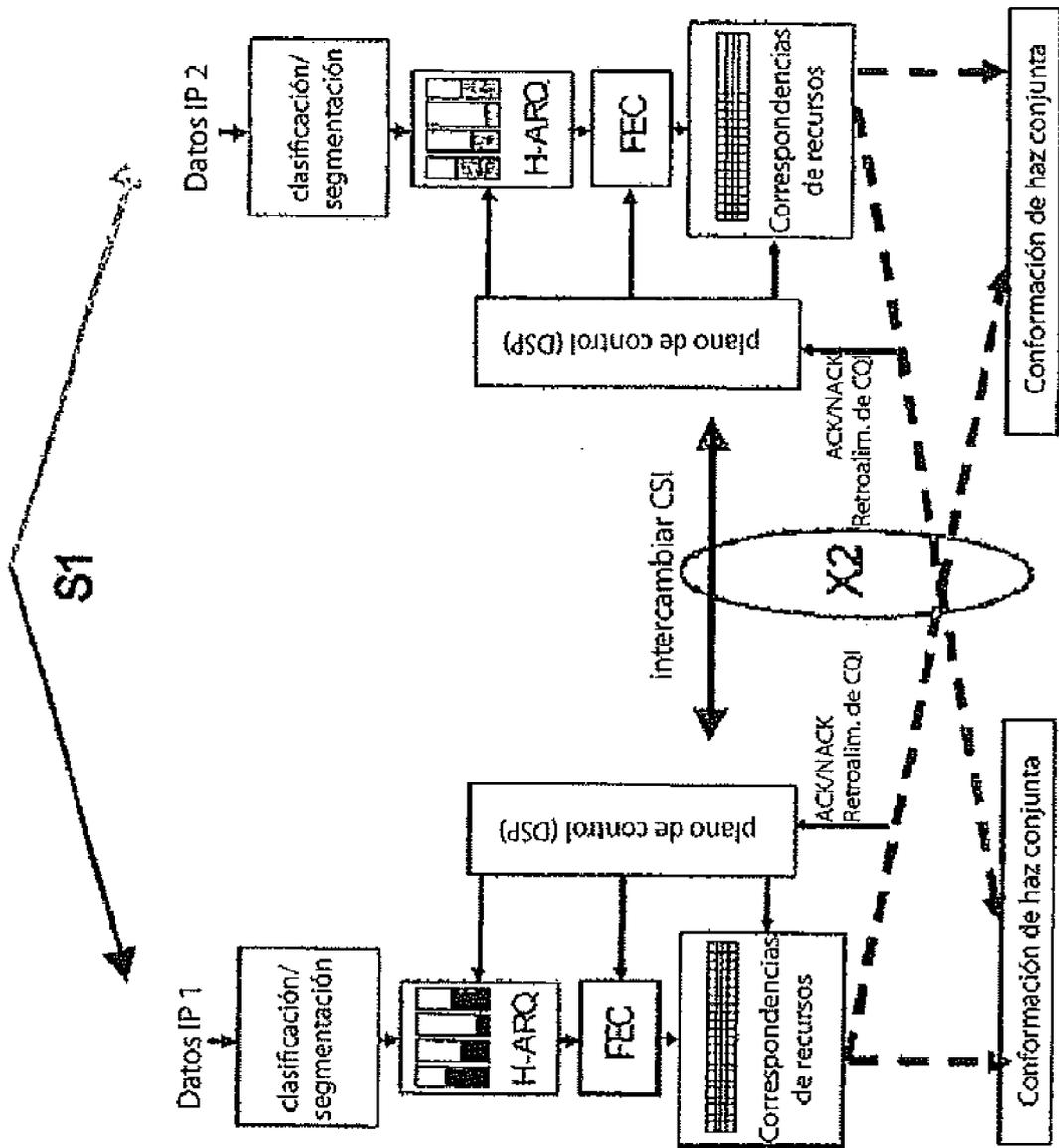


Fig. 4

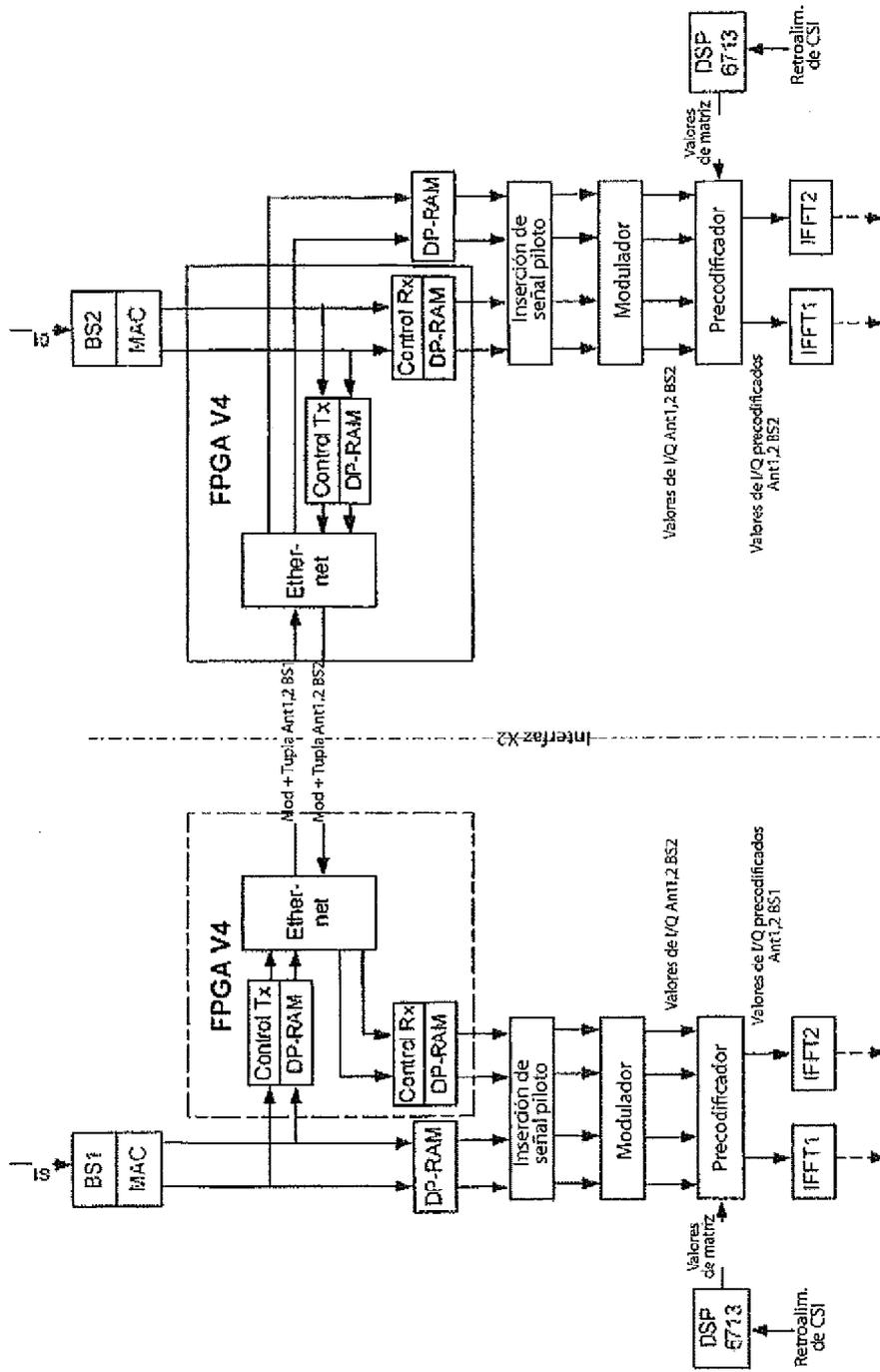
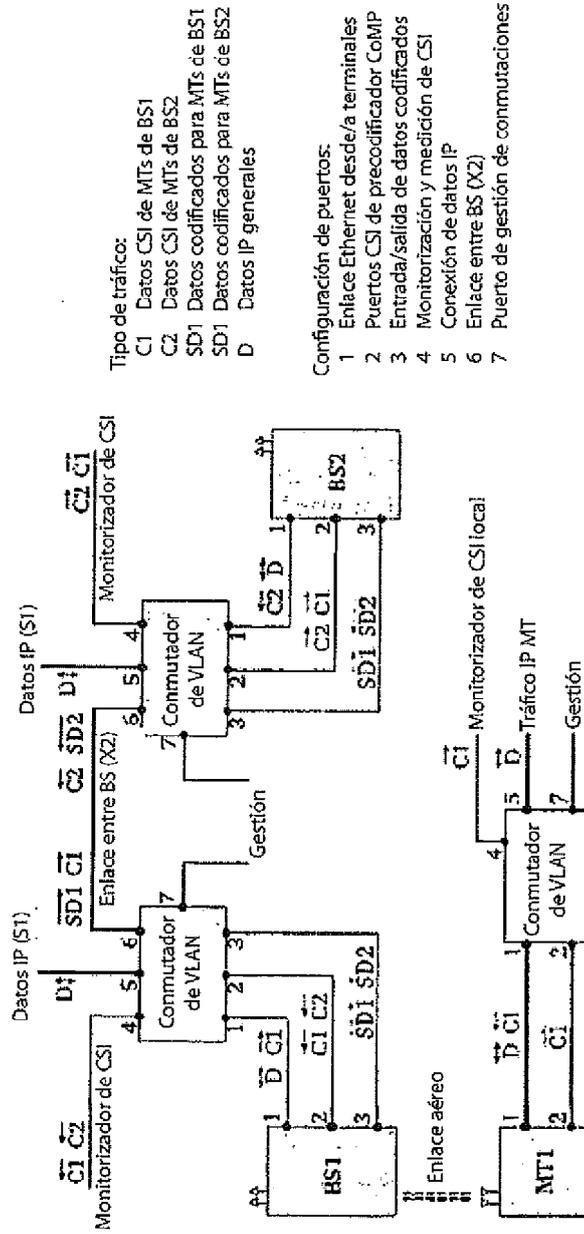


Fig. 5



Tipo de tráfico:

- C1 Datos CSI de MTs de BS1
- C2 Datos CSI de MTs de BS2
- SD1 Datos codificados para MTs de BS1
- SD2 Datos codificados para MTs de BS2
- D Datos IP generales

Configuración de puertos:

- 1 Enlace Ethernet desde/a terminales
- 2 Puertos CSI de precodificador COMP
- 3 Entrada/salida de datos codificados
- 4 Monitorización y medición de CSI
- 5 Conexión de datos IP
- 6 Enlace entre BS (X2)
- 7 Puerto de gestión de conmutaciones

Fig. 6

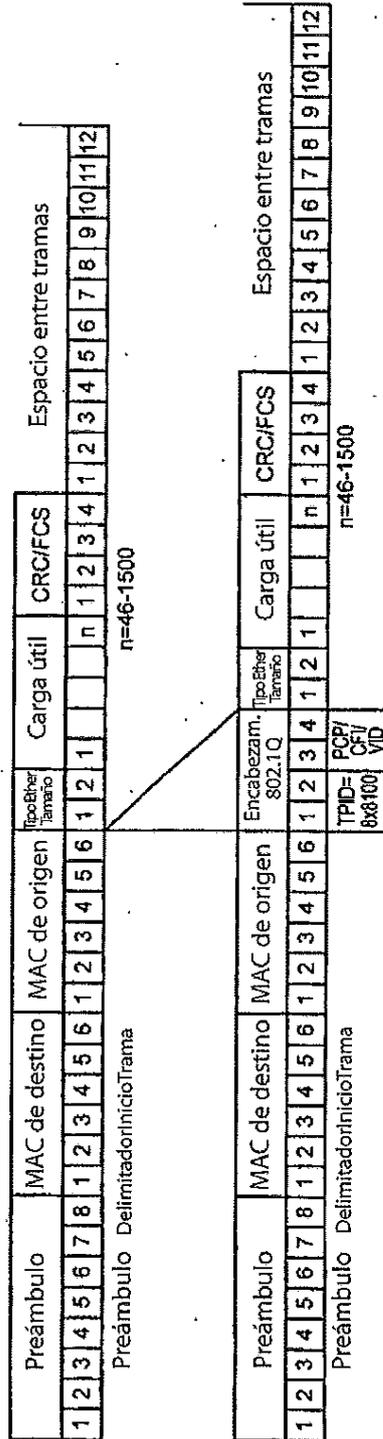


Fig.7