

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 987**

51 Int. Cl.:
H04W 16/28 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07849495 .2**
96 Fecha de presentación: **14.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2103163**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

54 Título: **Sistema de antena adaptable para diversidad y prevención de interferencias en una red de estaciones múltiples**

30 Prioridad:
14.12.2006 US 874902 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.05.2012

73 Titular/es:
**MOSAID Technologies Incorporated
11 Hines Road, Suite 203
Ottawa, ON K2K 2X1 , CA**

72 Inventor/es:
LARSEN, James David

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 380 987 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

Sistema de antena adaptable para diversidad y prevención de interferencias en una red de estaciones múltiples

Antecedentes de la invención

5 Esta invención se refiere a un método de funcionamiento de una red de comunicaciones de estaciones múltiples, a una red como tal, del tipo general descrito en las solicitudes de patentes internacionales N° WO 96/19887 y WO 98/56140.

10 Las redes de este tipo se pueden utilizar comercialmente, donde los usuarios son abonados, a los que se facturan por su uso de la red. De manera alternativa, las redes de este tipo se pueden utilizar por fuerzas de seguridad tales como policía o fuerzas militares. Otra aplicación a la que se refieren las redes de este tipo es en Redes de Área Local Inalámbricas (WLANs), donde una red inalámbrica se puede combinar con estructuras de redes convencionales para prestar servicio a usuarios de redes fijas y móviles. Tales redes son normalmente, pero no necesariamente, redes de ordenador.

15 En ciertas bandas, tal como la norma 802.11, la funcionalidad de la red puede estar comprometida por factores tales como pérdida de la trayectoria, la falta de penetración de la señal, la insuficiencia de estaciones disponibles para prestar servicio como estaciones intermedias y la abundancia de varias fuentes de interferencia.

20 El documento GB 2 349 045 A describe una estación de base, en la que para un usuario móvil particular, uno u otros más usuarios móviles son identificados como usuarios vulnerables potencialmente afectados de forma adversa por una señal de enlace descendente desde la estación de base hacia el usuario móvil particular. La estación de base determina un patrón de haz de enlace descendente que incluye ceros que son dirigidos hacia los usuarios vulnerables.

Un objeto de la presente invención es proporcionar posibilidades de conectividad en entornos de radio difíciles, tales como en entornos de baja densidad, con ecos parásitos y/o de alta interferencia.

Sumario de la invención

25 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento de una red de comunicaciones, que comprende una pluralidad de estaciones inalámbricas, siendo cada estación capaz de transmitir y recibir datos, de manera que la red puede transmitir un mensaje que comprende una pluralidad de paquetes de datos desde una estación de origen hacia una estación de destino a través de al menos una estación intermedia, donde al menos algunas estaciones tienen un sistema de antena controlable que es operativo para dirigir un cero de forma selectiva, incluyendo el método las etapas de:

30 seleccionar, en cada estación, uno o más canales de prueba para la transmisión de señales de prueba a otras estaciones;

detectar, en estaciones que tienen un sistema de antena controlable, la presencia de interferencia en dichos uno o más canales de prueba y dirigir de forma selectiva uno o más ceros hacia la fuente o fuentes de la interferencia; y

35 transmitir señales de prueba de reunión de vecinos desde cada estación sobre el canal o canales de prueba seleccionados, donde otras estaciones, que reciben las señales de prueba de reunión de vecinos desde una estación de prueba, responden directa o indirectamente para indicar de esta manera a la estación de prueba su disponibilidad como destino o estaciones vecinas intermedias;

40 en el que la presencia de dichos cero o ceros afecta a la capacidad de otras estaciones para recibir las señales de prueba de reunión de vecinos, donde las variaciones resultantes en la conectividad entre dicha estación y otras estaciones proporcionan de esta manera variaciones en la disponibilidad de estaciones vecinas para dicha estación.

Con preferencia, un cero es dirigido hacia una fuente de interferencia, donde el nivel de la interferencia excede un nivel determinado.

En una forma de realización preferida del método, el nivel predeterminado de interferencia corresponde al piso de ruido ambiente en dicho canal de prueba.

45 El método puede incluir el funcionamiento de un sistema de antena en una o más estaciones para conducir el patrón de radiación del sistema de antena con el fin de dirigir uno o más ceros hacia las fuentes de interferencia, afectando de esta manera a la conectividad de estaciones vecinas e introduciendo diversidad en las opciones de conectividad disponibles para las estaciones.

Una fuente de interferencia puede ser una estación vecina, donde cada una de dichas estaciones dirige un cero

hacia la estación vecina para reducir o eliminar interferencia mutua.

En tal caso, dos o más estaciones vecinas se dirigen ceros unas hacia las otras.

5 Estaciones con antenas controlables dirigen haces de forma selectiva, incluyen el método interrelacionar, en cada una de dichas estaciones, la localización de otras estaciones con respecto a un haz o haces particulares para comunicación en curso.

Estaciones con antenas controlables pueden supervisar dichos uno o más canales de prueba para ruido o interferencia, incluyendo el método interrelacionar, en cada una de dichas estaciones, la localización de otras estaciones con respecto a un haz o haces particulares determinados para proporcionar comunicación relativamente libre de ruido o interferencia a dichas otras estaciones.

10 El método puede incluir almacenar datos relacionados con las localizaciones interrelacionadas en cada estación, y transmitir los datos a otras estaciones en señales de prueba.

Con preferencia, una estación que transmite una señal o dato de prueba a otra estación selecciona un haz previamente determinado que está libre de interferencia o ruido.

15 Además, de acuerdo con la invención se proporciona una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de estaciones inalámbricas, estando adaptada cada estación para transmitir y recibir datos para que la red pueda transmitir un mensaje que comprende una pluralidad de paquetes de datos desde una estación de origen hacia una estación de destino a través de al menos una estación intermedia, en la que al menos algunas estaciones tienen un sistema de antena controlable que es operativo para dirigir un haz de forma selectiva, y en la que cada una de dichas estaciones es operativa para:

20 seleccionar uno o más canales de prueba para la transmisión de señales de prueba a otras estaciones;

detectar la presencia de interferencia en dichos uno o más canales de prueba y dirigir de manera selectiva uno o más ceros hacia la fuente o fuentes de la interferencia; y

25 transmitir señales de prueba de reunión de vecinos desde cada estación sobre el canal o canales de prueba seleccionados, de tal manera que otras estaciones, cuando reciben las señales de prueba de reunión de vecinos desde una estación de prueba, responden directa o indirectamente para indicar de esta manera a la estación de prueba su disponibilidad como estaciones de prueba vecinas o intermedias;

30 en el que la presencia de dichos haz o haces afecta a la capacidad de otras estaciones para recibir las señales de prueba de reunión de vecinos, donde las variaciones resultantes en la conectividad entre dicha estación y otras estaciones proporcionan de esta manera variaciones en la disponibilidad de estaciones vecinas para cada una de dichas estaciones.

Breve descripción de los dibujos

La figuras 1(a) y (b) muestran un grafo de resistencia de la señal con respecto a la distancia o tiempo que ilustra oportunidades de transmisión disponibles para una estación con una o varias vecinas, respectivamente.

35 La figura 2 es un diagrama esquemático de una red de área local inalámbrica (WLAN) que funciona en un entorno de ecos parásitos con diversidad limitada, que permite opciones de ruta disponibles entre estaciones de fuente y estaciones de destino.

La figura 3 es un diagrama similar a la figura 2, en el que está prevista micro y macro diversidad.

La figura 4 es un diagrama de bloques de las estaciones componentes utilizadas en un macro sitio y con relación a una red auxiliar utilizada para macro cobertura de área amplia.

40 Las figuras 5(a) y (b) son un patrón de elevación (vista lateral) y un patrón azimutal (vista superior), respectivamente, de energía irradiada desde una antena omnidireccional típica.

La figura 6 es una vista superior de un patrón de cobertura de haz conmutado, que cubre sustancialmente el área ilustrada en la figura 5.

45 La figura 7 es un patrón de cobertura de un sistema de matriz adaptable que dirige un lóbulo principal en la estación de usuario y que dirige un haz en la fuente de interferencia.

La figura 8 es un patrón de cobertura similar a la figura 6, donde se acumula un número predeterminado de estaciones.

Las figuras 9 a 12 son una serie de diagramas esquemáticos que muestran la conectividad entre estaciones y sus

vecinas en una WLAN.

La figura 13 es un diagrama esquemático que ilustra las opciones de ruta de relés posibles entre una estación de fuente y una estación de destino en la WLAN de las figuras 9 a 12.

5 La figura 14 es un diagrama esquemático similar a los diagramas representados en las figuras 9 a 12, donde se ha introducido una fuente de interferencia en la WLAN que afecta al patrón de cobertura de una estación A que ha dirigido un cero a la interferencia.

La figura 15 es un diagrama esquemático similar a la figura 14, que muestra fuentes adicionales de interferencia y que ilustra los patrones de cobertura disponibles en estaciones vecinas, que permite la conectividad a través de la retransmisión a estaciones que, en otro caso, estarían excluidas de la conectividad en virtud del cero.

10 La figura 16 es un diagrama esquemático simplificado de una macro red de área amplia que forma una red auxiliar de Internet privada.

La figura 17 es un diagrama esquemático de una porción de una red, tal como la ilustrada en la figura 16.

La figura 18 es un diagrama esquemático que muestra la topología típica de tal red, que comprende dos planos de conectividad.

15 La figura 19 es un diagrama esquemático que proporciona una representación alternativa de la red ilustrada en la figura 16.

La figura 20 es un diagrama esquemático de una micro ODMA WLAN que funciona en combinación con la macro red ilustrada en las figuras 16 y 17.

20 Las figuras 21 a 28 son diagramas esquemáticos de área y conectividad de un entorno urbano simplificado con edificios y torres telefónicas de células pre-existentes para un despliegue de la red de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

Las figuras 29 a 31 son diagramas esquemáticos de bloques simplificados de los principales componentes de hardware de varios tipos diferentes de estaciones que forman la macro red.

25 La figura 32 es un diagrama esquemático de la conectividad de una red de área amplia que muestra la integración de redes móviles y por cable y el uso de diferentes tipos de estaciones de la red.

La figura 33 es un ejemplo de una topología de red de una red de múltiples planos; y

La figura 34 es una vista de detalle de una célula ODMA y una nube ODMA en la red de la figura 33.

Descripción de las formas de realización

30 La presente invención se refiere, en sentido amplio, a un método de funcionamiento de una red de comunicaciones de múltiples estaciones del tipo descrito en las solicitudes de patentes internacionales N° WO 96/19887 y WO 95/56140.

35 Las redes de este tipo utilizan técnicas de retransmisión de oportunidad para transmitir datos de mensajes desde estaciones fuente hacia estaciones de destino, utilizando estaciones intermedias como relés cuando se requiera, y se refieren aquí como redes ODMA, que significa Opportunity Driven Multiple Access (acceso múltiple activado por oportunidad). La metodología ODMA se puede aplicar aquí tanto a medios de comunicación inalámbricos (típicamente radio) como también por cable. La operación básica de una red de este tipo se describe en el Apéndice A.

40 En un entorno de radio, se producen fluctuaciones drásticas en la conectividad disponible debido a pérdida de trayectoria y distorsiones de trayectorias múltiples, tales como las modeladas por desvanecimiento de Ricean y Rayleigh, que ilustran interferencia destructiva y constructiva causada por ondas. Además, si los dispositivos están en movimiento, entonces la tasa de cambio en estas fluctuaciones es todavía más pronunciada.

45 En la metodología ODMA sobre canal inalámbrico, las condiciones de la trayectoria y el ruido de fondo en cada estación vecina se determinan dinámicamente a partir de procesos de prueba y la combinación de mecanismos de prueba lenta y prueba rápida significa que cualquier estación de emisión solamente tiene que asegurarse de que algunos de los vecinos tienen un coste más bajo hasta el destino que la estación que desea enviar datos. Las conexiones medias en conectividad entre una estación fuente y una estación de destino sobre el tiempo se determinan a través de la información de coste probada, pero se utiliza un ciclo RTS/CTS para determinar las fluctuaciones exactas experimentadas entre una estación de emisión y una vecina en el momento de cualquier transmisión. A partir de estas interacciones, se toma una decisión de manera oportuna en el momento previo a la

emisión de los datos –paquete por paquete- con respecto a la mejor conectividad hacia la vecina.

Los protocolos de transporte de datos RTS/CTS utilizados con relación a ODMA se describen en las solicitudes de patentes Internacionales PCT/IB1004/004109, PCT/IB2004/004111, PCT/IB2005/003141 y PCT/IB2007/054966. De forma concisa, los mensajes se fragmentan en paquetes en la estación de emisión. Una estación con un paquete para enviar difunde un mensaje de Solicitud de Envío (RTS). Las estaciones vecinas que están disponibles y que están más próximas (a modo de gradiente) al destino retransmiten un mensaje Listo para Enviar (CTS); y posiblemente un mensaje Listo para Recibir (RTR) para sistemas de canales múltiples. El paquete de datos es transmitido a una de esas estaciones. Cuando es recibido, la estación receptora puede transmitir un mensaje Reconocimiento del Paquete (ACK) de retorno a la estación de transmisión. En la estación de destino, todos los paquetes son recogidos y reorganizados en el mensaje. Una vez que todo el mensaje ha sido recibido, se puede retransmitir un mensaje de Reconocimiento de Extremo-a-Extremo (End-to-End ACK) a la estación de origen del mensaje.

A través de la colección de vecinos en el proceso de prueba lenta ODMA y a través de la información recibida en varios intercambios RTS/CTS, se pueden enviar transmisiones ODMA en “picos de oportunidad” en conectividad. Esto significa que ODMA es capaz de aprovechar la ventaja de las mejores condiciones de conectividad que pueden estar disponibles en cualquier momento dado (incluso si estas condiciones preferidas sólo están disponibles fugazmente) y la trayectoria tomada no está dirigida a una ruta individual.

Puesto que las condiciones de conectividad en redes inalámbricas muy altamente dinámicas y variables, las condiciones que podrían experimentarse en las diferentes trayectorias disponibles no están correlacionadas típicamente unas con respecto a las otras y, por consiguiente, se crea “diversidad” (tomando rutas diferentes y experimentando condiciones totalmente diferentes). Este concepto se ilustra en las figuras 1(a) y 1(b). En la figura 1(1), se muestra una señal típica, en la que picos de oportunidad pueden ser evidentes a intervalos aleatorios. Debería ser evidente que es muy ventajoso identificar estas condiciones y transmitir en estos momentos. Como regla general, las señales tienden a desvanecerse a medida que se incrementa la distancia, pero como se muestra en los grafos, es muy posible que se pueda experimentar pérdida significativa de la trayectoria a distancias cortas, mientras que se puede experimentar una pérdida de trayectoria muy pequeña a grandes distancias,

La disposición de varios vecinos proporciona diversidad en las opciones de conectividad que están disponibles para una estación y hace accesibles más picos de oportunidad en las transmisiones; y de hecho una vez que están localizados vecinos suficientes, las oportunidades de “ráfagas” están realmente disponibles para la estación en todo momento, como se ilustra en la figura 1(b), donde se muestra un vecino adicional que está ahora disponible. La segunda señal disponible proporciona picos no correlacionados, como se ilustra. Se apreciará que si estuvieran disponibles más estaciones, el efecto sería asegurar que están disponibles oportunidades de transmisión continuamente a niveles muy altos de conectividad. En efecto, en algunas circunstancias estarán disponibles múltiples señales punta como opciones.

Donde no están disponibles señales en niveles de ráfagas punta, se apreciará que la transmisión será posible en la mejor de las opciones pobres disponibles, lo que significa que la calidad del servicio disponible es más consistente y a un nivel más alto que si estuviera disponible solamente una señal. La capacidad para transmitir en picos de oportunidad significa que son posibles rangos y tasas de datos mayores con niveles de potencia transmitida más bajos lo que, su vez, reduce al mínimo la interferencia con otras estaciones que intentan transmisiones.

La disponibilidad de múltiples opciones no correlacionadas hace que la red sea extremadamente robusta y esta diversidad es crítica en la optimización de comunicación ODMA. Típicamente, esta diversidad se crea simplemente por fluctuaciones causadas en las condiciones del medio ambiente, a través del movimiento relativo de las estaciones y las características de las trayectorias, tales como pérdida de trayectoria, distorsión de trayectorias múltiples, ruido de fondo, interferencia y otros factores.

No obstante, en ciertas circunstancias puede ser difícil obtener el nivel de diversidad requerido. Ejemplos claves de tales circunstancias son entornos muy afectados por ecos parásitos (tales como calles rodeadas por edificios relativamente altos y posicionados muy próximos, o donde existen árboles gruesos y/o vegetación); donde existen una o más fuentes significativas de interferencia en el entorno; donde existe una estabilidad relativa en las condiciones de conectividad; y finalmente donde existe un número insuficiente de estaciones disponibles para servir como estaciones intermedias de retransmisión.

La figura 2 ilustra un problema de entorno de ecos parásitos en un entorno WLAN. En la región, se puede ver que un número de estaciones están funcionando al nivel del suelo. Una estación S1 es ya capaz de transmitir un mensaje a una estación de destino D1; teniendo múltiples estaciones vecinas disponibles para servir como intermediarias en cada nodo en la ruta como se indica en la figura (a través de saltos a1 y a2). No obstante, una estación S2 desea enviar un mensaje al destino D2; donde las estaciones están separadas por un bosque denso. Posteriormente, en tal entorno afectado por ecos parásitos muchas de las estaciones tienen poca ninguna opción de vecinas en absoluto (ver los saltos b1-b4), de manera que la ruta es meramente una “cadena de margarita” de relés sin ningún beneficio

de las metodologías ODMA. La ruta en el entorno urbano estilo Manhattan puede experimentar este efecto.

Existen soluciones potenciales para aliviar este problema de ecos parásitos. Una consiste en proporcionar estaciones adicionales (o bien estaciones de abonados o estaciones de claves) en la zona; otra consiste en elevar la potencia y/o cambiar la frecuencia de modulación del canal que se está utilizando para que se incremente la penetración a través y alrededor del bosque; y otra consiste en utilizar ciertas posiciones elevadas en la región. En la figura 2, ya existen sitios altos disponibles (edificios altos y una torre de refrigeración). No obstante, como se ilustra en la figura 3, también sería posible montar una estación en una torre erigida específicamente para la finalidad.

En las etapas iniciales de un despliegue WLAN pueden existir abonados imitados y el proveedor del servicio puede desear limitar el gasto de la infraestructura, de manera que estaciones adicionales en la región pueden no ser prácticas. Además, las frecuencias de radio y los niveles de potencia de transmisión disponibles pueden ser limitados; tal como en bandas no licenciadas (tal como es aplicable en las normas 802.11).

En una localización elevada (sitio alto), la estación puede estar en una posición para emitir y recibir transmisiones desde un número mayor de estaciones y sobre distancias mayores, como se muestra en la figura 3, donde la estación fuente tiene ahora dos saltos b2 alternativos (b2-1 por debajo de la trayectoria original de la figura 2, y b2-2 hasta el sitio alto en X, proporcionando opciones adicionales del vecinas a otros sitios altos Z e Y). El salto b2 tiene también opciones incrementadas disponibles en virtud del sitio alto (b3-1 y b3-2) y, por lo tanto, se puede ver que existe divergencia creciente de opciones disponibles *en ruta* antes de converger en el destino.

De manera alternativa, se puede ver que una dirección totalmente nuevo a otro sitio elevado en Y proporciona diversidad incrementada (donde se ilustra una ruta c1-c5). El salto c3 se indica como una línea gruesa, ya que se considera en este ejemplo que la transmisión de este salto es punto-a-punto, sobre cable (incluyendo un conector de fibra) o sobre cable virtual (tal como disposición de antena dirigida, satélite, o Internet privada/pública). El enlace de los sitios con conectividad auxiliar punto-a-punto o acceso a una red auxiliar, se describe a continuación con más detalle. Las antenas en sitio alto que proporcionan conectividad descendente hacia estaciones inferiores pueden ser antenas omni-direccionales, direccionales o sectoriales, según sea apropiado, para cubrir el área de despliegue con la mejor ventaja de ganancia.

Este nivel auxiliar de conectividad es significativamente ventajoso en un despliegue amplio de área y se utiliza en células "macro", donde las estaciones están dirigidas a áreas inferiores (que se pueden dirigir de manera general o específica en ciertas localizaciones). Incluso con bandas 802.11a/b/g, tal hueca cubierta por una macro célula podría ser mucho mayor que una célula GSM en virtud de las técnicas ODMA incorporadas. La figura 4 muestra los componentes incluidos en las estaciones de macro sitios de una forma de realización de la invención, utilizando terminología descrita y detallada más ampliamente en el Apéndice A.

No obstante, el despliegue de estaciones en localizaciones altas puede crear también más problemas de interferencia. Esto es debido a que las condiciones mejoradas de conectividad disponibles en posiciones elevadas dan también, en general, como resultado más ruido e interferencia que son recibidos efectivamente en la radio. En las bandas 802.11 no licenciadas, el ruido y la interferencia pueden ser recibidos desde muchas fuentes, tales como hornos de microondas, sistemas de iluminación, otros sistemas de comunicación como puntos de acceso WiFi, dispositivos Bluetooth y teléfonos inalámbricos e incluso procesadores de ordenadores de alta velocidad. En sitios altos, las condiciones de conectividad tienden a ser más estables, puesto que el movimiento relativo de las estaciones es menos marcado y, en general, existe menos distorsión de trayectorias múltiples para formar los picos y valles distintivos en las resistencias de las señales entre las estaciones; de esta manera, con menos interferencia constructiva y destructiva existen menos oportunidades creadas y diversidad reducida.

Ya sea a baja o alta elevación, pueden estar presentes fuentes particulares de interferencia que afectan perjudicialmente a las comunicaciones. Un objetivo de la presente invención es utilizar técnicas de antenas adaptables en estos entornos. Como un punto inicial de referencia, existen últimamente dos técnicas (solas o en combinación) para abordar problemas de interferencia con el fin de proporcionar comunicación efectiva. Una manera consiste en incrementar la relación entre señal e interferencia incrementando la ganancia en la dirección de la señal deseada e incrementando la resistencia de la señal. La otra consiste en crear la relación dirigiendo un cero hacia la fuente de la interferencia para reducir el efecto de la interferencia. Un cero atenúa la señal para reducir (anular) el nivel de una fuente particular hasta un nivel aceptable (con preferencia por debajo de niveles de suelo de ruido ambiente de fondo).

Existen muchos tipos diferentes de antena, que proporcionan típicamente alguna variante de patrones de cobertura de radiación omni-direccional, direccional o sectorial. La figura 5 muestra los patrones de elevación (vista lateral) y patrones azimutales (vista superior) de energía irradiada desde una antena omni-direccional típica. La ganancia de potencia de la antena es la relación entre la entrada de potencia en la antena y la salida de potencia (normalmente medida en dBi; la ganancia logarítmica con relación a una antena isotrópica (patrón de radiación esférica perfecta) que tiene una ganancia lineal de uno). La ganancia directiva es una medida de la concentración de la potencia irradiada en una dirección particular y se expresa normalmente como una relación de la intensidad en una

orientación dirigida (sobre azimuts restringidos) con respecto a la intensidad media.

Los sistemas de antenas de matrices adaptables (que adaptan sus patrones de cobertura) y los sistemas de antenas de haces conmutados (que utilizan estrategias combinadas de haces de antenas múltiples para formar haces con selectividad especial) están disponibles, sien do referidos, en general, como “sistemas de antenas inteligentes”. La cobertura puede ser dirigida en azimut y elevación. Ambos sistemas incrementan la ganancia formando patrones de haces específicos de acuerdo con la localización del usuario, u otras estaciones, en comunicación con la estación de antena inteligente (dirigiendo el lóbulo principal en los usuarios/estaciones) aunque los sistemas de antenas de matrices adaptables tratar de seguir y reducir al mínimo la interferencia. La figura 8 muestra una vista superior de un patrón de cobertura de haces conmutados típico, que cubre sustancialmente el área ilustrada en la figura 5.

Aunque un sistema de matrices adaptables puede dirigir el lóbulo principal al usuario y dirigir un cero a la fuente de interferencia (como se muestra en la figura 7), el objetivo principal de ODMA es la colección de un número predeterminado de vecinos que será variable cuando las condiciones cambian y/o cuando las estaciones se mueven o se desconectan, etc. Por consiguiente, como se muestra en la figura 8, la presente invención proporciona patrones de cobertura para extenderse como se requiera para mantener el número requerido de estaciones (negro sólido) como vecinas a través de prueba a partir de las estaciones disponibles (blanco). En esta figura, un cero ha sido dirigido a la fuente de interferencia para reducir al mínimo el efecto de la interferencia, manteniendo al mismo tiempo la cobertura en todo lugar. Se puede ver que la formación del cero ha excluido una de las estaciones (blanca) de ser considerada como una vecina potencial.

En efecto, la interferencia podría emanar realmente a partir de una de las vecinas de la estación cuando esa estación trata de transmitir y recibir mensajes con sus propias estaciones vecinas. En tales circunstancias, la estación que recibe la interferencia puede asistir a la otra estación de transmisión dirigiendo un cero a la vecina que transmite y recibe datos, antes de que la propia estación transmita sus propios mensajes.

De esta manera, con una sola estación dirigiendo el cero, la vecina original será capaz de enviar y recibir mensajes a niveles inferiores de potencia sin experimentar interferencia desde la estación propiamente dicha que está transmitiendo y recibiendo ahora datos; y la estación que está ahora comunicando no estará expuesta a la interferencia desde la vecina original y, por consiguiente, se pueden reducir al mínimo sus propios niveles de potencia de radiación emitida hacia su grupo modificado de vecinas. En otras palabras, la dirección del cero a la vecina beneficia a ambas estaciones e incrementa la probabilidad de que la transmisión y la recepción tengan éxito. Evidentemente, los ceros podrían dirigirse entre sí por ambas estaciones para efectuar un aislamiento más completo.

No obstante, en el contexto ODMA, debería ser evidente que el uso de gradientes es útil para una estación que desea enviar un mensaje para mantener un número suficiente de vecinas alternativas con costes más bajos hacia el destino que la estación emisora, que se puede seleccionar de manera oportunista cuando se han dirigido uno o más ceros a otras estaciones u otras fuentes de interferencia.

Aunque la transmisión de pruebas lentas y rápidas requerirá típicamente el tipo de patrón mostrado en la figura 8, puede ser posible generar más ganancia dirigiendo un haz distintivo sobre una estación particular, si es necesario, una vez que una estación ha sido identificada para comunicación. Además, puede ser posible enviar mensajes RTS p CTS a ciertas estaciones utilizan haces distintivos a las estaciones, reduciendo al mismo tiempo los haces en los otros sectores para asegurar que los niveles de transmisión son adecuados y evitar la interferencia con los ceros formados. En los procesos de reunión de vecinos ODMA, el nivel de ruido de fondo de una estación es comunicado a otras estaciones para que las otras estaciones puedan determinar el nivel de potencia requerido para comunicarse con la estación. Como tal es posible que una estación asocie las estaciones a un haz o haces particulares para comunicación en curso y conecta y desconecta los haces con la finalidad de recibir o transmitir los mensajes RTS/CTS o los datos sobre la base de criterios de evitar interferencia.

También es posible explorar diferentes canales para asociar cualquier ruido o interferencia con respecto a los canales, los tipos de interferencia (por ejemplo, si está provocada por el hombre o es natural, un tipo de fuente particular, intermitente, continuo, etc.) y los haces que están afectados; de manera que es posible simplemente saltar con un grado razonable de confianza a un haz libre de interferencia/ruido previamente determinado. Estas asociaciones podrían almacenarse en las tablas vecinas de las estaciones y comunizarse a otras estaciones a través de prueba o en los ciclos TRS/CTS.

En general, es preferible reducir la interferencia dirigiendo ceros a la fuente de interferencia, ya que esto reducirá la potencia necesaria para transmitir mensajes entre otras estaciones. No obstante, la interferencia puede emanar de múltiples fuentes, en particular en áreas de cobertura omni-direccionales. Mediante la anulación se excluirán vecinas ruidosas; y demasiados ceros limitarán la diversidad disponible. Las antenas de haces conmutadas y las antenas de matrices en fase pueden dirigir ceros dinámicamente, que crearán también picos y valles en la zona de cobertura que afectarán a las condiciones de conectividad experimentadas por las vecinas como señales transmitidas reforzadas y debilitadas.

Por consiguiente, la creación dinámica de ceros en fuentes de interferencia dominantes, y la conmutación dinámica de antenas creará de manera automática diversidad entre las estaciones que están vecinas entre sí ejerciendo influencia sobre las condiciones de conectividad y de esta manera variando las oportunidades que estarán disponibles. Algunas estaciones experimentarán mala conectividad en virtud de los ceros y/o ganancia incrementada dirigida en ciertas direcciones, mientras que otras identificarán picos de oportunidad. Por lo tanto, en lugar de supervisar simplemente las condiciones de conectividad en el entorno y de reaccionar, el sistema de antenas será capaz de reducir el impacto de ciertas fuentes de interferencia momentáneamente, permitiéndole comunicarse a niveles de potencia más eficientes con las estaciones que son relevantes y mover el (los) cero(s) según sea necesario para comunicarse con las varias estaciones.

Para comprender esto, se supone que la ilustración de la figura 1 muestra señales que crean condiciones de interferencia. Debería ser evidente que sería ventajoso localizar los intersticios en la interferencia para reducir al mínimo el efecto de la interferencia, en cuyo caso los picos de oportunidad para enviar información a través de la interferencia serían realmente los valles identificados en la señal de interferencia. Estos valles son esencialmente los intersticios en las condiciones difíciles y una estación puede aprovecharlos para enviar señales a niveles mínimos de potencia y reducir al mínimo su propia contribución al entorno difícil de interferencia. Dirigiendo un cero a una fuente de interferencia se reducirán los valles creados en las señales experimentados y de esta manera se crearán oportunidades.

De esta manera, una estación puede localizar y utilizar los segmentos claros o taladros/intersticios en la interferencia, que están disponibles en un entorno ruidoso y transmitir los datos donde otros mecanismos de transporte que siguen una trayectoria definida simplemente fallarían.

Este concepto de ilustra de forma esquemática en las figuras 9 a 15. La figura 9 muestra un número de estaciones A a F en una región WLAN. Utilizando técnicas básicas de ODMA sobre inalámbrico, la estación A reúne y mantiene 5 vecinas próximas (B-F). La figura 10 muestra una vista superior simplificada de la cobertura de radiación en un momento particular de tiempo durante la prueba. En la figura 11, cada una de las vecinas de A ha reunido, a su vez, 5 vecinas (algunas de las cuales son compartidas) y la figura 12 muestra las vecinas reunidas por las vecinas de las estaciones B y C (evidentemente las vecinas de D, E y F serán también vecinas asociadas, pero esto no se muestra para mayor claridad). La figura 13 muestra que existen numerosas rutas que podrían tomarse (y combinaciones de ellas); se muestran cuatro trayectorias iniciales que parten de A, donde cada nodo a lo largo del camino tiene varias opciones que estarán disponibles de manera oportunista.

No obstante, si se introduce una fuente de interferencia en la red de la figura 10, como se ilustra en la figura 14, la antena en la estación A responde dirigiendo un cero en la dirección de la fuente de interferencia (como se muestra en el patrón de cobertura): Como una consecuencia, la estación C no es ya visible para la estación A; y en su lugar las muestras lentas identifican G como una nueva vecina próxima.

En la figura 15, varias fuentes de interferencia han provocado que las estaciones A, B y D dirijan ceros en respuesta (se muestran patrones de cobertura para las estaciones B, A y D, respectivamente (desde arriba hacia abajo en el dibujo), indicando que la interferencia no afectará necesariamente a todas las estaciones por igual o en todo caso en función de su resistencia, patrón de cobertura y las condiciones de conectividad en cada estación). Por lo tanto, aunque A no tiene conectividad con X en virtud del cero dirigido a la fuente de interferencia, A puede enviar todavía un mensaje a X a través de B. A podría enviar también un mensaje a C a través de D; aunque se apreciará que A se puede comunicar también con C, a pesar de la interferencia que afecta a A, ya que la interferencia no afecta a X o C. Debería indicarse que en un sistema convencional, incluso utilizando antenas inteligentes, la estación A no habría sido capaz de comunicarse con la estación C o X, ya que tales sistemas están enfocados a un intercambio uno-a-uno. Es la capacidad para encontrar una nueva trayectoria alrededor de la interferencia de manera oportunista lo que permite solucionar el problema de la interferencia.

Otro mecanismo para evitar la interferencia en un entorno de red ODMA consiste en utilizar el sitio auxiliar o macro introducido en la figura 3. Si una o más de las antenas descritas anteriormente estuvieran cableadas entre sí, para proporcionar enlaces muy rápidos y fiables, sería posible saltar fuera de una zona inalámbrica con alta interferencia, luego saltar a través de la conexión cableada sobre un enlace o red auxiliar y luego saltar de nuevo a la WLAN (eludiendo la interferencia). En efecto, en entornos afectados por ecos parásitos a nivel del suelo, las estaciones con las antenas descritas anteriormente podrían localizarse en el nivel del suelo más afectado por ecos parásitos, de tal manera que cierta interferencia podría ser anulada con el fin de recibir una señal clara desde la estación de comunicación. El siguiente salto podría ser a través de ODMA sobre Ethernet y a través de una conexión cableada con el edificio hasta el sitio alto de la parte superior del techo, donde el siguiente salto podría ser a través de una red auxiliar, tal como ODMA sobre Internet; o el salto siguiente podría ser inalámbrico de nuevo sobre el mismo canal (para reutilizar los recursos del canal) o sobre un canal diferente (por ejemplo, 802.11a en lugar de 802.11g utilizado en el suelo). En cualquier caso, se evitaría la interferencia.

Esto proporciona macro diversidad entre estaciones inalámbricas (estaciones A en la figura 4) al nivel del suelo y macro diversidad en el sitio alto. Se considera que las estaciones cableadas serán estaciones de claves de acceso

(estaciones B) con una o más estaciones con los sistemas de antena descritos que, a su vez, estarán cableadas a estaciones de concentradores (estaciones C). En la forma de realización ilustrada en la figura 4, enlaces de microondas entre los macro sitios forman una nube de conectividad privada. Los enlaces de microondas podrían ser una "Internet" privada (red IP) y/o podrían estar conectados a Internet en todas las direcciones (conferir navegación por Internet). Incluso en una red de Internet privada, las direcciones de Internet privada serán asignadas a las estaciones que serán requeridas para informar al Servidor de Registro de Localizaciones y Adaptación y a los Servidores de Autenticación y Certificación. La metodología ODMA sobre Internet se describe en la solicitud de patente internacional PCT/IV2006/001274 y no sólo es más económica de desplegar (estando compuesta por componentes estándar en almacén) que una red cableada (tal como Ethernet, sino que también es más eficiente en términos de capacidad y rendimiento; ya que es punto-a-punto y utiliza menos gastos de recursos debido a la funcionalidad "vecinos a demanda".

La figura 16 ilustra en una forma esquemática simplificada la red de área ancha de macro sitios, donde las claves de acceso están enfocadas hacia abajo en diferentes direcciones hacia el nivel del suelo y algunas pueden estar posicionadas al nivel del suelo. En efecto, se pueden utilizar claves de refuerzo para retransmitir desde el macro sitio, fuera de los techos de las casas más cerca del suelo, y luego transmitir a edificios (aunque esto es menos relevante, ya que la densidad de abonados alcanza la masa crítica necesaria para la penetración total interior). Los macro sitios se pueden conectar a uno o más macro sitios por conexión de cable o conexión de cable virtual.

La figura 17 muestra una porción de una red que incorpora la funcionalidad mencionada anteriormente; que tiene un dominio inalámbrico ODMA (estaciones-A) de nivel bajo (afectado por ecos parásitos) en comunicación con claves de acceso (estaciones B) que están localizadas típicamente a nivel del suelo (aunque no necesariamente). En la forma de realización ilustrada, las claves de acceso (802.11g) están cableadas a través de concentrador (estaciones C) hasta las radios de sitios altos proporcionando conectividad a los macro sitios (a través de 802.11a). Los macro sitios están, a su vez, en comunicación con otros macro sitios (típicamente por canales exclusivos de punto-a-punto). La figura 18 muestra la topología de una red de este tipo, que comprende dos niveles (tiers) de conectividad, con el nivel superior (que forma la red auxiliar central optimizada) elevado fuera de los ecos parásitos utilizando conexiones optimizadas.

En la forma de realización ilustrada en la figura 17 las conexiones son conexiones inalámbricas dirigidas punto-a-punto por cable "virtual", pero éstas podrían ser cualquier conexión punto-a-punto tal como fibra óptica, microonda, etc. Las redes inalámbricas y auxiliares están conectadas juntas por medio de concentradores, que tiene la capacidad de comunicarse en diferentes protocolos ODMA (inalámbrico, Ethernet e Internet; cada uno de los cuales puede utilizar mecanismos de transporte de datos especializados accionados por oportunidad). De esta manera, debido a que el nivel superior está altamente optimizado, se puede esperar conectividad de alto rendimiento y esto permite que fluyan tasas muy altas de capacidad de rendimiento a través del nivel "por cable". Las estaciones en el eco parásito inalámbrico solamente tienen que encaminarse a través de 1 a 4 saltos (más o menos) para acceder a un sitio que tiene conectividad con el nivel superior, o el encaminamiento se puede efectuar todavía sin hilos sobre más saltos, si es necesario. No obstante, debido a que las estaciones no son exclusivas de un concentrador individual para acceder al nivel IP, siendo posible saltar sin hilos a otras que pueden estar accesibles, el encaminamiento puede tener lugar sobre las mejores trayectorias disponibles en cada momento.

Debería apreciarse que la parte auxiliar "por cable" de la red no es necesariamente la red de retorno de Internet como tal (aunque podría ser). Los servidores de gestión requeridos para operar la red, y las puertas de enlace a las aplicaciones, se conectan a través de la red auxiliar y pueden estar localizados a distancia con respecto a las partes inalámbricas de la red que, a su vez, pueden estar conectadas alrededor de todo el mundo. Además, puesto que las puertas de enlace y los servidores de la red se pueden emplazar en cualquier lugar que tenga conectividad con la capa de la red auxiliar, se incorpora redundancia y los dispositivos de los abinados tendrán la capacidad de seleccionar puertas de enlace de una manera oportunista.

De manera alternativa, en sistemas de escala más pequeña para una WLAN discreta sobre un área grande es posible disponer las estaciones de banda-a y de banda-b 802.11 de la figura 17 directamente con una conexión por cable continua. Esto permitiría a los usuarios inalámbricos encaminar a través de una clave "por cable" sobre la banda-g que podría saltar a través del cable hasta una estación en la banda-a, luego a sitios altos en la banda-a, haciendo saltos muy grandes y eficientes sobre múltiples sitios altos, según sea necesario, antes de retornar a la banda-g.

La figura 19 muestra que la naturaleza de punto-a-punto de los macro enlaces de la figura 16 forma efectivamente una nube de conectividad de red amorfa (justamente como Internet, en general, a escala más amplia). La nube se puede extender añadiendo más enlaces entre los macro sitios altos y los concentradores.

La figura 20 muestra la actividad ODMA inalámbrica en áreas seleccionadas de marco cobertura. No solo el macro sistema crea diversidad adicional proporcionando acceso a una red auxiliar, sino que se verá que ODMA por cable opera también a un nivel macro y un nivel micro. Anulando la interferencia en los sitios altos, es posible obtener saltos muy largos de ODMA por cable entre los macro sitios (además de o en combinación con las conexiones por

cable o por cable virtual) y con abonados y claves siguientes, incrementando, además, de esta manera la diversidad.

También debería apreciarse que donde dos o más unidades o estaciones ODMA están conectadas (cableadas) juntas adosadas, entonces suponiendo que existe aislamiento suficiente entre los haces de los dos sistemas, la combinación será capaz de transmitir datos que han sido recibidos casi inmediatamente después de la recepción, lo que reduce el retraso de retransmisión. El aislamiento se puede conseguir utilizando diferentes canales, o incrementando las distancias físicas entre las estaciones, o adaptando una o más estaciones sus patrones de haces y dirigiéndose ceros entre sí. Esto permite la reutilización incrementada de los canales e incrementa el rendimiento y la eficiencia.

La formación del haz se puede con seguir por tres mecanismos ampliamente definidos. Un haz individual puede oscilar alrededor de un área a través de posiciones de exploración definidas, permaneciendo en cada posición durante un periodo predeterminado. Esto se designa con "exploración" y no es particularmente eficiente, puesto que mientras el haz está bloqueado en una posición, puede perder oportunidades en otras posiciones. En un contexto ODMA, esto creará oportunidades, pero los vecinos reunidos no serán estables (en función de la estrechez del haz).

Un método de haces múltiples incrementa la complejidad, pero proporciona sensibilidad mejorada con respecto a la capacidad de recepción y los haces estrechos se pueden utilizar para transmisión, lo que es muy rápido y eficiente. Un método de omni-haz o haz amplio implica supervisar ampliamente y converger sobre un punto cuando sea apropiado. Este mecanismo utilizaría el mecanismo RTS/CTS, pero adolece de la misma cuestión que el método de exploración porque se pueden perder otras oportunidades mientras se enfoca.

No obstante, las limitaciones de la exploración y del omni-haz se pueden mitigar si se conectan por cable dos o más unidades (como una unidad combinada individual o como dispositivos independientes), en cuyo caso una estación podría supervisar ampliamente los vecinos, mientras la otra converge según sea necesario. Evidentemente, se requieren dos o más receptores para este método, pero si existen dos o más transceptores, la combinación puede probar y transmitir al mismo tiempo.

La ventaja de tener las estaciones separadas es que la estación que supervisa ampliamente podría colocarse en una localización elevada (tal como el techo) mientras que la otra explora y se comunica más abajo (al nivel de la calle con ecos parásitos, por ejemplo). Tales sistemas se pueden diferenciar de las técnicas de sectorización convencionales puesto que las estaciones localizadas son supervisadas ampliamente, pero las estaciones y los patrones de haces utilizados son seleccionados y adaptados de manera oportunista en el momento de la transmisión.

En el nivel superior, los dos factores principales que conducen a oportunidades serán interferencia (de fuentes externas y generada desde la propia red) y carga de tráfico.

La cantidad de datos que circulan a través de la red cargará efectivamente la red dinámicamente; y puesto que el tamaño tampón de la estación se puede utilizar en el cálculo de la función de coste, las variaciones en la carga producirán efectivamente oportunidades a medida que las transmisiones de datos fluyen a través de la red. A medida que fluyen más datos, la propia red comenzará a contribuir a la interferencia experimentada en otras partes de la red; y esto también tendrá que evitarse a través de la conmutación de canales y antenas por la selección de radios descritas a continuación.

En el nivel superior se pueden proporcionar "clústeres" de radios en cualquier sitio alto, que están conectadas típicamente junto con ODMA sobre Ethernet. Cada una de las radios pueden ser operativas en un canal diferente, o explorando canales libres de interferencia; por consiguiente, estas radios están creando, en efecto, un entorno de haces múltiples o de canales múltiples y, como tales, experimentarán diferentes niveles de interferencia sobre los diferentes haces y canales.

Las condiciones de interferencia se pueden contabilizar en la función de coste aplicada en la prueba rápida y se pueden detectar de manera oportunista, ya que esta información se incluye en las pruebas y es utilizada por otras estaciones en la evaluación del coste. Incluso donde se aplica un protocolo de transporte de datos simplificado más rápido, que no utiliza la conmutación de canal y la selección oportunista en el nivel de transporte de datos, las características de los haces múltiples y de los canales múltiples proporcionadas por el clúster de radios producirán efectivamente un entorno oportunista adaptable; puesto que el ODMA sobre Ethernet y la prueba rápida y la prueba lenta redirigirán la carga de tráfico sobre las diferentes radios en el clúster a medida que cambian sus funciones de coste, como se detecta por los mecanismos de prueba lenta y prueba rápida.

El resultado es que los datos serán dirigidos todavía de manera oportunista a radios más óptimas y a los canales y antenas asociados, incluso donde no se utilizan protocolos de transporte de datos más potentes y robustos. En estas circunstancias, las oportunidades se detectarán predominantemente a través de los procesos de prueba rápida y prueba lenta y los datos seguirán todavía rutas oportunistas desde cada sitio alto (clúster) hasta otros sitios altos (clústeres), puesto que las variaciones en la interferencia y en la carga de tráfico provocan cambios en las funciones de costes. La carga de datos y el tamaño tampón de datos acumulados se pueden utilizar también en la selección de

la radio en el clúster seleccionado para uso en el salto siguiente, ya que esta información puede ser incluida en la función de coste y entonces detectada como parte de la prueba rápida. Esto compensará el transporte de datos simplificado.

5 El uso de un protocolo de transporte de datos simplificado (y más frágil) en la capa superior permite el flujo más rápido de datos en buenas condiciones entre dos estaciones; y la provisión de la trayectoria es buena y la ganancia del sistema para que éste sea fiable. No obstante, la interferencia y el ruido harán en último término que cualquier enlace individual sea poco fiable y, por consiguiente, fluctuará la tasa efectiva de datos. El uso de opciones que se pueden seleccionar de forma oportunista utilizando un clúster de radios con diferentes patrones de haces, o en diferentes canales, o localizados en diferentes partes del edificio o torre celular, permite evitar la interferencia. En 10 estas circunstancias, se proporciona efectivamente un cero en la dirección del ruido o interferencia utilizando el edificio para protección contra interferencias, o debido al patrón del haz de la antena, etc. Los datos necesitarán potencialmente seguir diferentes trayectorias seleccionadas de forma oportunista dentro de clústeres, y de un clúster a otro y, si es necesario, la trayectoria puede incluir más saltos para acceder al clúster de destino. De cualquier manera, la trayectoria de saltos múltiples de un clúster a otro se puede realizar de manera muy fiable y más inmune a 15 interferencia, manteniendo al mismo tiempo alto rendimiento debido al transporte más rápido de datos. En estas circunstancias, las oportunidades están siendo detectadas dentro del clúster, en oposición a en cada radio del clúster. Cada radio del clúster será capaz de seleccionar qué vecina utilizar de manera oportunista, pero esto será principalmente en el nivel de prueba rápida y en el nivel de prueba lenta.

20 La figura 21 muestra de forma esquemática un entorno urbano simplificado con edificios y torres telefónicas celulares pre-existentes de acuerdo con otra forma de realización de la invención, además del despliegue de la red de dos niveles descrito anteriormente, es posible desplegar topologías arquitectónicas de niveles múltiples en un entorno de este tipo. Utilizando sitios localizados muy por encima del clúster (mástiles, torres o edificios altos) es posible proporcionar transmisiones a velocidad muy alta y con alto rendimiento sobre antenas de alta ganancia (apuntando unas hacia las otras como antenas direccionales o como sistemas de haz vertical por sectores y/o 25 estrecho) entre estos sitios. Estas antenas solamente pueden tener visión de un o dos sitios más, pero proporcionando diferentes direcciones y canales, cada sitio puede ser capaz de formar una red de malla con múltiples estaciones similares.

30 En la figura 22(a), se muestra un enlace de antena exclusiva dirigida punto-a-punto entre dos estaciones. En la figura 22 (b), se ha añadido un haz vertical estrecho (360 grados) a una antena de haces múltiples. La antena puede ser una antena de haces múltiples, en cuyo caso si la supervisión tiene lugar en haces múltiples, muchos receptores deberían estar activos al mismo tiempo o la antena podría ser un antena de haz conmutado (con una radio) como se muestra en la figura 6. En cualquier caso, está disponible al menos una radio nueva separada (y, por lo tanto, un segundo canal). En la figura 22(b), es más adecuado desplegar una antena de haz conmutado. En la figura 22(c) se ha incluido un tercer canal.

35 Tres estaciones en comunicación entre sí se ilustran en la figura 22 (d), y los canales disponibles entre las estaciones se representan en la figura 22 (e). Las antenas adicionales en las figuras 22(c) y (d) serían de manera más adecuada receptores / transmisores múltiples de haces múltiples, ya que existe más conectividad. Formando un haz estrecho individual sobre la pluralidad de canales se crea efectivamente un cero en otro sitio que previene la interferencia.

40 Estaciones similares se representan en la figura 23(a), que muestra los canales y la naturaleza del haz estrecho y los enlaces de alta ganancia exclusivos; y esta conectividad se representa de forma simplificada en la figura 23 (b). En las figuras 23 (c) y (d), donde se ilustran otras estaciones similares con conectividad sobre la red (pero no se contemplan en la descripción siguiente) las estaciones están localizadas en la parte superior de torres u otros sitios muy altos. Este nivel superior en la forma de realización ilustrada funciona típicamente en 802.1a, donde múltiples canales ortogonales están disponibles y se reduce la interferencia entre ellos través de la separación. Estas 45 estaciones probarán y descubrirán otras estaciones en el nivel superior y se combinarán entre sí, permitiendo un rendimiento muy alto (10s de Mbps) sobre distancias grandes (5 – 10 km debido a las antenas de línea de visión, de alta ganancia)

50 Como se ilustra en la figura 22 (e), si el receptor está bloqueado o experimenta interferencia, el canal podría conmutarse y podría dirigirse un cero en la dirección de la interferencia (por ejemplo, una flecha negra sustituida por una flecha blanca). En virtud de los ceros y del haz enfocado, se crearán oportunidades de forma automática a medida que la carga de tráfico fluctúa y los resultados de prueba son afectados. Debe apreciarse que incluso con los niveles más estructurados de comunicación, las comunicaciones son todavía de naturaleza más oportunista en virtud de las grandes fluctuaciones en interferencia que están presentes; pero no existe ningún intento de optimizar ninguna ruta específica o establecer una ruta predeterminada. No obstante, los niveles superiores de la red serán 55 todavía estables con relación a condiciones de ODMA sobre cable en el nivel más bajo, ya que existen menos vecinos y los enlaces entre los nodos son más estables. Esto permite el uso de protocolos de transporte de datos más rápidos, pero menos robustos.

En las figuras 23 (b) y (c) se apreciará que incluso con haces estrechos puede ser posible que los nodos provoquen interferencia entre sí, pero por selección de haces alternativos se puede evitar todavía la interferencia dirigiendo ceros y ganancias efectivamente. Por ejemplo, las torres 1 y 3 podrían estar en comunicación sobre un canal, al mismo tiempo que las torres 3 y 5 están tratando de comunicarse. Puesto que las tres torres están posicionadas aproximadamente en una línea recta, las transmisiones desde la torre 1 pueden interferir con la recepción en la torre 5. En efecto, si el enlace entre las torres 1 y 3 está funcionando bien, no será deseable perjudicar la conexión. Una solución consiste en cambiar el canal de uno de los enlaces; pero existe otra solución que permite reutilizar el canal.

Con el fin de comunicarse con la torre 5, en su lugar la torre 3 podría enviar datos a través de la torre 4, por ejemplo (lo que en virtud del haz estrecho puede evitar la vista de las torres 1 y 5 sobre el canal). Los datos se pueden encaminar entonces hacia la torre 5 a través de la torre 6 o la torre 4 puede ser capaz de establecer la torre 5 como un vecino. Evitando cualquier interferencia de esta manera, seleccionando haces discretos en direcciones que no apuntan a otras torres, se facilita la reutilización óptima del tráfico.

Debajo del nivel superior está un nivel intermedio, como se ilustra en la figura 24, donde las estaciones localizadas sobre sitios altos están en conectividad exclusiva con una o más de las estaciones sobre el nivel superior. En la presente forma de realización, esto se realiza a través de una antena dirigida de alta ganancia sobre la banda 802.11aa con línea de visión. En las figuras 25 (a) y (b) se puede ver que las estaciones pueden tener también antenas de haces verticales relativamente estrechas, o antenas dirigidas o sectoriales, que operan horizontalmente para permitir a las estaciones de nivel intermedio acoplarse entre sí (probando y descubriendo vecinos). Las estaciones sobre el nivel intermedio tienen también antenas (que operan sobre 802.11g) dirigidas hacia abajo hacia el nivel inferior afectado por ecos parásitos (típicamente el nivel de la calle) como se muestra en las figuras 26 (a) y (b). Las estaciones de banda-a y banda-g están típicamente cableadas entre sí utilizando ODMA sobre Ethernet, permitiendo a las estaciones de banda-g ser localizadas sobre los tejados, o al nivel de la calle, según se desee.

Los tres niveles distintos, con interconectividad, se muestran de forma esquemática en la figura 27 y un despiece más detallado de conectividad se ilustra en la figura 28. En el nivel superior pueden estar disponibles enlaces sobre un clúster de diferentes canales y están altamente optimizados, con antenas dirigidas exclusivas o antenas de haces verticales estrechas con excelente línea de visión. Típicamente las estaciones exploran todos los canales disponibles y determinan uno o más canales que son apropiados. Es probable que un canal sea mantenido como un canal fijo para la transmisión, pero se pueden utilizar más canales en paralelo, para redundancia o para compensación de la carga, según sea apropiado.

Se pueden prever múltiples transceptores en el clúster, enlazados por ODMA sobre Ethernet, y producirán haces fijos como se ilustra en la figura 6 uniendo los clústeres; donde el tráfico es recibido de forma automática sobre un haz, emitido a través de ODMA sobre Ethernet, y luego transmitido fuera de otros haces o antenas. Estos enlaces son evidentemente menos robustos que ODMA sobre inalámbrico normal, pero debido a la optimización los canales son altamente efectivos. Están disponibles picos de oportunidad debidos a la interferencia, ruido y fluctuaciones en la pérdida de la trayectoria, lo que conduce a picos y valles a medida que las antenas son conmutadas y se utilizan diferentes canales. Está disponible diversidad en virtud de los canales disponibles, y la disponibilidad de otras estaciones engranadas para retransmitir. Los picos de conectividad están dirigidos hacia abajo desde el nivel superior hasta el nivel intermedio, utilizando antenas dirigidas exclusivas con alta ganancia. Un número de antenas podrían apuntar hacia abajo hacia el nivel siguiente, o sustancialmente horizontal sobre el mismo nivel para proporcionar diversidad de la misma manera.

En el nivel intermedio, se utiliza el mismo protocolo de transporte de datos de alta velocidad que en el nivel superior. Las estaciones en este nivel están típicamente en edificios de nivel medio, y tienen conectividad de banda-a con el nivel superior, y conectividad de banda-g (cableadas a la radio de banda-a) para acceder al nivel inferior. Las radios se pueden acoplar también con otras estaciones en el nivel intermedio, aunque no siempre puede estar disponible una visión clara a otros sitios. Las radios de banda-g (estaciones-B) están fijadas típicamente a través de concentradores (estaciones C) a las radios de banda-a como se ha descrito anteriormente.

Un mensaje desde el nivel inalámbrico inferior puede ser encaminado desde el nivel intermedio directamente hasta una estación de nivel superior, o a través de varias estaciones de nivel intermedio hasta una estación de nivel superior, o puede permanecer en el nivel intermedio antes de retornar a un destino de nivel inferior. Por consiguiente, la diversidad está disponible tanto en el nivel superior como también en el nivel intermedio en virtud de los múltiples sitios altos y sitios de torres disponibles, sin que sea absolutamente necesario cambiar canales. Esto permite el uso de un protocolo de transporte de datos de alta velocidad, que puede constar de intercambios de DATA/ACK sobre uno o más canales exclusivos identificados (que están optimizados).

Aunque se pueden pasar pruebas rápidas a través de las capas superiores, el transporte de datos a alta velocidad sobre los niveles intermedio y superior pueden reducir los gastos generales limitando la utilización de las pruebas rápidas al nivel inferior (para localizar los concentradores disponibles). La funcionalidad a demanda de los vecinos a través de ODMA sobre Internet reduce al mínimo también la carga de tráfico sobre estos canales.

Un ejemplo posible de una arquitectura de la red y de despliegue de un sistema de niveles múltiples se describe con más detalle en el Apéndice B.

APÉNDICE A

ODMA (Acceso Múltiple Accionado por Oportunidad)

5 Una red ODMA de estaciones múltiples comprende un número de estaciones independientes, que pueden ser fijas o móviles, cada una de las cuales puede transmitir y recibir datos con el fin de transmitir mensajes desde estaciones de origen hasta estaciones de destino de una manera oportunista a través de estaciones intermedias. Para que una estación de origen esté en una posición para enviar un mensaje nuevo a una estación de destino a través de una de varias estaciones intermedias posibles, cada estación debe estar en contacto en cualquier momento normalmente
10 con otras varias estaciones. Esto se aplica también al caso donde se requiere que las estaciones retransmitan un mensaje desde una estación de origen hasta una estación de destino.

Con el fin de hacerlo, cada estación selecciona uno de un número de canales de prueba posibles para transmitir señales de prueba a otras estaciones. Las señales de prueba contienen datos que identifican la estación en cuestión e incluyen detalles de su conectividad con otras estaciones. Otras estaciones que reciben las señales de prueba responden directamente a la estación de prueba o indirectamente, a través de estaciones intermedias, indicando de esta manera tanto a la estación de prueba como también a otras estaciones su disponibilidad como estaciones de destino o estaciones intermedias. La estación de pruebas evalúa las respuestas directas o indirectas para identificar otras estaciones con las que se puede comunicar de una manera óptima.
15

El método descrito anteriormente de transmisión de datos oportunista entre estaciones de una red se refiere como Acceso Múltiple Accionado por Oportunidad (ODMA) y los principios se pueden aplicar sobre cualquier red conmutada de paquetes.
20

ODMA sobre Inalámbrico

La metodología ODMA sobre Inalámbrico se utiliza en una red de comunicación que tiene un número de estaciones inalámbricas que son capaces de transmitir datos y de recibir datos entre sí. La metodología comprende definir un primer canal de prueba para la transmisión de primeras señales de prueba de radiodifusión hasta otras estaciones. Estas señales de prueba se pueden referir también como señales de prueba de reunión de vecinos. Otras estaciones que reciben primeras señales de prueba (referidas también como “pruebas lentas”) desde una estación de prueba indican a la estación de prueba su disponibilidad como estaciones de destino o estaciones intermedias (es decir, como vecinas de la estación de prueba). Una tabla de vecinos que comprende detalles y datos de conectividad relacionados con estas otras estaciones disponibles se mantiene en cada una de las estaciones.
25
30

En una red ODMA que utiliza un medio inalámbrico, cuando existe un número de estaciones en proximidad estrecha, éstas terminarán la prueba con tasas más altas de datos y con potencias de transmisión más bajas. Las estaciones que escuchan responderán ocasionalmente a estaciones que están probando a las tasas de datos más bajas, o que no tienen vecinas suficientes, para ayudar a cualquier estación solitaria (distante) (referidas también como “vecinas solitarias”) que no pueden utilizar las tasas de datos más altas o no tienen vecinas suficientes. Las estaciones solamente utilizarán las tasas de datos más bajas cuando están solas y no pueden encontrar vecinas suficientes a las tasas de datos más alta y a la potencia máxima.
35

Las redes ODMA utilizan típicamente dos tipos de procesos de prueba, “prueba lenta” y “prueba rápida”. El proceso de prueba lenta es utilizado por cada estación de la red para reunir vecinos, mientras que el proceso de prueba rápida se utiliza para construir gradientes entre estaciones de origen y estaciones de destino.
40

Cada estación transmitirá señales de prueba lenta de “reunión de vecinos” a intervalos regulares (determinados por un Reloj de Prueba Lenta) tratando de encontrar otras estaciones. Las estaciones indican en sus pruebas lentas que son capaces de detectar otras estaciones de prueba y de esta manera las estaciones variarán su potencia de prueba hasta que un cierto número predeterminado de estaciones indican que son capaces de detectar las pruebas. Si una estación nunca adquiere el número requerido de vecinos, permanecerá en la tasa mínima de datos y la potencia máxima de transmisión.
45

Cada estación variará de forma aleatoria el Reloj de Prueba Lenta ligeramente entre transmisiones de señales de prueba lenta para evitar la colisión con otras estaciones. Si alguna estación comenzase a recibir la transmisión de otra estación, recargará el Reloj de Prueba Lenta con un nuevo intervalo.

50 En una red inalámbrica de estaciones móviles, las estaciones se están moviendo constantemente, y como tal el número de vecinos estará cambiando constantemente. Si el número de vecinos excede el número requerido, una estación comenzará a incrementar su tasa de datos sobre el canal de prueba. Continuará incrementando su tasa de datos hasta que no exceda ya el número requerido de vecinos. Si alcanza la tasa máxima de datos, comenzará a caer su potencia de transmisión de prueba lenta en incrementos pequeños hasta que alcance la potencia mínima de

transmisión y no exceda ya el número requerido de vecinas.

5 Cuando una estación contesta a una prueba lenta de otra estación en el Canal de Prueba, limitará la longitud de su paquete de datos al intervalo del Reloj de Prueba Lenta. Esto es para evitar que otras estaciones prueben su respuesta. Si la estación que está respondiendo tiene más datos que enviar que los que caben en un paquete pequeño, indicará en la cabecera del paquete que la otra estación debe moverse a un Canal de Datos específico.

10 Puede existir un número de Canales de Datos definido para cada Canal de Prueba. La estación que está solicitando el cambio, seleccionará de forma aleatoria uno de los Canales de Datos disponibles. Cuando la otra estación recibe la solicitud cambiará de forma inmediata a ese Canal de Datos, donde las dos estaciones continuarán comunicándose hasta que ninguna de ellas tenga datos que enviar, o si expira el tiempo máximo para permanecer en el Canal de Datos (ajustado por el Reloj de Datos). También podrían utilizarse protocolos alternativos de transporte de datos.

15 Cuando una estación cambia al Canal de Datos, carga el Reloj de Datos. Permanecerá en el Canal de Datos mientras lo permita el Reloj de Datos. Cuando el Reloj de Datos expira, las estaciones retornarán al Canal de Prueba y comenzarán de nuevo la prueba.

15 El proceso de prueba lenta consta de tres funciones básicas:

1. Recolección de vecinas
2. Aprendizaje de potencia
3. Rampa de vecinas

20 El proceso de recolección de vecinas consta de una estación que prueba a niveles incrementados de potencia hasta que las estaciones vecinas indican en sus propias pruebas que están detectando las pruebas de la primera estación. La potencia de la prueba se incrementa hasta que un número determinado de vecinas indican que están detectando las pruebas.

25 Todas las estaciones de prueba incrementan o reducen su potencia de prueba hasta que todas las estaciones han reunido un número predeterminado de vecinas. Este proceso consiste en incrementar o reducir el nivel de potencia de las pruebas y en indicar en las pruebas que se escuchan pruebas de otras estaciones. De esta manera, todas las estaciones aprenden qué nivel de potencia requieren para alcanzar a varias vecinas.

30 Cada vez que una estación prueba, incrementa su potencia de transmisión y su suelo de ruido y qué estaciones tiene como vecinas. Cada vez que una estación escucha la prueba de otra estación, calcula a partir de la prueba la pérdida de trayectoria y la potencia requerida para acceder a la estación a partir de la pérdida de trayectoria y el suelo de ruido de esa estación. La pérdida de trayectoria hacia la vecina y la potencia requerida para acceder a la vecina son registradas en la tabla de vecinas mantenida en cada estación. Si una vecina no es ya escuchada, entonces la pérdida de trayectoria y el nivel de potencia requerido para acceder a la estación se incrementan o se "escalonan en rampa" en la tabla hasta que se alcanza un cierto nivel, en cuyo punto la vecina es retirada de la tabla de vecinas.

35 Si una estación tiene un mensaje (u otros datos) que transmitir a una estación que no es una de sus vecinas, por ejemplo una estación distancia a través de la red, comienza a transmitir señales de prueba rápida (o señales de prueba de reunión de gradientes) para desarrollar información sobre cómo acceder a esa estación. La información es designada como un gradiente y es una indicación del coste acumulativo para acceder a una estación de destino. Cuando una estación comienza la prueba rápida, indica que está buscando un destino y las vecinas que escuchan la prueba rápida realizarán ellas mismas una prueba rápida hasta que la estación de destino escucha las pruebas rápidas de sus vecinas. El gradiente se forma entonces a través de la adición de coste acumulativo hasta que el gradiente alcanza la fuente, y la fuente puede comenzar a emitir mensajes hacia vecinas utilizando la información desarrollada en los gradientes hasta el destino que, a su vez, puede enviarlos a sus vecinas hasta que se alcanza el destino.

45 Cada estación mantiene un registro de los gradientes (coste acumulativo) para cada destino de cada una de sus vecinas. y su propio gradiente hacia el destino. En comunicaciones de la norma ODMA, cada estación pasa solamente mensajes a estaciones con un coste acumulativo inferior hasta el destino. Una estación puede pasar un mensaje hasta cualquiera de sus vecinas con un gradiente inferior hasta el destino. La reunión de vecinas a través de prueba lenta y la generación de gradientes a través de prueba rápida permiten a una estación desarrollar un número de opciones de estaciones con coste inferior hacia cualquier destino que puede enviar mensajes a tales destinos. Las vecinas se mantienen en todo momento a través de prueba lenta y los gradientes solamente se desarrollan sobre una base necesaria cuando deben enviarse mensajes / datos a estaciones que no son vecinas.

50 Cada estación inalámbrica utiliza el proceso de prueba lenta para identificar y obtener información de vecinas de la

estación. Una estación se considera vecina en este sentido si ha sido escuchada que transmite un mensaje de prueba de reunión de vecinas, y los detalles de las estaciones vecinas identificadas permanecerán en la tabla de vecinas de cada estación.

5 Si una vecina identificada ha transmitido ella misma un mensaje de prueba de reunión de vecinas, que es recibido por una estación particular, y la prueba contiene información del identificador propio de la estación particular, entonces la vecina es marcada como una "vecina de detección" en la tabla de vecinas. Típicamente cada estación adaptará sus técnicas de reunión de vecinas (en general, incrementando las tasas de transmisión de datos y reduciendo la intensidad de las señales de prueba emitidas) para mantener aproximadamente 10 vecinas de detección. Un número predeterminado de estas vecinas con la pérdida de trayectoria mínima son marcadas como
10 "vecinas próximas" (por ejemplo, cinco estaciones). La información obtenida de estas vecinas puede ser tratada de forma diferente o de forma preferente y las técnicas utilizadas para transmitir la información se pueden adaptar también en función de las vecinas.

15 Si una estación es incapaz de adquirir el número mínimo de vecinas próximas cuando está transmitiendo a plena potencia de prueba, se refiere como una "vecina aislada". Otras estaciones que han adquirido el número requerido de vecinas próximas que pueden detectar las transmisiones de vecinas aisladas permitirán a la vecina aislada conocer que son detectadas, y pueden proporcionar información adicional a la vecina aislada.

20 Cuando no está probando o emitiendo otros mensajes, cada estación está escuchando las pruebas de las otras estaciones. Cuando se escucha, la estación receptora puede utilizar la información de potencia de transmisión proporcionada en la prueba para establecer la pérdida de trayectoria a la estación. Puesto que cada estación está identificando constantemente las vecinas próximas con la pérdida mínima de trayectoria, es probable que estas vecinas o bien estén en línea directa de visión, o tengan la mejor señal con la mínima interferencia.

25 Incluso las estaciones que solamente son capaces de escuchar, estarán en conectividad relativamente buena con una estación de prueba en una red totalmente operativa con muchas estaciones, ya que es probable que las estaciones que emiten pruebas hayan reducido sus niveles de transmisión con el fin de reducir al mínimo su número de vecinas. En otras palabras, las vecinas son seleccionadas típicamente por la calidad de conectividad. Las vecinas aisladas son la excepción, pero serán reconocidas por las estaciones (escuchando sus transmisiones a plena potencia y determinando que tienen menos que el número requerido de vecinas reunidas) y serán asistidas.

ODMA sobre Cable (sobre Ethernet y sobre Internet)

30 La arquitectura de la red global ODMA permite la implementación de la red ODMA sobre un área muy amplia, tal como en una red regional, nacional o global, integrando redes ODMA inalámbricas con una o más redes auxiliares conmutadas de paquetes utilizando formas adaptadas de técnicas ODMA. La red auxiliar podría comprender redes de cables convencionales, tales como redes Ethernet e Internet, así como redes de cables "virtuales", tales como la red creada utilizando nodos de satélites, o cualquier combinación de estas redes.

35 Un componente de la red de comunicaciones de la invención es una conectividad verdadera de nivel-a-nivel (peer-to-peer) entre un número grandes de estaciones de abonados ODMA móviles, ya estén próximas entre sí o en diferentes países. Tal conectividad de nivel-a-nivel se ofrece sobre una red auxiliar que puede utilizar un medio de transmisión diferente desde las estaciones ODMA móviles. Varios medios conmutados de paquetes de "cables" reales y de "cables" virtuales están disponibles para uso en tal "red global", pero el más relevante de estos medios es Internet o un "Internet" privado.

40 Para hacer que la conectividad general de la red sea más flexible, las estaciones de abonados móviles deberían tener muchos puntos potenciales de acceso a la re auxiliar. De manera ideal, las transmisiones de datos deberían encaminarse a través de los medios inalámbricos o por cable más adecuados en el momento en el que la transmisión está siendo enviada., utilizando protocolos ODMA. Para alcanzar este ideal, la localización de los puntos de acceso con conectividad óptima con las otras estaciones inalámbricas debería ser conocida con alguna certeza
45 en cualquier tiempo dado y esta información debería actualizarse sobre una base continua debido al movimiento de las estaciones inalámbricas. No obstante, la manera en que las estaciones están localizadas debería conseguirse también si sobrecargar el medio de la red auxiliar con transmisiones de prueba innecesarias.

Hardware e infraestructura de la red global ODMA

- 50 • Estaciones Inalámbricas (Estaciones de Abonados Inalámbricas y Clases Inalámbrica, también referidas como "Estaciones A") Figura 29

Las estaciones inalámbricas de abonados (usuarios) son generalmente transceptores de radio inalámbricos móviles que se comunican con otras estaciones inalámbricas de abonados y estaciones de claves inalámbricas (que son generalmente fijas, pero pueden ser móviles) utilizando ODMA sobre Inalámbrico. Las estaciones inalámbricas de abonados tienen típicamente o bien una interfaz de Ethernet que permite a un dispositivo de cálculo asociado recibir
55 y transmitir datos a través de la unidad, o tener conectividad con hardware de teléfono móvil para permitir la

transferencia de datos de voz. Las estaciones inalámbricas se comunican entre sí utilizando conectividad ODMA sobre Inalámbrico.

Las estaciones de claves inalámbricas son similares a las estaciones inalámbricas de abonados, proporcionando cobertura inalámbrica adicional actuando como estaciones intermedias para uso por las estaciones inalámbricas de abonados en comunicación entre sí. No obstante, las estaciones claves no tienen generalmente otras conexiones o interfaces como en el caso de las estaciones inalámbricas de abonados. Las estaciones claves inalámbricas son típicamente instalaciones estacionarias, fijas, posiblemente con antenas especializadas. No obstante, estas estaciones podrían ser también móviles y podrían estar montadas sobre un automóvil o un tren, por ejemplo.

- Claves de Acceso (Adaptadores de Inalámbrico a Ethernet, referidos también como “Estaciones B”) – Figura 30

Los adaptadores de inalámbrico a Ethernet son similares a las estaciones inalámbricas de abonados y a las estaciones de claves inalámbricas, pero estas unidades tienen la capacidad añadida de que están enlazadas juntas a través de un troncal de Ethernet o una sub-unidad que utiliza protocolos ODMA debido a la provisión de una interfaz de ODM Ethernet. Estos dispositivos soportan tanto ODMA sobre Inalámbrico como también ODMA sobre Ethernet. La estación es similar a una estación inalámbrica, pero la tarjeta de interfaz está conectada a Ethernet activado por ODMA. La estación puede incluir opcionalmente otras tarjetas de interfaz LAN.

Los adaptadores se utilizan típicamente para crear un clúster de puntos de acceso inalámbricos para incrementar la capacidad cerca de un punto de conexión de Internet, o tal vez para conectar varios dispositivos de este tipo juntos sobre una red de oficina grande de Ethernet. La conexión de Ethernet será conectada normalmente en una red de cable con otras varias estaciones Inalámbricas-Ethernet (claves de acceso) y una estación de concentradores (adaptador de Ethernet a Internet descrito anteriormente). Las estaciones de claves de acceso pueden estar localizadas físicamente remotas desde las estaciones de concentradores, y las conexiones de Ethernet hasta las estaciones de claves de acceso pueden ser a través de cableado regular, o a través de enlaces de microondas de alta capacidad, cableado de fibra óptica o similar, según se requiera.

- Estaciones de concentradores (adaptadores de Ethernet a Internet, referidos también como “Estaciones C”) – Figura 31

Estos dispositivos proporcionan un puente entre una red ODMA sobre Ethernet e Internet en general y tendrán una dirección dinámica de Internet (IP) sobre Internet. Cada dispositivo mantendrá una memoria caché de datos que identifica otras estaciones de concentradores que la unidad ha establecido que están presentes en Internet, y es capaz de localizar tales otros dispositivos haciendo solicitudes a uno o más Servidores de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones y/o Servidores de Autenticación y Certificación. Si la estación de concentradores tiene una dirección dinámica, entonces el Servidor de Gestión de Direcciones IP y/o el Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones tendrán que mantener la pista de la estación de concentradores sincronizando la estación con su dirección ODMA.

Los componentes nucleares de las estaciones de concentradores son los mismos que para las estaciones de claves inalámbricas y de acceso, pero no existe típicamente conectividad inalámbrica. En su lugar, se proporcionan una interfaz WAN (típicamente un módem de cable) y una conexión cabezada o de cable con Internet. Una interfaz ODMA Ethernet conecta la estación a una sub-red ODMA sobre Ethernet.

Revisión de la topología de la red ODMA

La figura muestra la topología de la red de área amplia global ODMA en una forma esquemática simplificada. Se pueden transmitir datos de mensaje desde una estación móvil de abonado inalámbrico (la estación de origen) hasta otra (la estación de destino) dentro del área inmediata inalámbrica (ODMA sobre inalámbrico) o sobre una red multi-media ODMA. En la red global, los datos de mensaje son transmitidos en primer lugar a través de un medio inalámbrico por la estación de origen, luego sobre un medio de cable (o sobre una o más redes Ethernet y la red de Internet pública o privada) antes de ser transmitidos finalmente de nuevo a través de un medio inalámbrico hasta la estación de destino.

Arquitectura multi-media

Se pueden requerir varios dispositivos en la red de comunicaciones de área amplia para manejar más de un medio dispar de comunicaciones con el fin de establecer comunicación desde la estación de origen hasta la estación de destino utilizando los protocolos ODMA. Puesto que las características de los varios medios varían en gran medida, se adoptan diferentes protocolos y algoritmos para manejar el procesamiento de la transmisión de datos a través de cada medio.

En particular, cada medio (por ejemplo, inalámbrico, Ethernet e Internet, etc.) con sus protocolos correspondientes (ODMA sobre Inalámbrico, ODMA sobre Ethernet, ODMA sobre Internet, etc.) soportados por un dispositivo tiene su propia tabla de vecinas y parámetros asociados que son relevantes para el medio. La reunión de vecinas y la

recopilación de información relacionada con la calidad de la conectividad entre las estaciones se emprenden por separado en cada medio según sea apropiado, en función de los parámetros que son relevantes para ese medio.

5 La tabla de gradientes constituida desde la estación de origen hasta la estación de destino es común a todos los varios medios, independientemente de los medios que se utilicen, y los gradientes identificados se basarían en toda la información relevante de las vecinas a través de cada medio. Por consiguiente, debería ser evidente que la tabla de gradientes es independiente de cualquier medio, a través del cual se transmiten realmente después los datos.

10 Cualquiera que sea el medio utilizado en la transmisión de datos, las vecinas operarán en colaboración y seguirán la pista de sus resistencias relativas de conectividad. No obstante, en una red multi-media es importante asegurar que las funciones de coste utilizadas para encaminar la transmisión de datos a través de los varios medios son compatibles para asegurar que se sigue la ruta óptima.

ODMA sobre Ethernet

15 La prueba es emprendida a través de paquetes de radiodifusión de Ethernet. La transmisión de datos se realiza a través de paquetes directos de Ethernet. Puesto que la prueba lenta se realiza relativamente en raras ocasiones y sus costes de vecinas son esencialmente todos los mismos, la tabla de vecinas podría tener un número grande de vecinas con relación a otros medios.

20 La estación de clave de acceso puede desarrollar conjuntos de vecinas donde está el punto de conectividad entre diferentes redes de Ethernet (cada una sobre las secciones de Ethernet unidas por la unidad ODMA). Si una red de área local está particularmente ocupada y sobre utilizada para tráfico global o para tráfico local, la metodología ODMA se aplica al tráfico en ambas vecindades. Cada grupo de estaciones de Ethernet no puede ver a las estaciones de otro grupo como vecinas, sino que la estación clave de acceso actúa como un intermediario que sincroniza las estaciones en cada grupo cuando es adecuado, sirviendo de esta manera como un relé de saltos múltiples de área local y facilitando uno o más saltos sobre las vecindades en el medio Ethernet. Se apreciarán que podrían unirse más de una estación clave de acceso a dos (o más) redes de área local de esta naturaleza.

ODMA sobre Internet

25 El entorno general ODMA contempla que cada estación inalámbrica (estaciones de abonados inalámbricos y estaciones claves) en la red emita de forma repetida mensajes de autenticación actualizados sobre una base periódica a los Servidores de Autenticación y Certificación. Esto se consigue típicamente a través de la funcionalidad de los Servidores de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones.

30 Los gradientes desde cada estación en la red hasta cualquier número de potenciales Servidores de Autenticación y Certificación se mantienen en todo momento. Eso Servidores de Autenticación y Certificación (a través de los Servidores de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones) interactúan con cualquier otro Servidor de Autenticación y Certificación previsto sobre la red para mantener las tablas actualizadas de información en cada estación que comprende la red ODMA (de hecho, todas las estaciones ODMA de cualquier tipo se autenticarán a sí mismas sobre una base permanente).

35 Cuando una estación inalámbrica envía un paquete al Servidor de Autenticación y Certificación (hacia arriba un gradiente al Servidor de Autenticación y Certificación), incluye la información para el número predeterminado de mejores estaciones de concentradores que se ha determinado que proporcionan la mejor conectividad potencial en el área de la estación inalámbrica. Cada que se envía un paquete de autenticación al Servidor de Autenticación y Certificación, seguirá un gradiente a través de la estación de concentradores y esta información se añadirá también al paquete de autenticación. Por consiguiente, el Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones tendrá un registro relativamente actual de las estaciones inalámbricas (que están en el área de ciertas estaciones de concentradores. Además, las estaciones inalámbricas conocerán cómo enviar una autenticación al Servidor de Autenticación y Certificación en todo momento.

45 Cuando cualquier estación inalámbrica (la estación de origen) desea enviar información a otra estación inalámbrica (la estación de destino) que no está en contacto por ODMA sobre Inalámbrico, envía un paquete al Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones (típicamente a través de las estaciones de concentradores mejor colocadas en esta área, aunque el mensaje podría ser transmitido en teoría sobre el medio inalámbrico si el servidor tiene esta funcionalidad). Se pueden enviar paquetes tanto al Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones como también a las estaciones de concentradores cercanas para establecer la mejor ruta disponible desde la estación de origen hasta la estación de destino sobre la red auxiliar, puesto que la estación de destino ya puede ser conocida por una estación de concentradores.

55 En el nivel más sencillo, las estaciones que actúan como nodos en Internet no tienen necesidad de acceder al Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones como tal. Cuando se conectan, con acceso a Internet (u otra red conmutada de paquetes), la estación comenzará automáticamente a probar vecinas. Podrían existir una o más direcciones iniciales previstas en el hardware de la estación para acceder al proceso y la(s)

estación(es) probada(s) proporcionará(n) información con respecto a sus propias vecinas “bien conectadas” y de esta manera sugerirá(n) otras estaciones que podrían ser probadas. Todas las estaciones se localizarán en último término entre sí de esta manera, ya que están disponibles más direcciones para prueba. Puesto que estas vecinas están, en general, bien conectadas, es probable que tengan buena conectividad con otras vecinas bien conectadas que aseguran, en general, transacciones óptimas.

Puesto que cada estación mantiene listas de estaciones inalámbricas con las que está potencialmente en contacto, una estación sobre Internet puede localizar también estaciones inalámbricas a través de este mecanismo de prueba. Las tablas vecinas de las estaciones son actualizadas sobre una base permanente, de manera que cualquier estación debería ser capaz de mantener la pista de sus propias vecinas bien conectadas o las de la estación de destino (ya sea sobre la red auxiliar o la red inalámbrica). Una vez halladas, las estaciones claves probadas como “vecinas a demanda” pueden ser actualizadas continuamente mientras sea necesario.

Suponiendo que la estación de destino no es conocida inmediatamente por las estaciones de concentradores o sus vecinas inmediatas, el Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones determinará entonces la última localización conocida de la estación de destino y establecerá a partir de sus tablas qué estaciones de concentradores parecen mejor adaptadas para conectividad entre la estación de origen y la estación de destino. El Servidor de Registro y Adaptación de Localización de Estaciones indicará a las estaciones de concentradores en el “lado de origen” de Internet qué otras estaciones de concentradores prueban a través de UDP en el “lado de destino”. Las mejores estaciones de concentradores (como se pueden determinar posteriormente sobre una base constante) en la región de las estaciones de origen y de destino estarán probando entonces entre sí mientras las estaciones sobre ambos lados del “salto” de Internet requieran un gradiente entre ellas.

APÉNDICE B

Arquitectura multi-nivel de la red

Una arquitectura multi-nivel se ilustra en la figura 33 y consta de los siguientes dispositivos principales.

Elemento	Definición
Sitio de acceso	Actúa como el acceso a una red de retorno IP, facilita los servicios de gestión para abonados y proporciona acceso a Internet de alto ancho de banda.
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente, dispositivos inalámbricos en el lugar que conectan ordenadores fijos y portátiles u otros dispositivos (por ejemplo, PDAs) a redes inalámbricas ODMA.
Clave exterior	Un dispositivo que combina las funciones de las estaciones B, C (y normalmente puerta de enlace ODMA). Se utiliza para asociar CPEs a una Célula
Clave troncal	Un dispositivo que opera en el modo WS cuando está cableado a una Clave Exterior en una Célula; se utiliza independientemente en el modo AL para conexión a Nubes
Célula	Grupo de CSPs asociados juntos por una Clave Exterior y Clave Troncal
Nube	Grupo de Células conectadas por Claves Troncales.

25 El Sitio de Acceso Multi-nivel consta de los siguientes dispositivos

Nivel	Componente
Sitio de acceso	Combinaciones de puerta de enlace y concentrador
	Localizador /LRMS)
	Autenticador (AAA) con Concentrador
	Servidor de Gestión de la Red (CNMS)
	Puerta en enlace IP, para conectividad de Internet en general

Una célula ODMA se muestra con más detalle en la figura 34 y consta de una Clave Exterior y una Clave Troncal

cableadas por parejas y un número de CPEs en conectividad. La Clave Exterior utiliza una omni-antena o una antena de sector para permitir la cobertura amplia adecuada del área local. La Clave Troncal utiliza una antena dirigida para conectar una estación inalámbrica (“Modo WS”) a otra Clave Troncal, típicamente localizada cerca del centro de la Nube.

- 5 Cada 802.11g CPE localizado en la Célula y conectado a la Clave Exterior tiene actualmente una capacidad de 300 Kbps o más sobre 4 saltos y 3 Mbps sobre 1 salto. La cobertura típica de una Célula es un radio de 300 m sobre 1 salto.

- 10 ODMA CPEs localizados en una Célula ODMA conectarán la Clave Exterior 802.11a a la red ODMA. Cada CPE puede enlazar la Clave Exterior por uno o más saltos. La distancia entre cada nivel es típicamente 50-300 m. Todos los niveles en la Célula se pueden conectar fuera de la Nube ODMA o a Internet a través de la Clave Troncal cableada con una Clave Exterior, localizada en cada Célula.

Las Claves Troncales están configuradas para reconexión a una Clave Troncal de “modo AP” localizada en otras torres o sitios altos.

Nubes

- 15 Una nube ODMA se muestra en la figura 34, compuesta de Claves Troncales localizadas cerca del centro de la Nube, y de un número de células ODMA enlazadas entre sí por estas Claves Troncales. Estos enlaces tendrán un ancho de banda de 3 Mbps o más.

- 20 Cada Clave Troncal utiliza típicamente una antena de parche de 120° para proporcionar parte de un área amplia de cobertura y está montada sobre un sitio muy elevado. Las Claves Troncales extienden la cobertura conectando Células en Nubes, proporcionando redundancia múltiple y capacidad incrementada. Dentro de la Nube, otra Clave Troncal utiliza una antena de alta ganancia exclusiva para enlace de retorno al Sitio de Acceso a través de otra Clave Troncal localizada en otra torre, dirigiendo el tráfico CPE hacia y desde la infraestructura ODMA sobre esa banda 802.11a. Los enlaces de línea principal tienen línea clara de visión hacia Claves Troncales vecinas, que operan muy por encima de los ecos parásitos, y tienen una anchura de banda de aproximadamente 10-20 Mbps, en función de las condiciones. La cobertura de la nube es típicamente un radio de 1-10 km (Línea de Visión LoS), en función de la antena y las condiciones.

- 25 Las Claves Exteriores proporcionan conectividad de última milla sobre la red ODMA; estando colocada típicamente sobre el techo de una casa. La capacidad es aproximadamente 3 Mbps, utilizando una omni-antena sobre la banda 802.11g.

- 30 Las Nubes ODMA proporcionan redundancia en el caso de fallo de la conexión entre las Claves Troncales. Los niveles en la célula afectada pueden saltar a otra Célula y acceder a la Clave Troncal que pertenece a esa otra Célula. Por ejemplo, si la conexión a la Clave Troncal G7 de la figura 34 no estaba disponible, los niveles dentro de la Célula podrían conectarse en su lugar a la Clave Troncal G6, y utilizarla para acceder al enlace de línea principal.

Los requerimientos típicos de la antena son los siguientes.

35

Dispositivo	Conexión	Tipo de antena	Línea de Visión	Zona Fresnel	Banda RF
Clave Troncal	Enlace de línea principal	Alta ganancia dirigida	Sí	Totalmente no obstruida	802.11a
Clave Troncal	Enlace de célula	Parche 120 grados	Sí	Ampliamente no obstruida	802.11a
Clave Troncal	Enlace de línea (lado del cliente)	Dirigida	Sí	Ampliamente no obstruida	802.11a
Clave Exterior	Enlace ODMA	Ovni	Sólo deseable	Sólo deseable	802.11g

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método de funcionamiento de una red de comunicaciones, que comprende una pluralidad de estaciones inalámbricas, siendo cada estación capaz de transmitir y recibir datos, de manera que la red puede transmitir un mensaje que comprende una pluralidad de paquetes de datos desde una estación de origen hacia una estación de destino a través de al menos una estación intermedia, donde al menos algunas estaciones tienen un sistema de antena controlable que es operativo para dirigir un cero de forma selectiva, incluyendo el método las etapas de:
- (a) seleccionar, en cada estación, uno o más canales de prueba para la transmisión de señales de prueba a otras estaciones;
- 10 (b) detectar, en estaciones que tienen un sistema de antena controlable, la presencia de interferencia en dichos uno o más canales de prueba y dirigir de forma selectiva uno o más ceros hacia la fuente o fuentes de la interferencia; y
- 15 (c) transmitir señales de prueba de reunión de vecinos desde cada estación sobre el canal o canales de prueba seleccionados, donde otras estaciones, que reciben las señales de prueba de reunión de vecinos desde una estación de prueba, responden directa o indirectamente para indicar de esta manera a la estación de prueba su disponibilidad como destino o estaciones vecinas intermedias;
- en el que la presencia de dichos cero o ceros afecta a la capacidad de otras estaciones para recibir las señales de prueba de reunión de vecinos, donde las variaciones resultantes en la conectividad entre dicha estación y otras estaciones proporcionan de esta manera variaciones en la disponibilidad de estaciones vecinas para dicha estación.
- 20 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un cero es dirigido hacia una fuente de interferencia, donde el nivel de la interferencia excede un nivel determinado.
- 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el nivel predeterminado de interferencia corresponde al piso de ruido ambiente en dicho canal de prueba.
- 4.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye el funcionamiento de un sistema de antena en una o más estaciones para conducir el patrón de radiación del sistema de antena con el fin de dirigir uno o más ceros hacia las fuentes de interferencia, afectando de esta manera a la conectividad de estaciones vecinas e introduciendo diversidad en las opciones de conectividad disponibles para las estaciones.
- 25 5.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que una fuente de interferencia es una estación vecina, cada una de dichas estaciones dirige un cero hacia la estación vecina para reducir o eliminar interferencia mutua.
- 30 6.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dos o más estaciones vecinas se dirigen ceros unas hacia las otras.
- 7.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que estaciones con antenas controlables dirigen haces de forma selectiva, incluyen el método asociar, en cada una de dichas estaciones, la localización de otras estaciones con respecto a un haz o haces particulares para comunicación en curso.
- 35 8.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7. en el que estaciones con antenas controlables supervisan dichos uno o más canales de prueba para ruido o interferencia, incluyendo el método interrelacionar, en cada una de dichas estaciones, la localización de otras estaciones con respecto a un haz o haces particulares determinados para proporcionar comunicación relativamente libre de ruido o interferencia a dichas otras estaciones.
- 40 9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, que incluye almacenar datos relacionados con las localizaciones interrelacionadas en cada estación, y transmitir los datos a otras estaciones en señales de prueba.
- 10.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que una estación que transmite una señal o dato de prueba a otra estación selecciona un haz previamente determinado que está libre de interferencia o ruido.
- 45 11.- Una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de estaciones inalámbricas, estando adaptada cada estación para transmitir y recibir datos para que la red pueda transmitir un mensaje que comprende una pluralidad de paquetes de datos desde una estación de origen hacia una estación de destino a través de al menos una estación intermedia, en la que al menos algunas estaciones tienen un sistema de antena controlable que es operativo para dirigir un cero de forma selectiva, y en la que cada una de dichas estaciones es operativa para:
- 50 (a) seleccionar uno o más canales de prueba para la transmisión de señales de prueba a otras estaciones;

(b) detectar la presencia de interferencia en dichos uno o más canales de prueba y dirigir de manera selectiva uno o más ceros hacia la fuente o fuentes de la interferencia; y

5 (c) transmitir señales de prueba de reunión de vecinos desde cada estación sobre el canal o canales de prueba seleccionados, de tal manera que otras estaciones, cuando reciben las señales de prueba de reunión de vecinos desde una estación de prueba, responden directa o indirectamente para indicar de esta manera a la estación de prueba su disponibilidad como estaciones de prueba vecinas o intermedias;

10 en el que la presencia de dichos cero o ceros afecta a la capacidad de otras estaciones para recibir las señales de prueba de reunión de vecinos, donde las variaciones resultantes en la conectividad entre dicha estación y otras estaciones proporcionan de esta manera variaciones en la disponibilidad de estaciones vecinas para cada un de dichas estaciones.

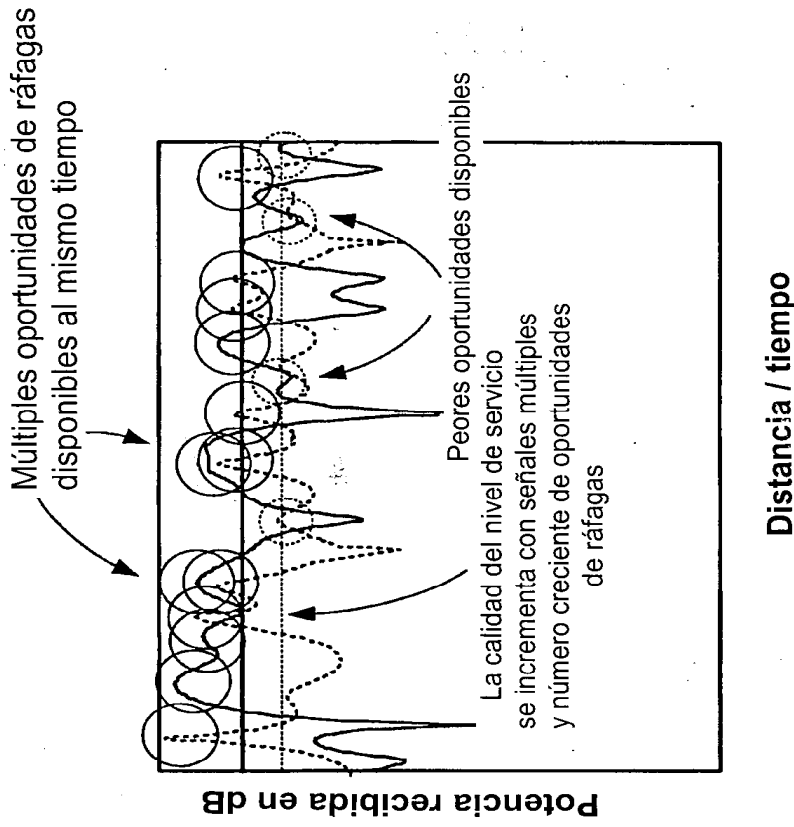


Fig. 1(a)

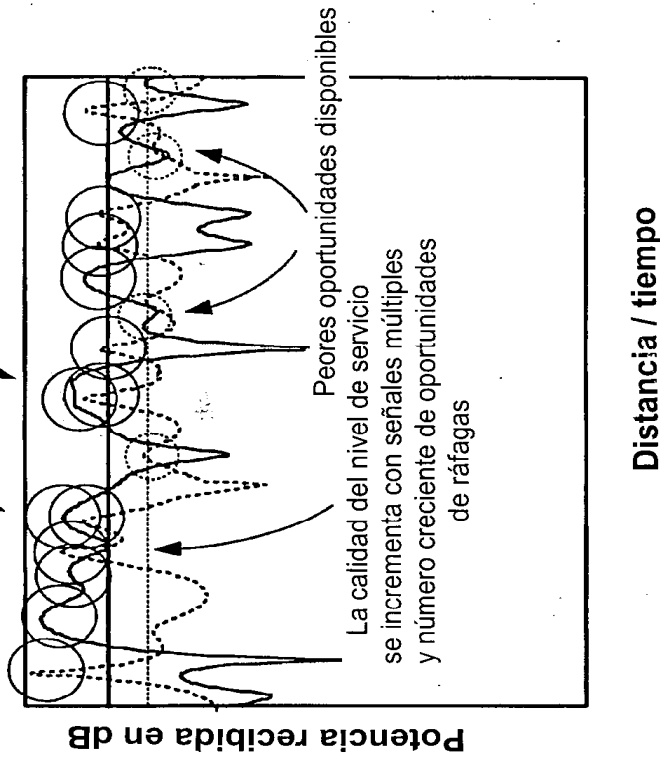


Fig. 1(b)

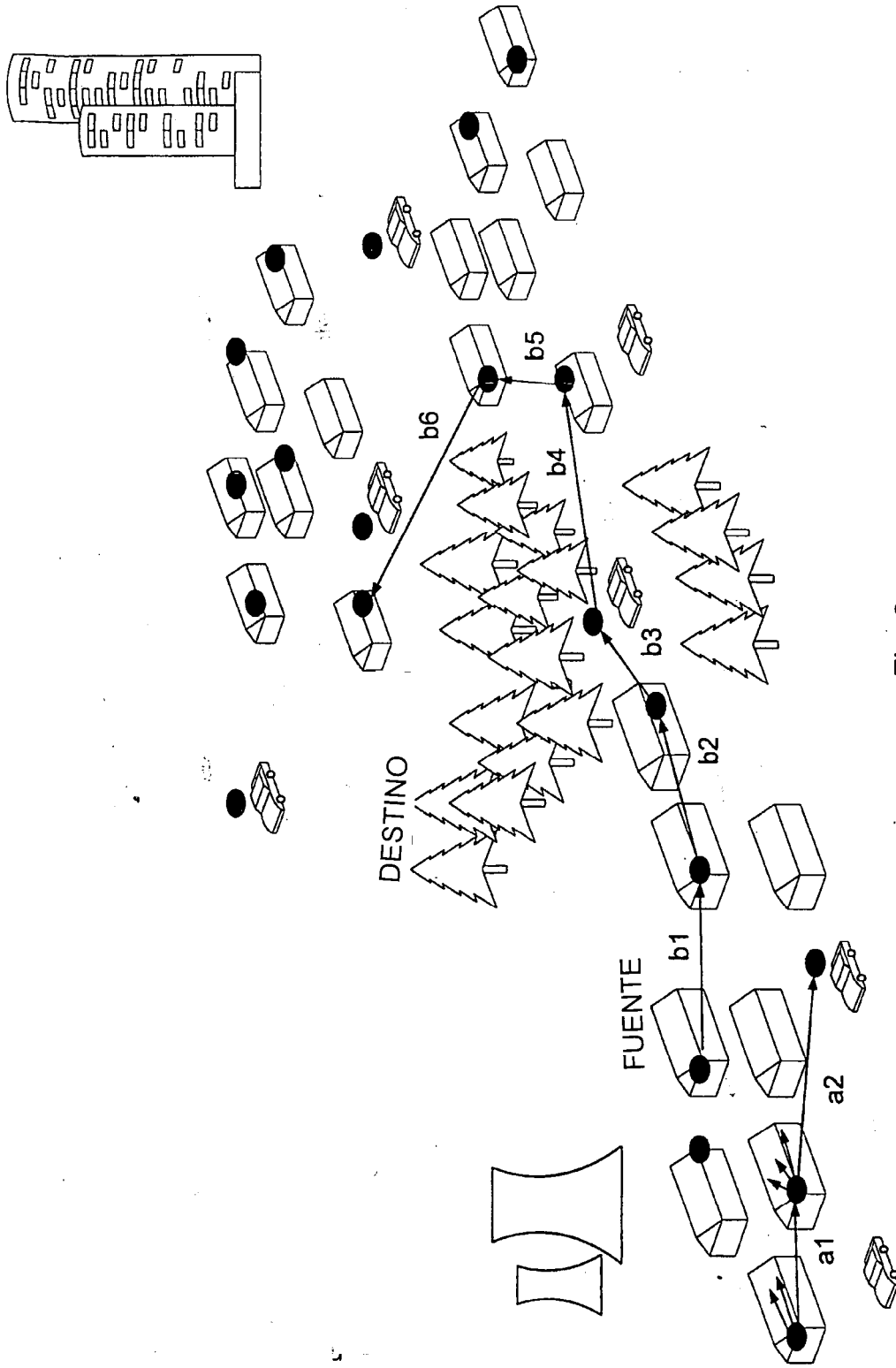


Fig. 2

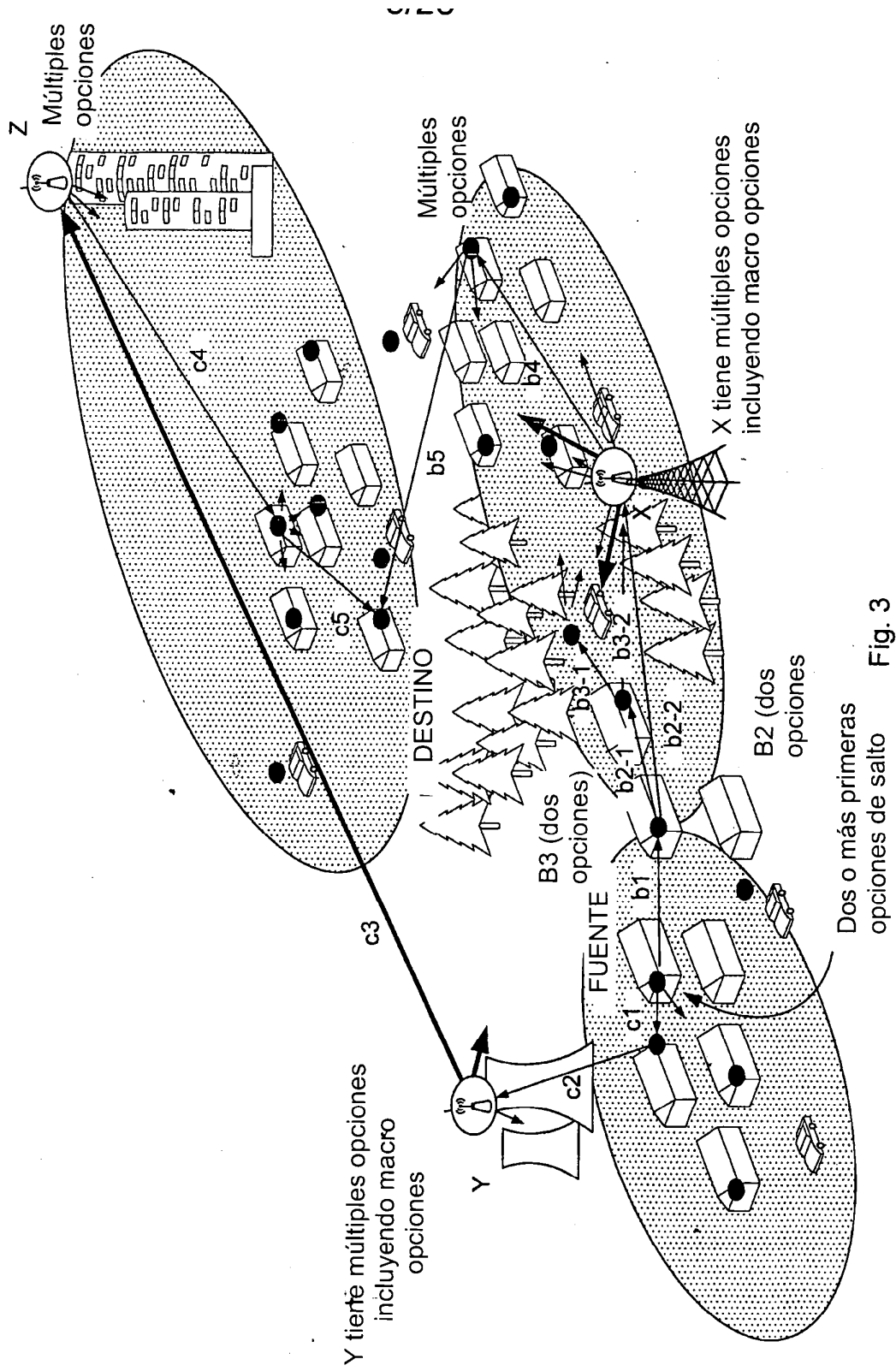


Fig. 3

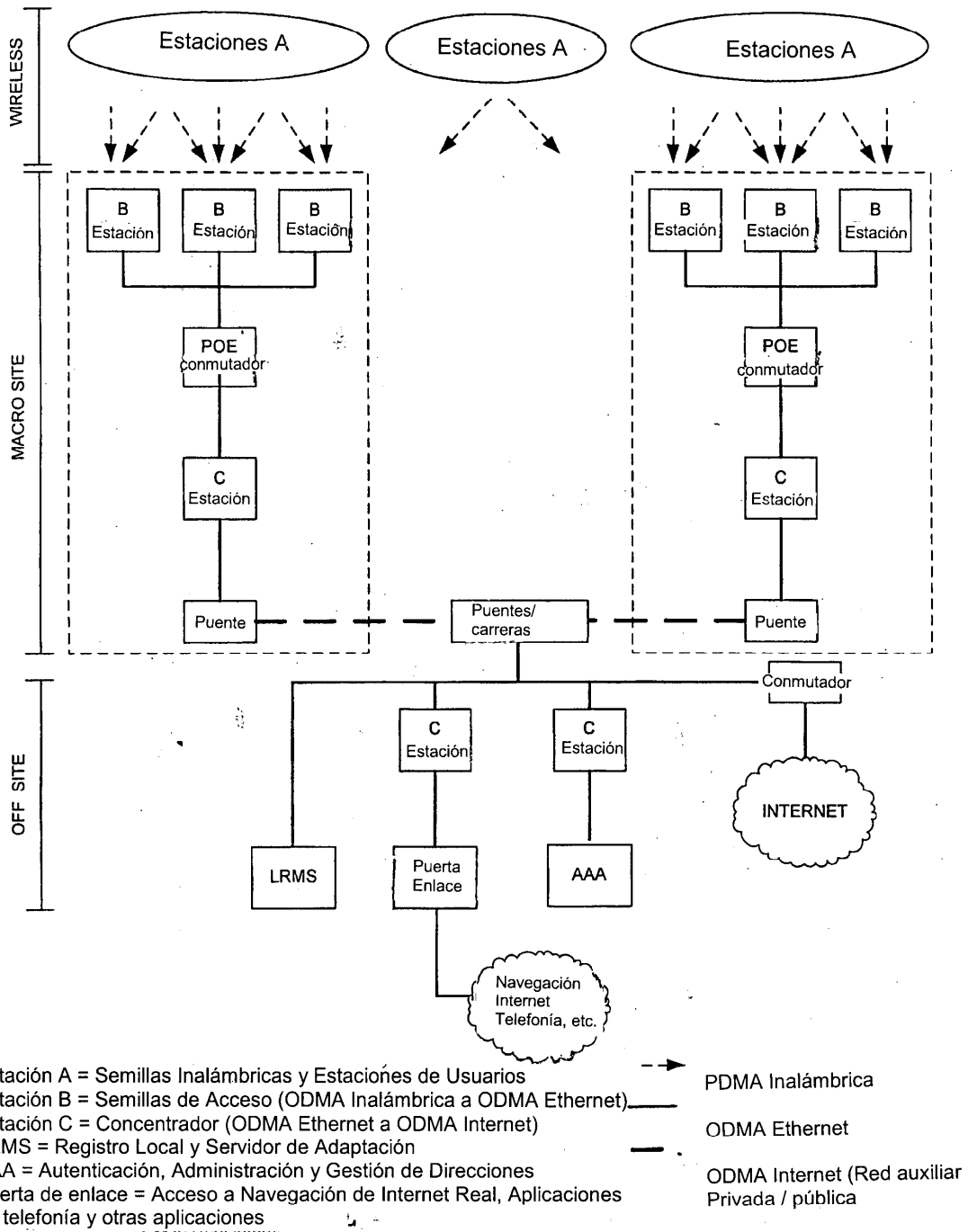
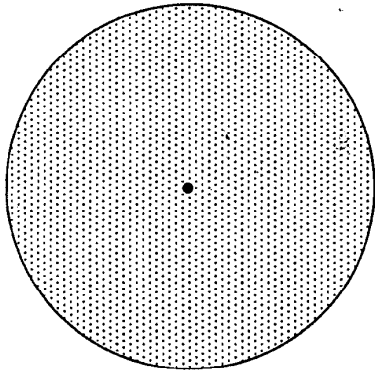


Fig. 4

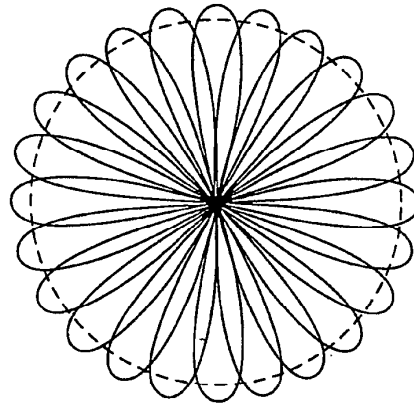


Vista lateral de patrón de cobertura



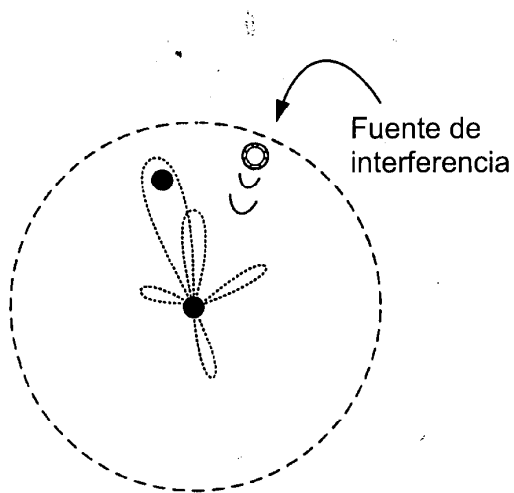
Vista superior de patrón de cobertura

Fig. 5



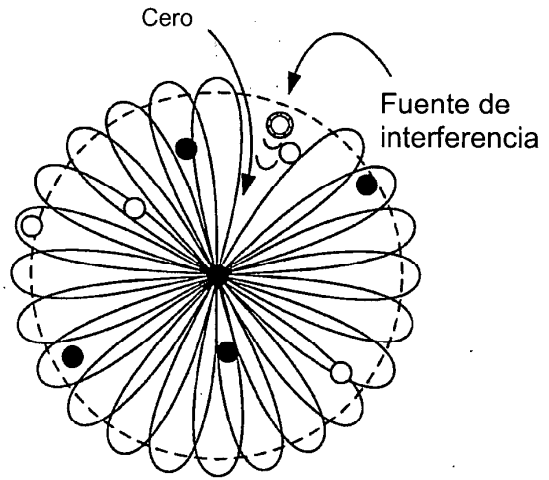
Vista superior de patrón de cobertura de haz conmutado

Fig. 6



Cobertura de matriz adaptable típica; lóbulo principal dirigido hacia el usuario, cero dirigido hacia la fuente de interferencia

Fig. 7



Cobertura de matriz adaptable ODMA; lóbulos principales dirigidos hacia reunión de vecinos; cero dirigido hacia fuente de interferencia

Fig. 8

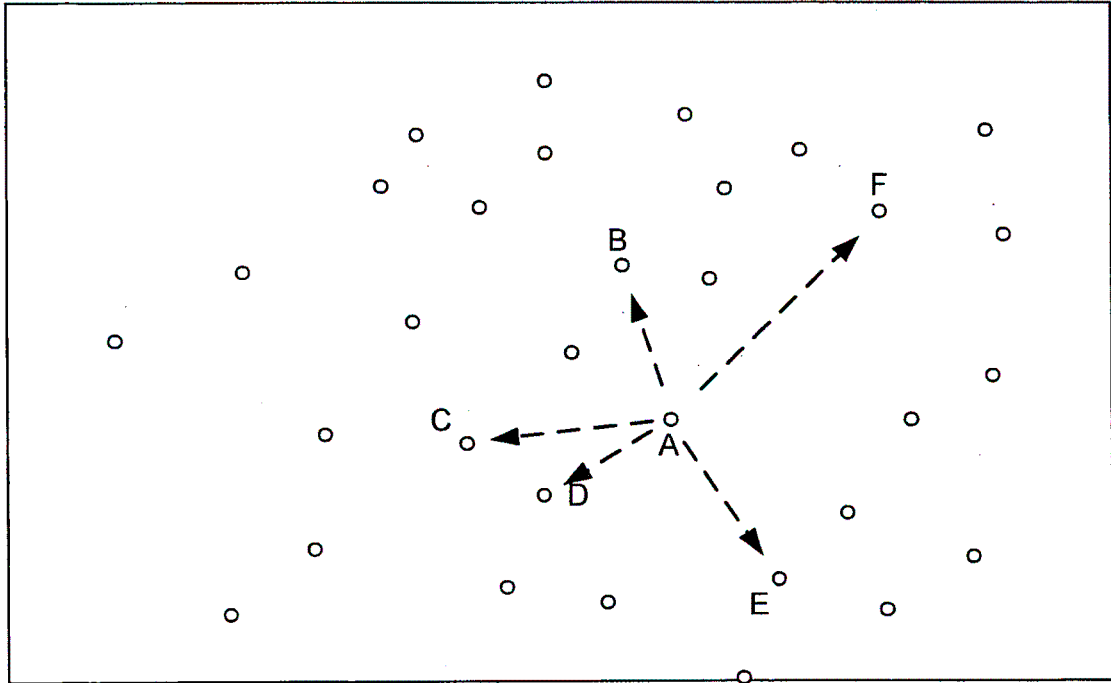


Fig. 9

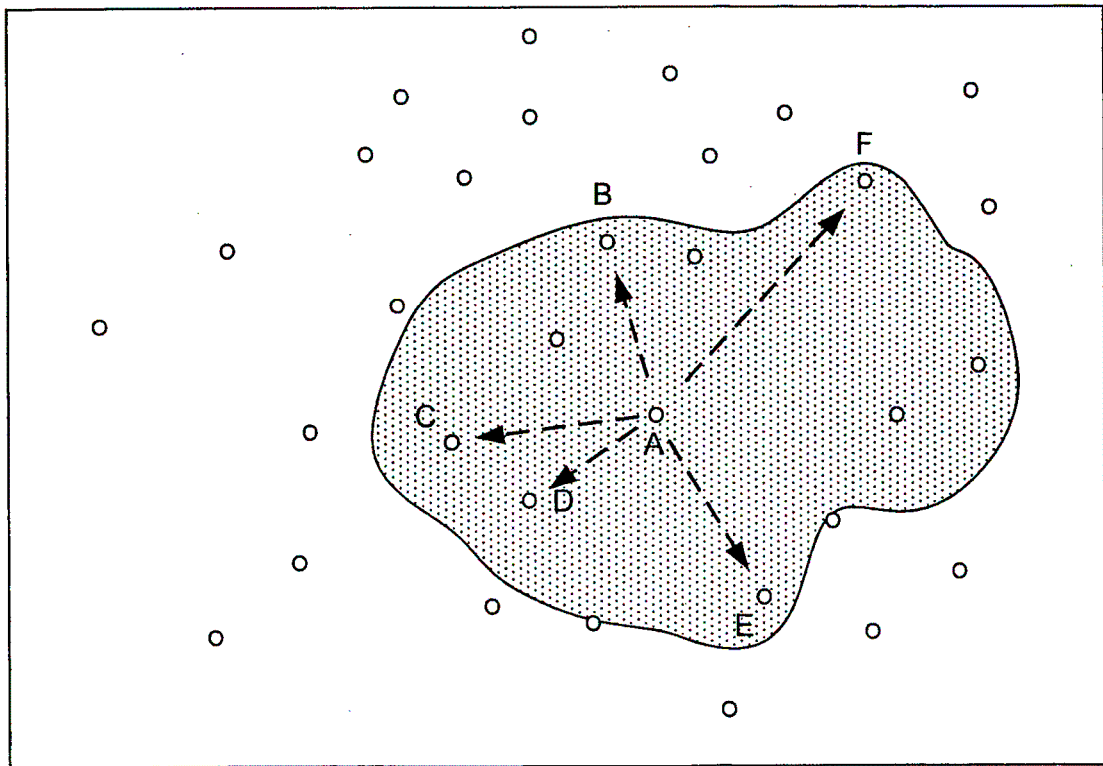


Fig. 10

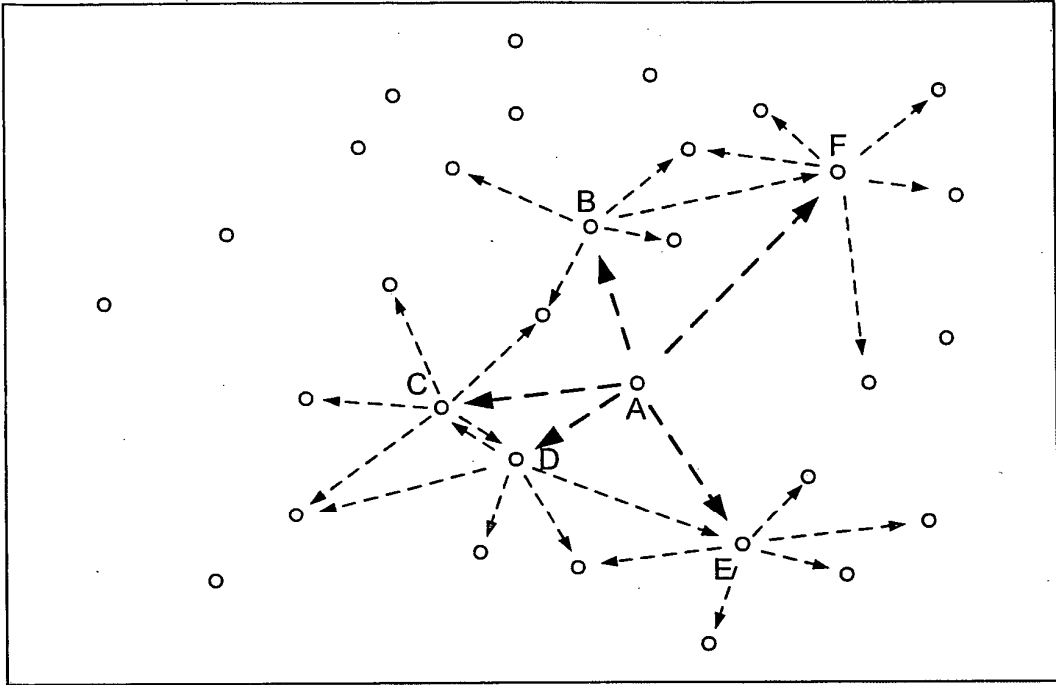


Fig. 11

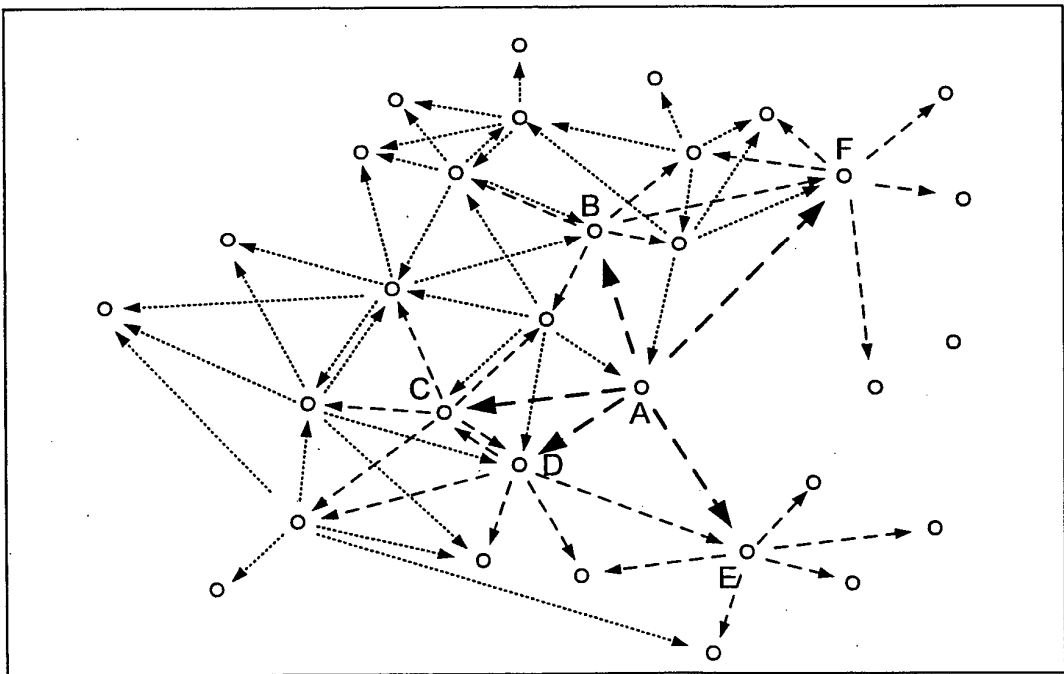


Fig. 12

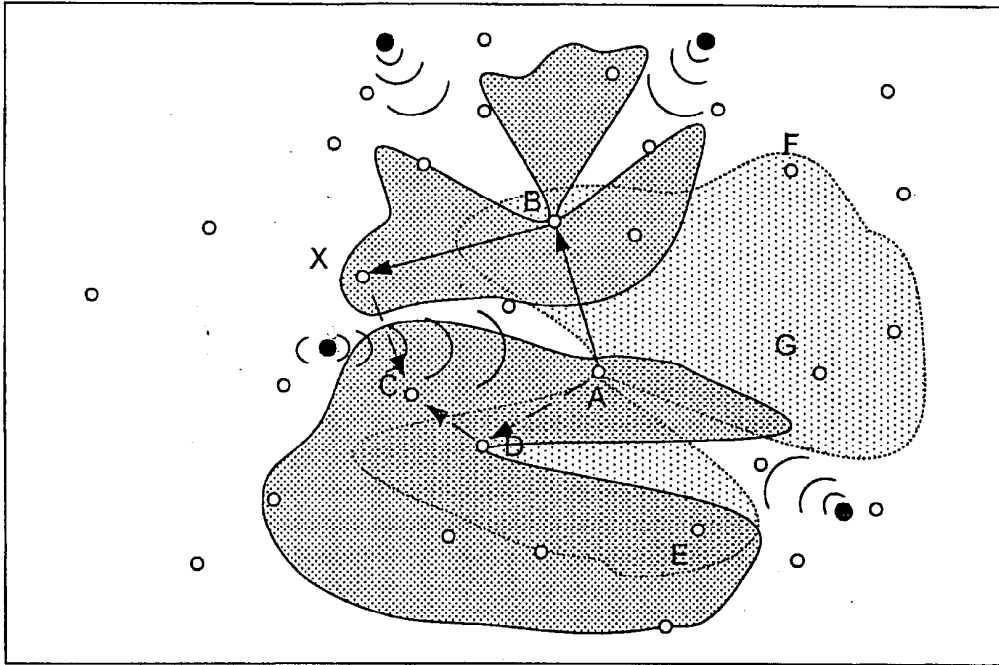


Fig. 15

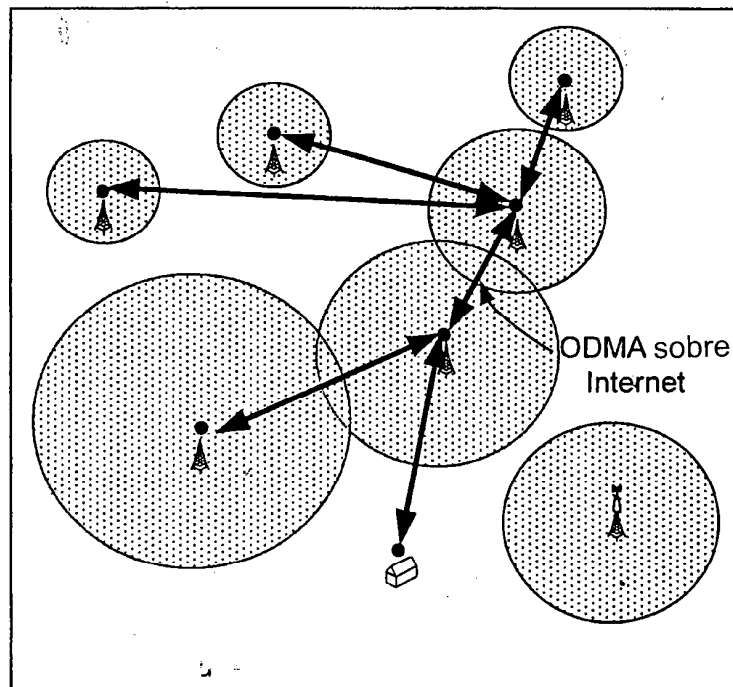


Fig. 16

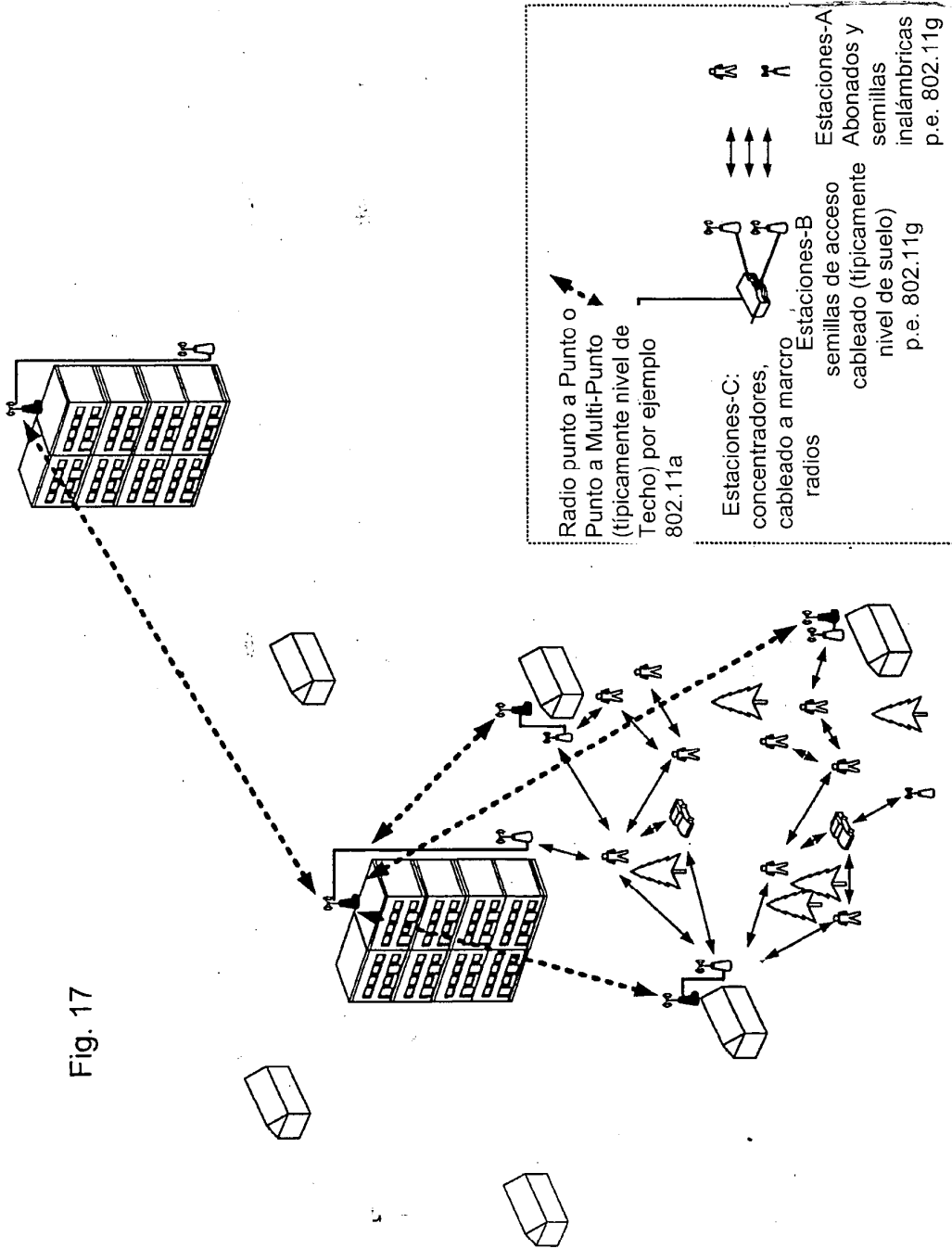


Fig. 17

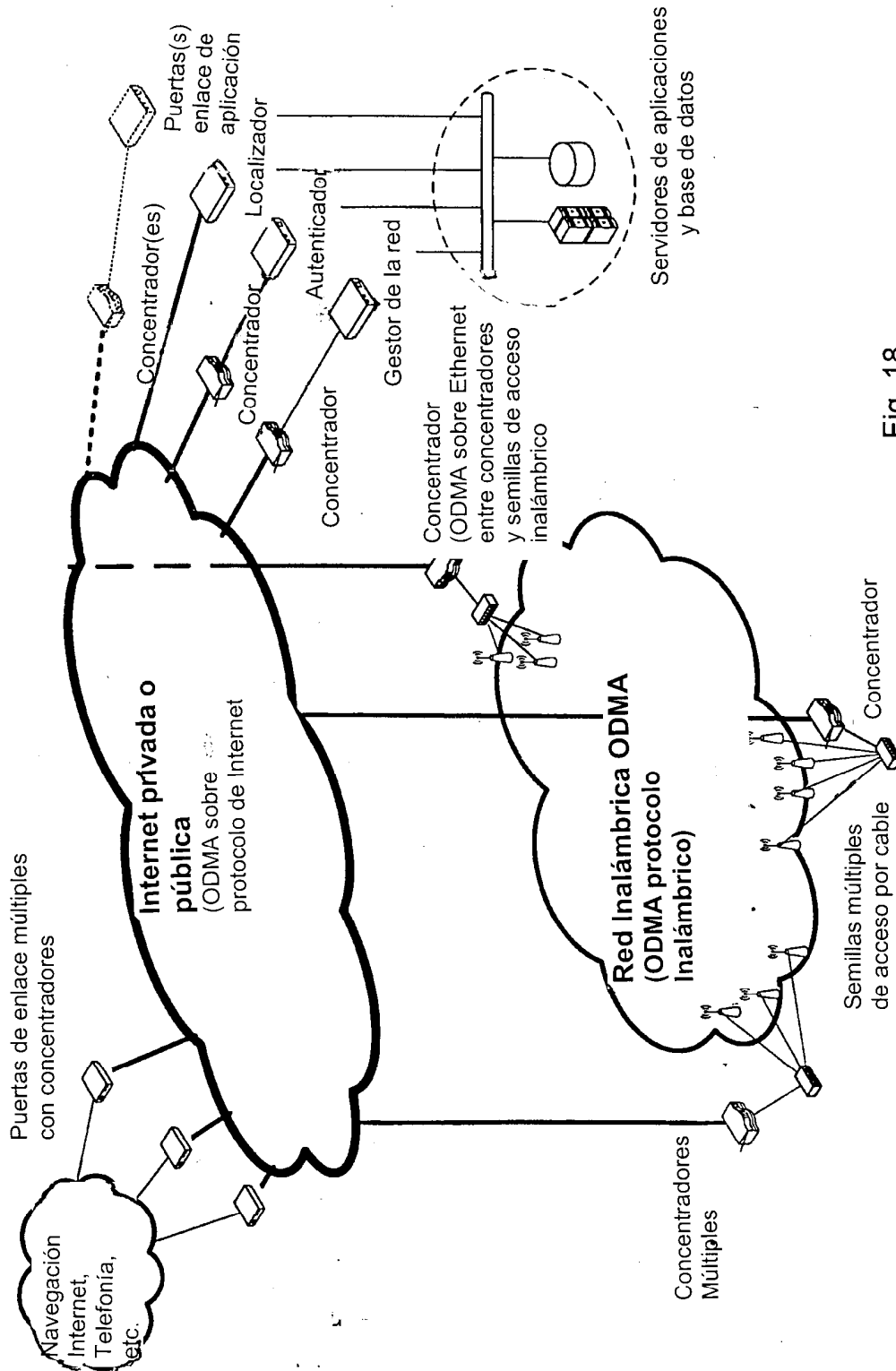


Fig. 18

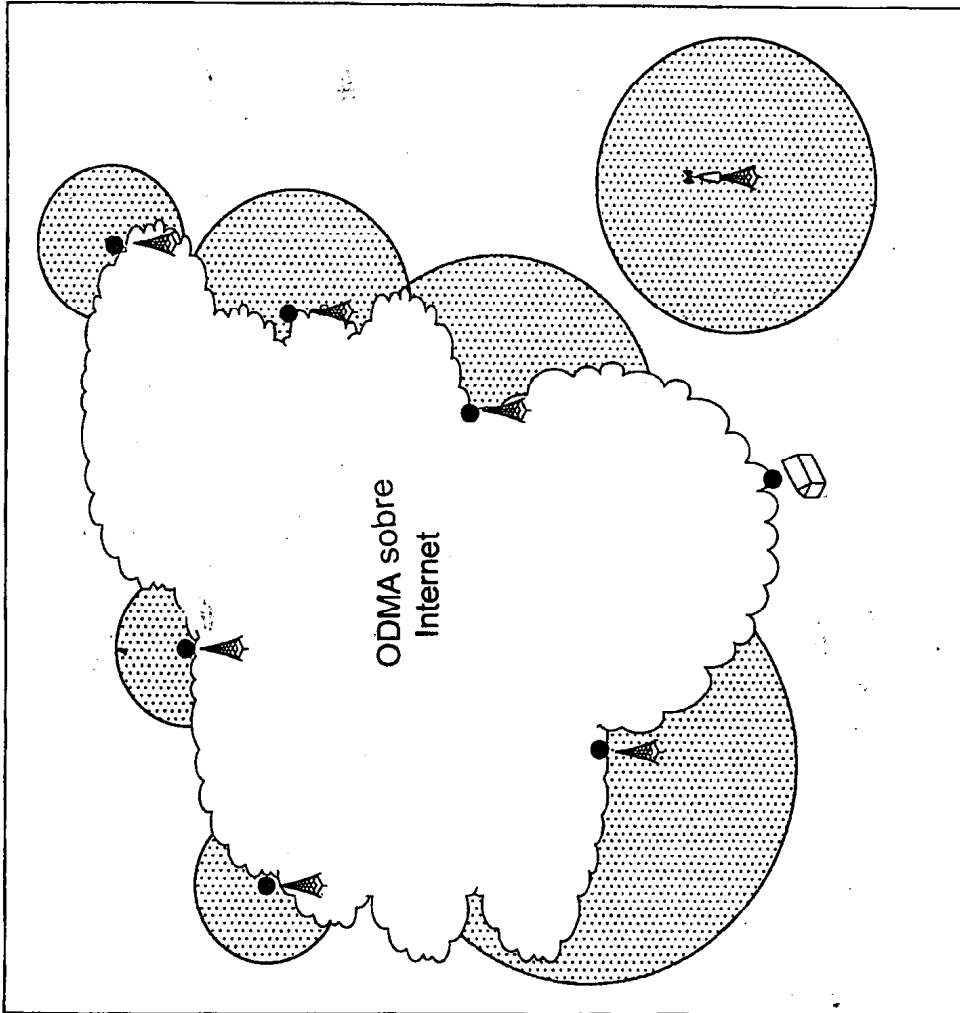


Fig. 19

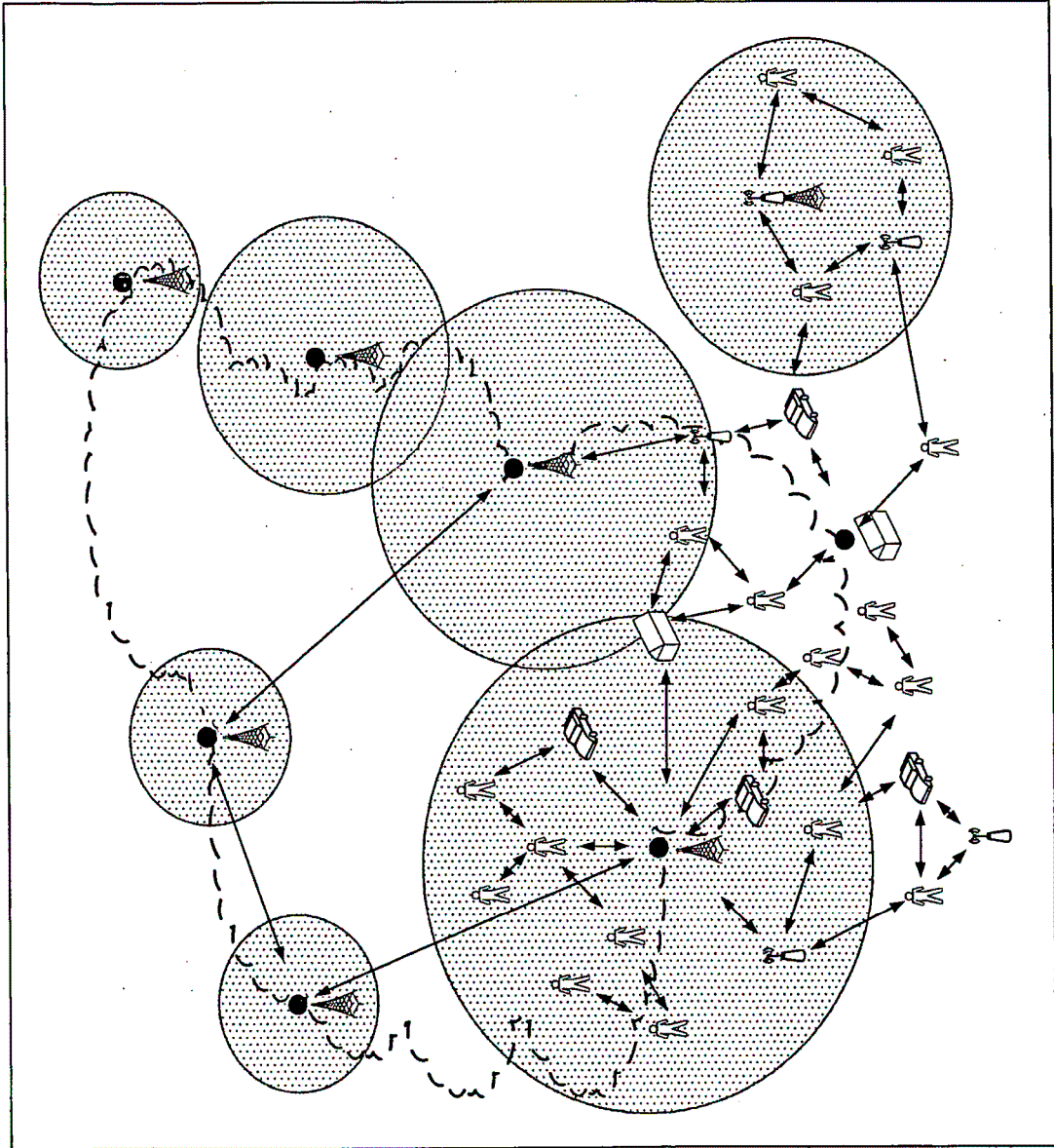


Fig. 20

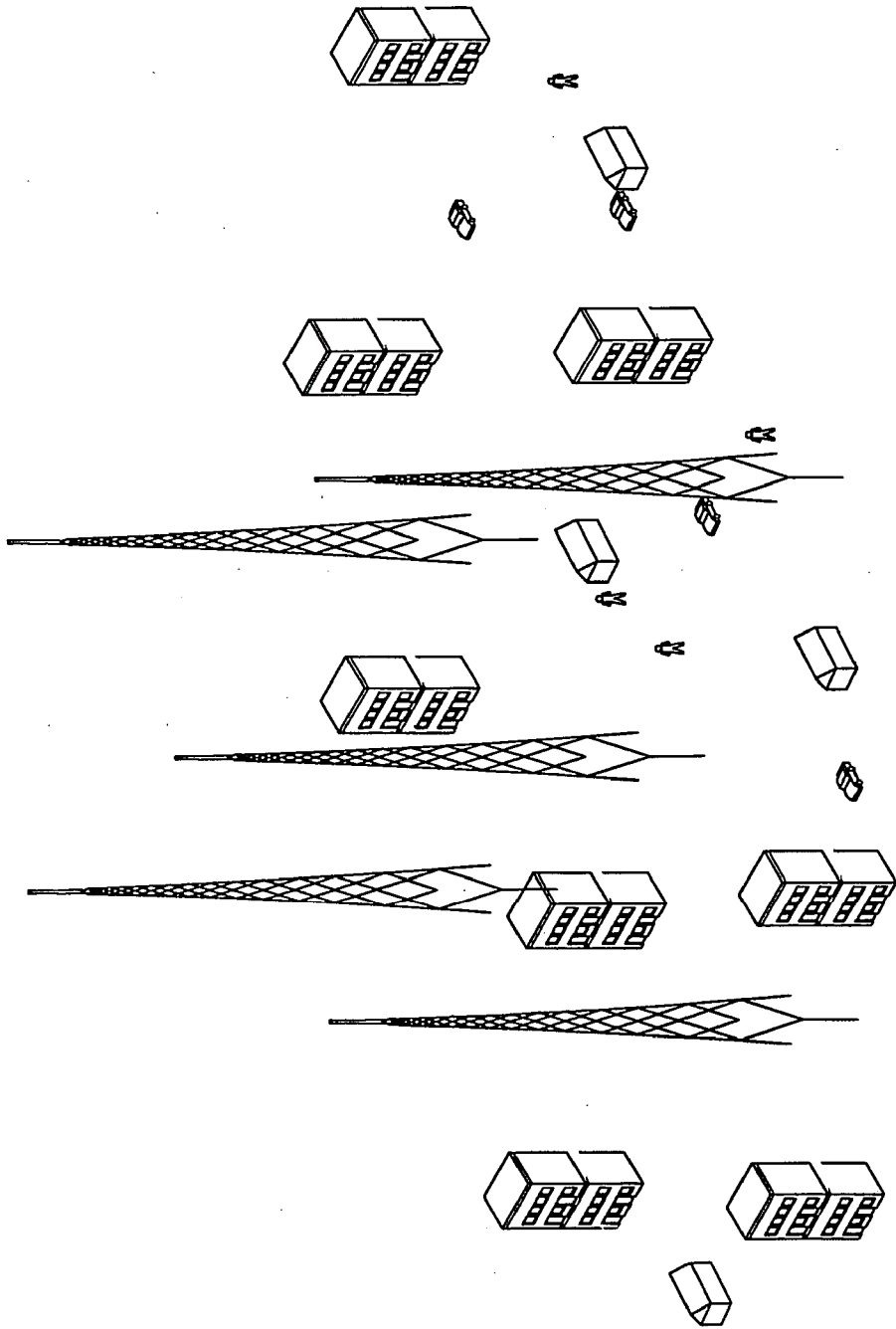
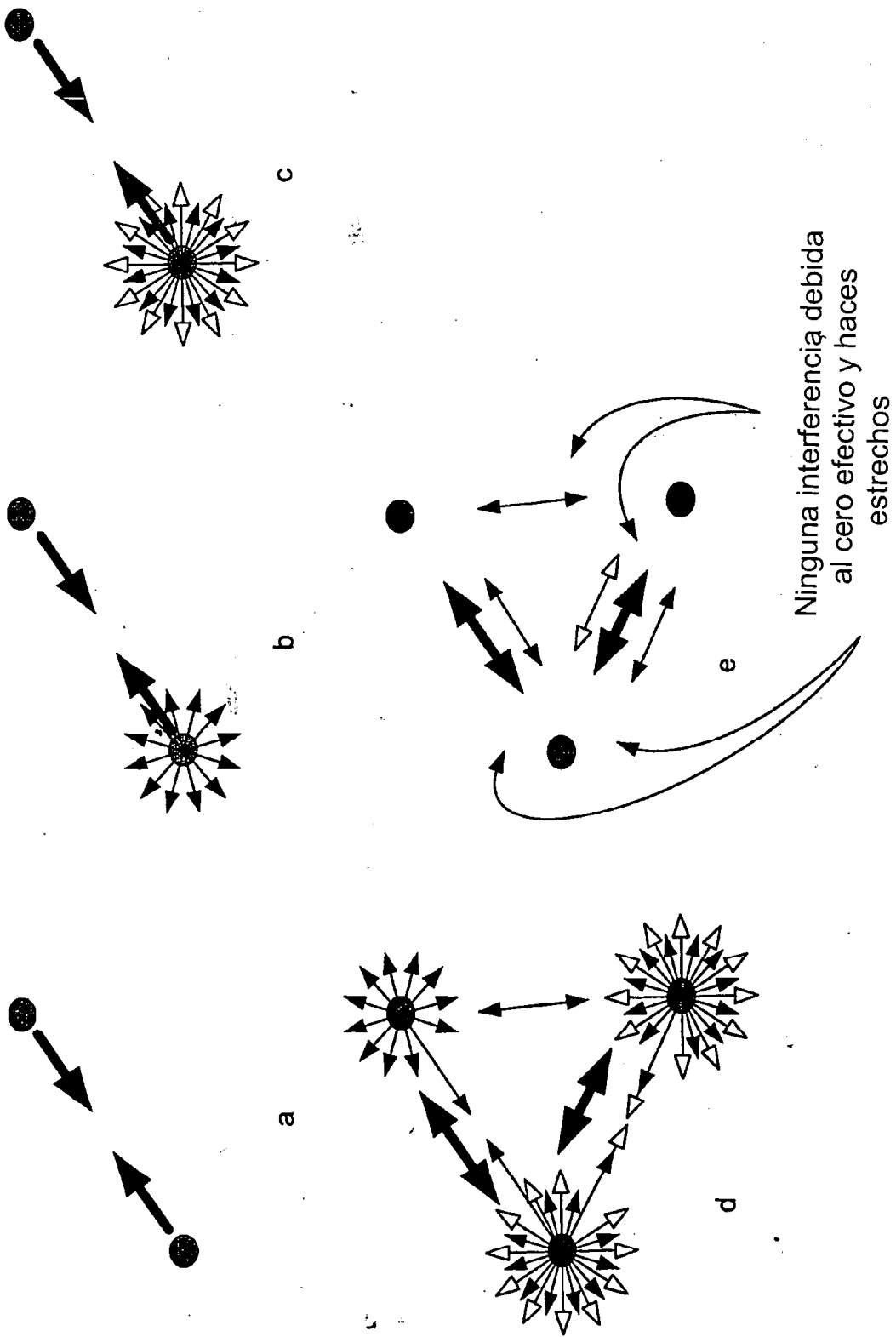


Fig. 21



Ninguna interferencia debida
al cero efectivo y haces
estrechos

Fig. 22

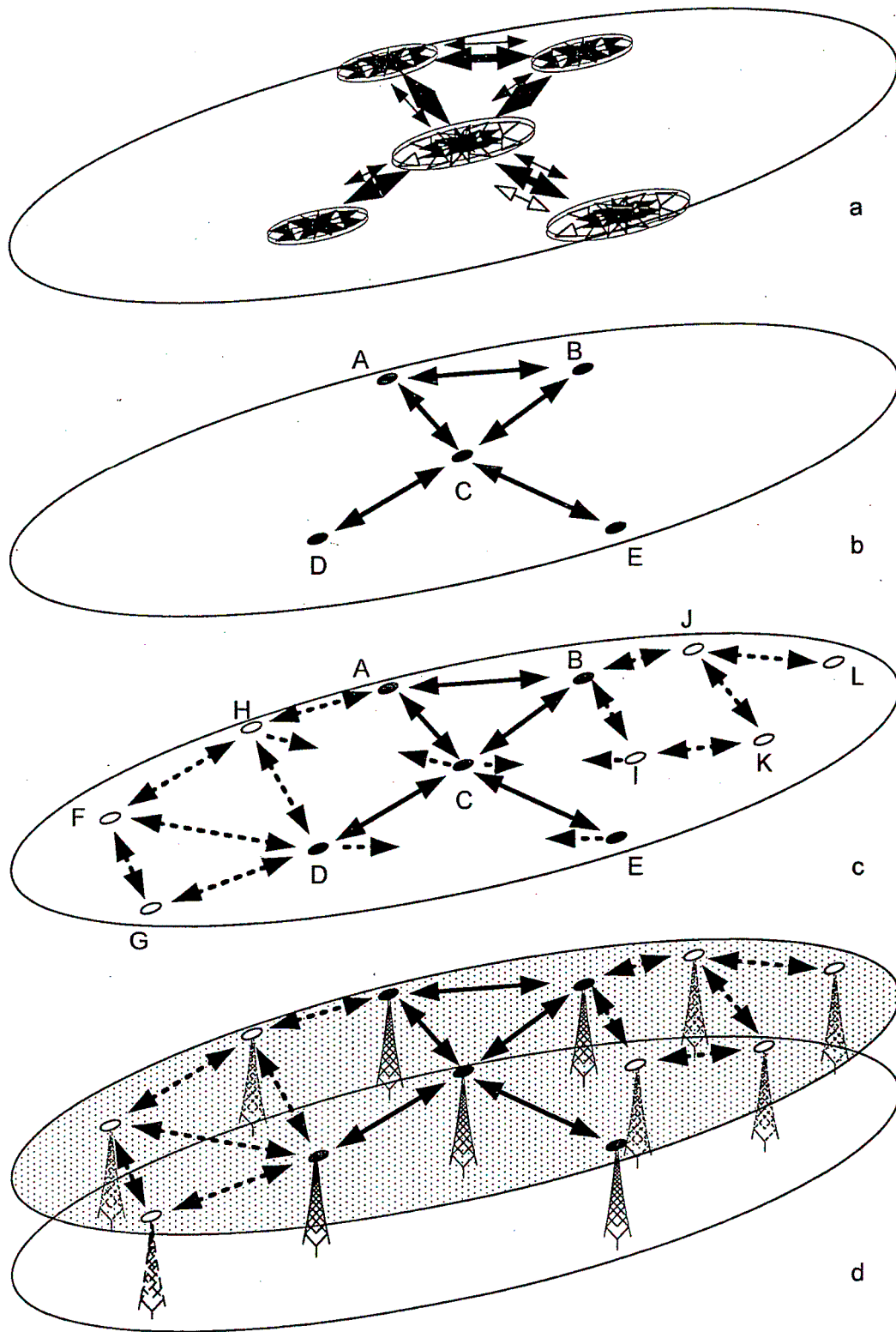


Fig. 23

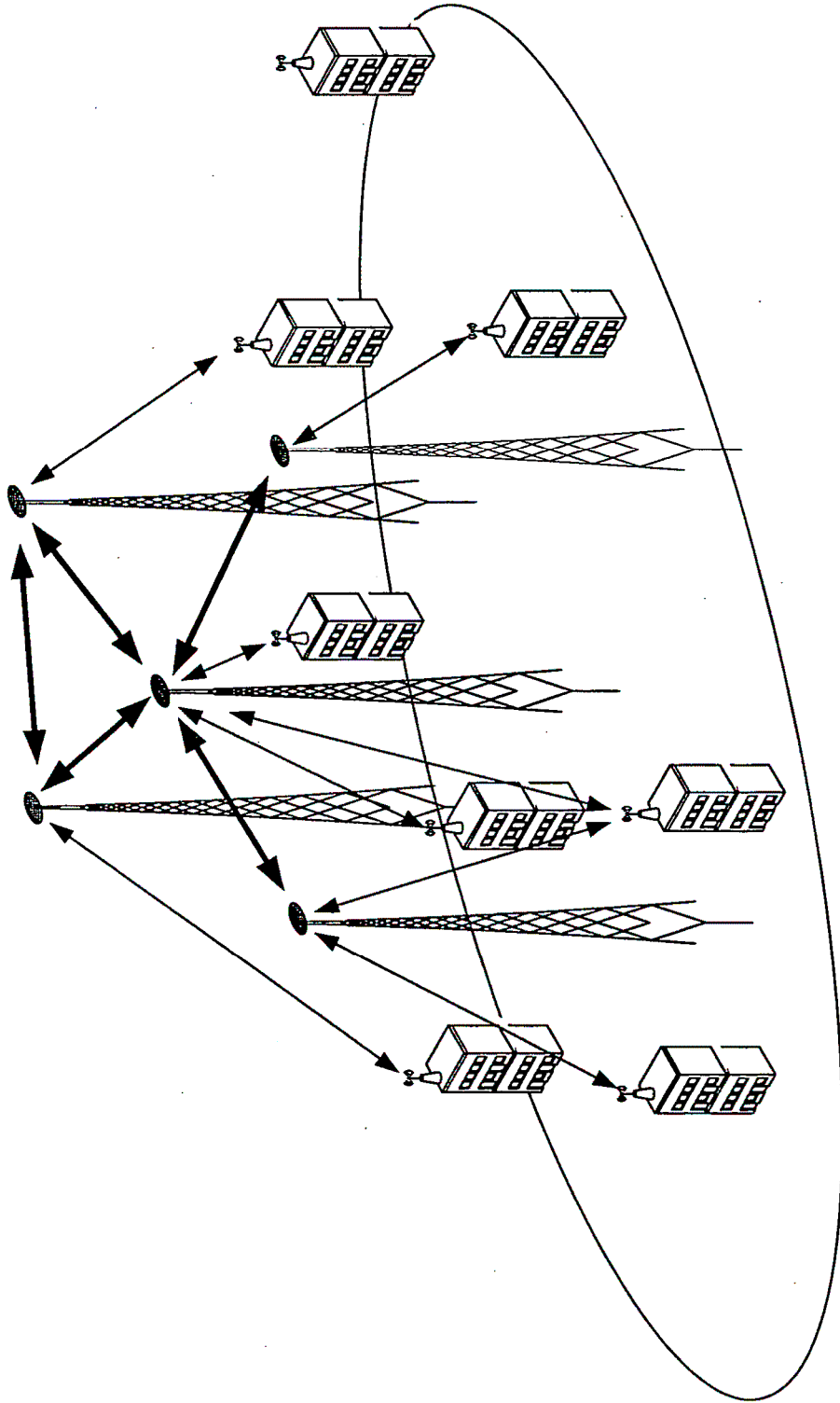


Fig. 24

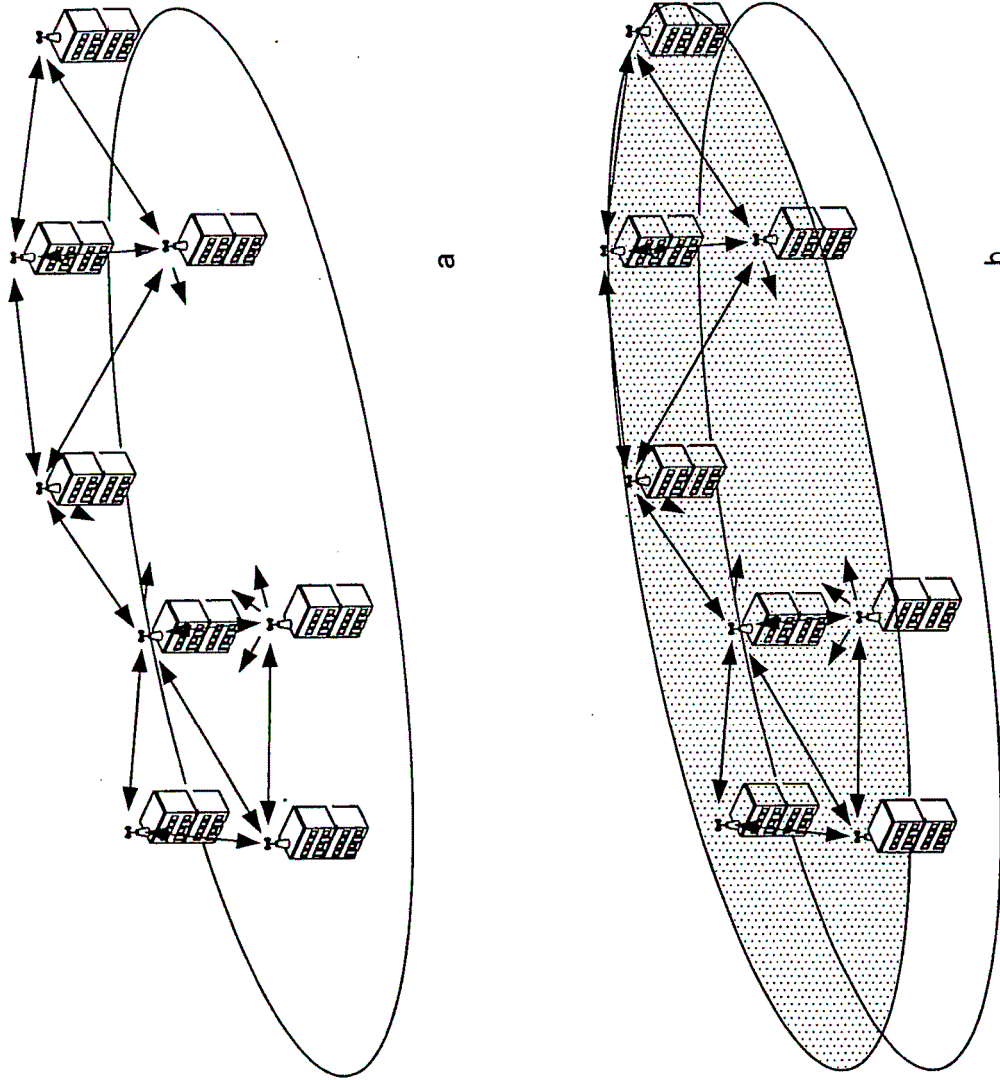


Fig. 25

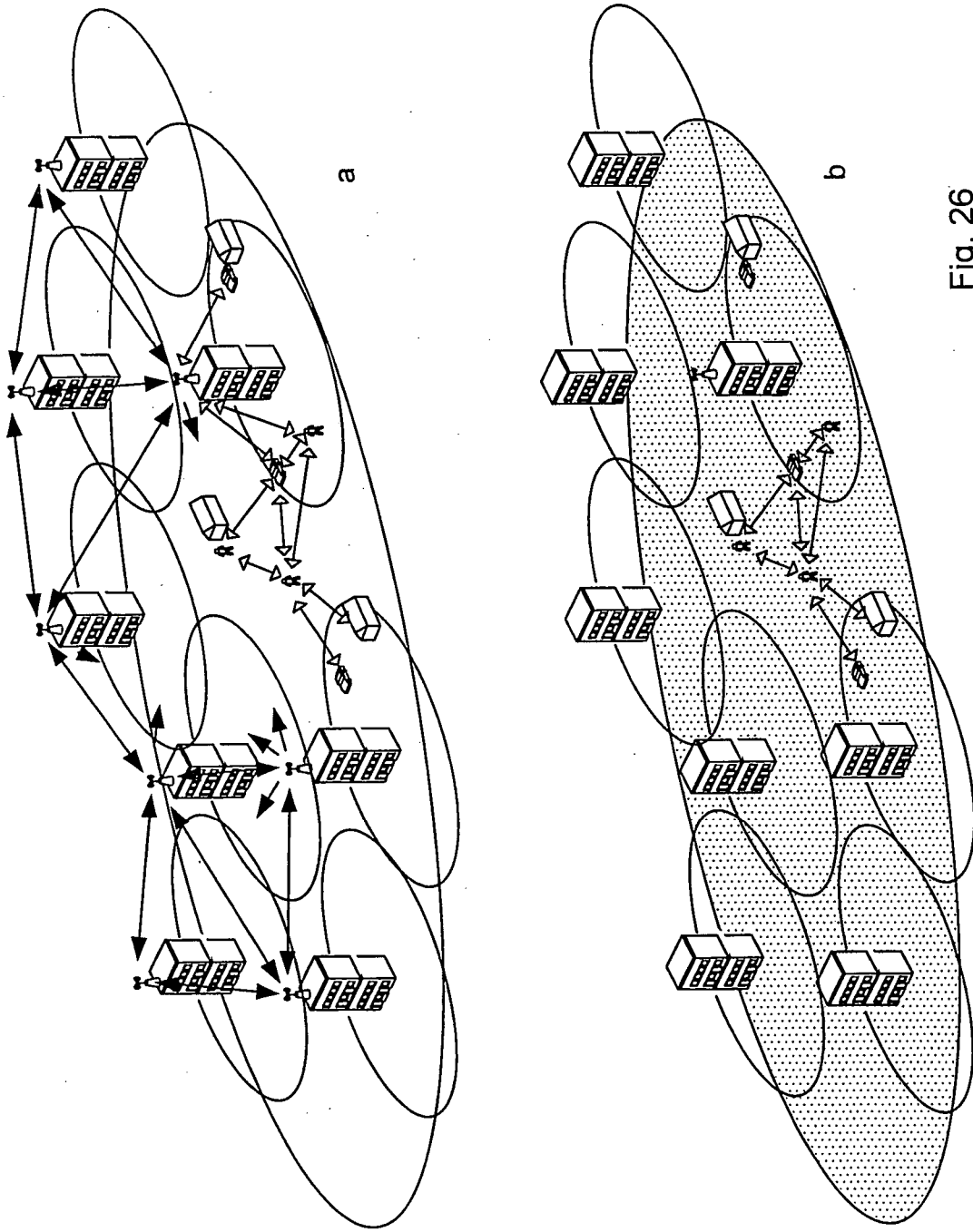


Fig. 26

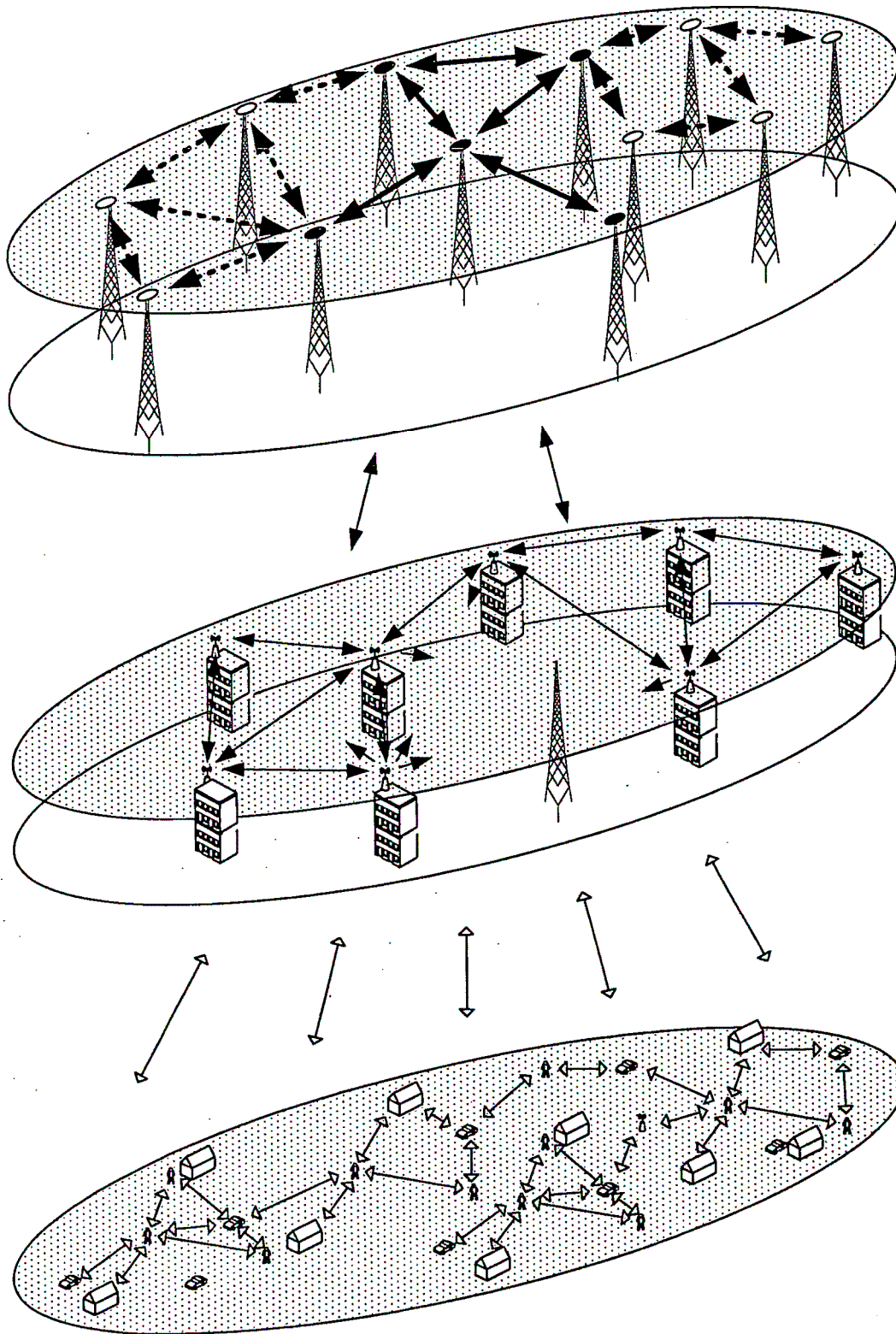


Fig. 27

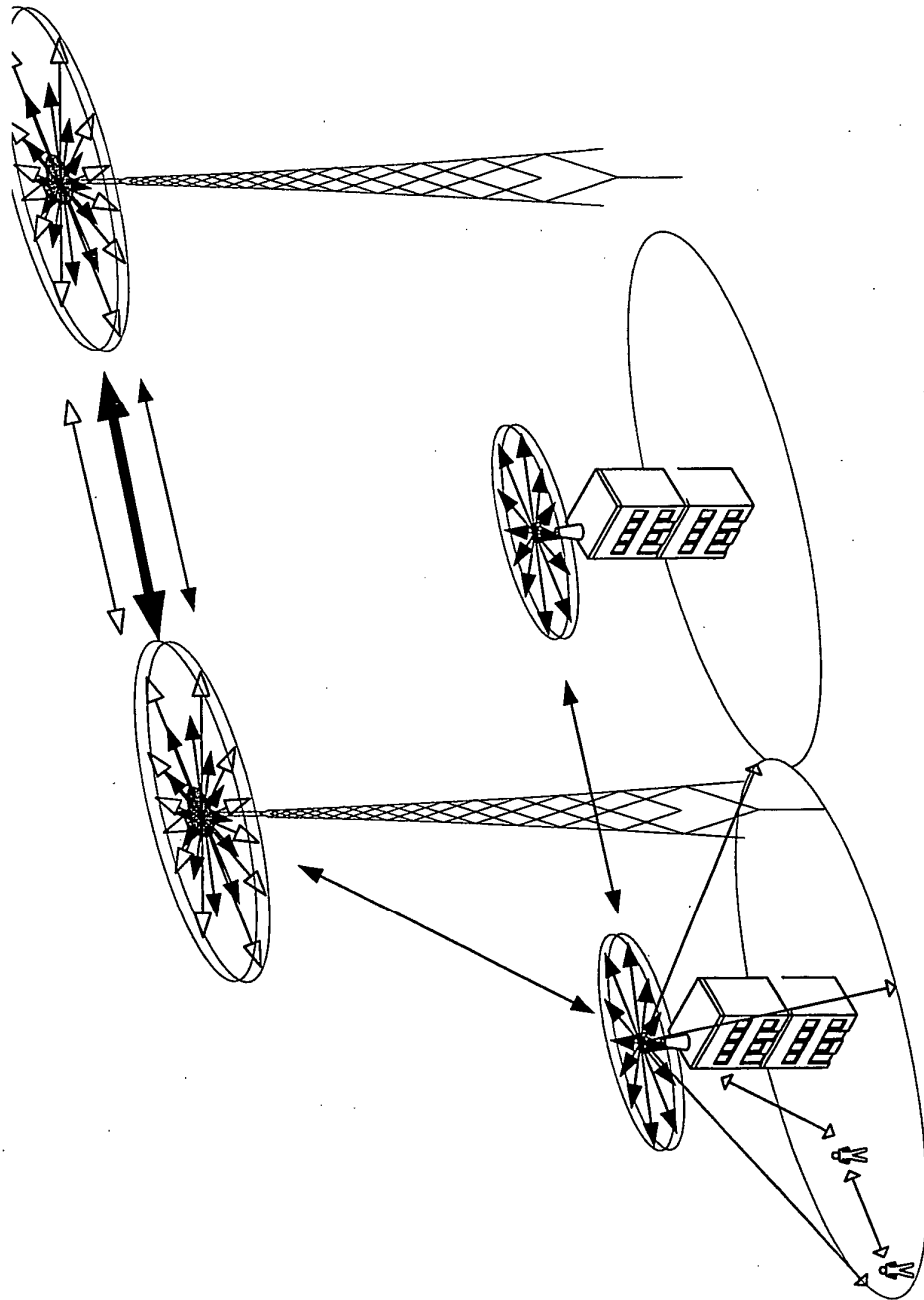
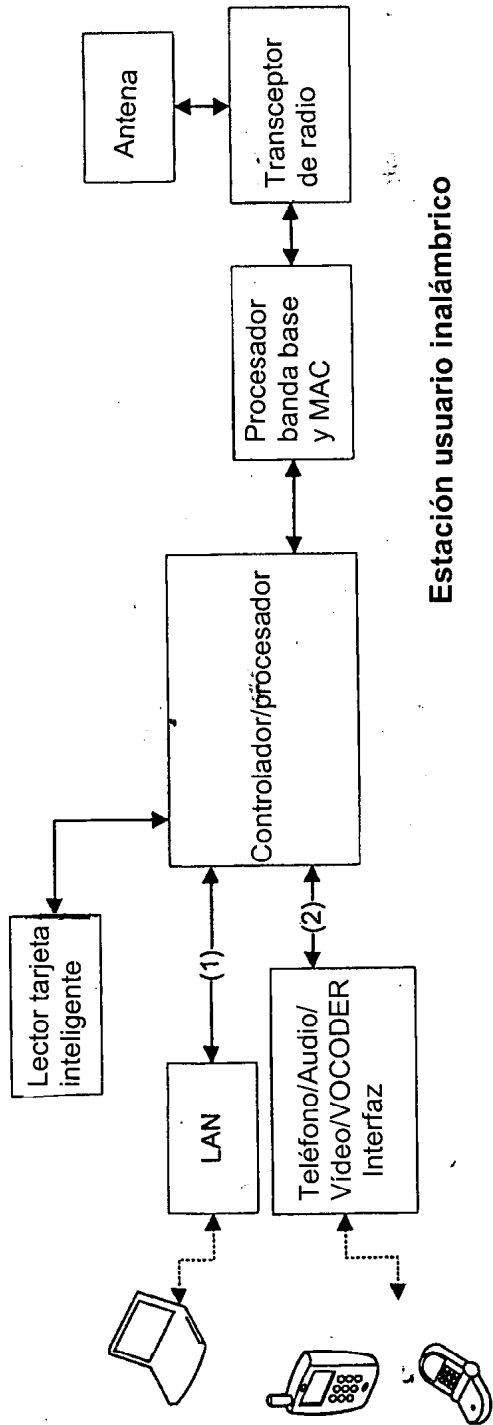
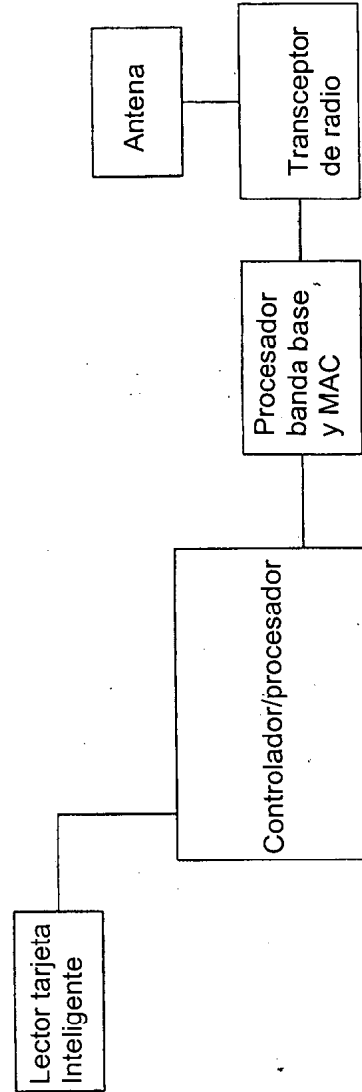


Fig. 28

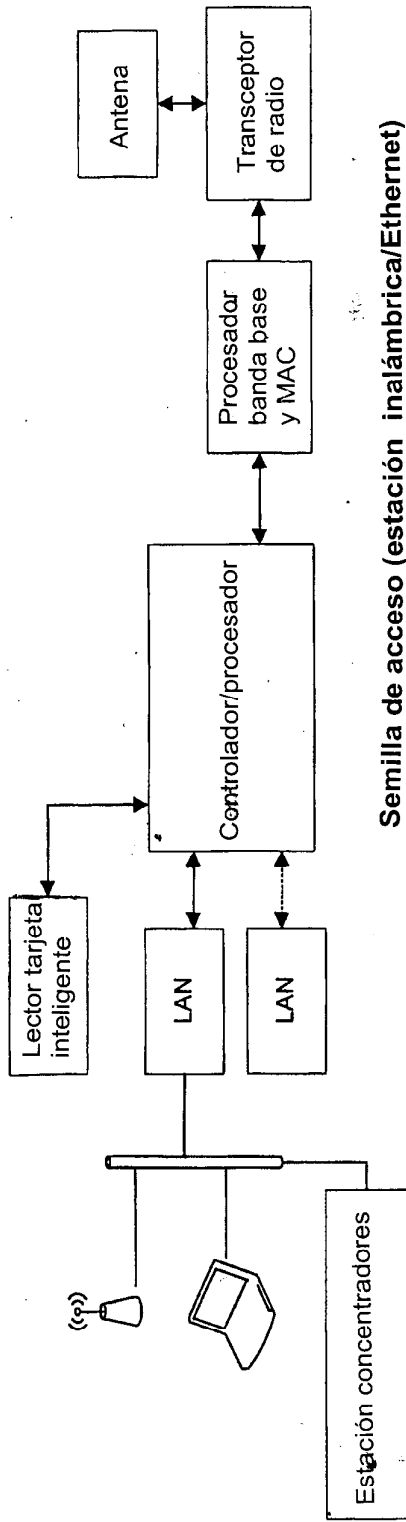


Estación usuario inalámbrico



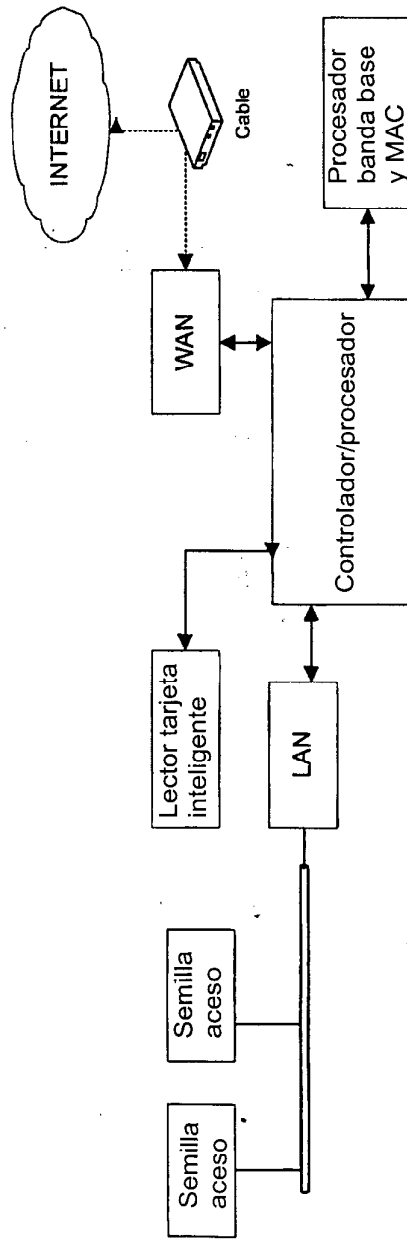
Estación semilla inalámbrica

Fig. 29



Semilla de acceso (estación inalámbrica/Ethernet)

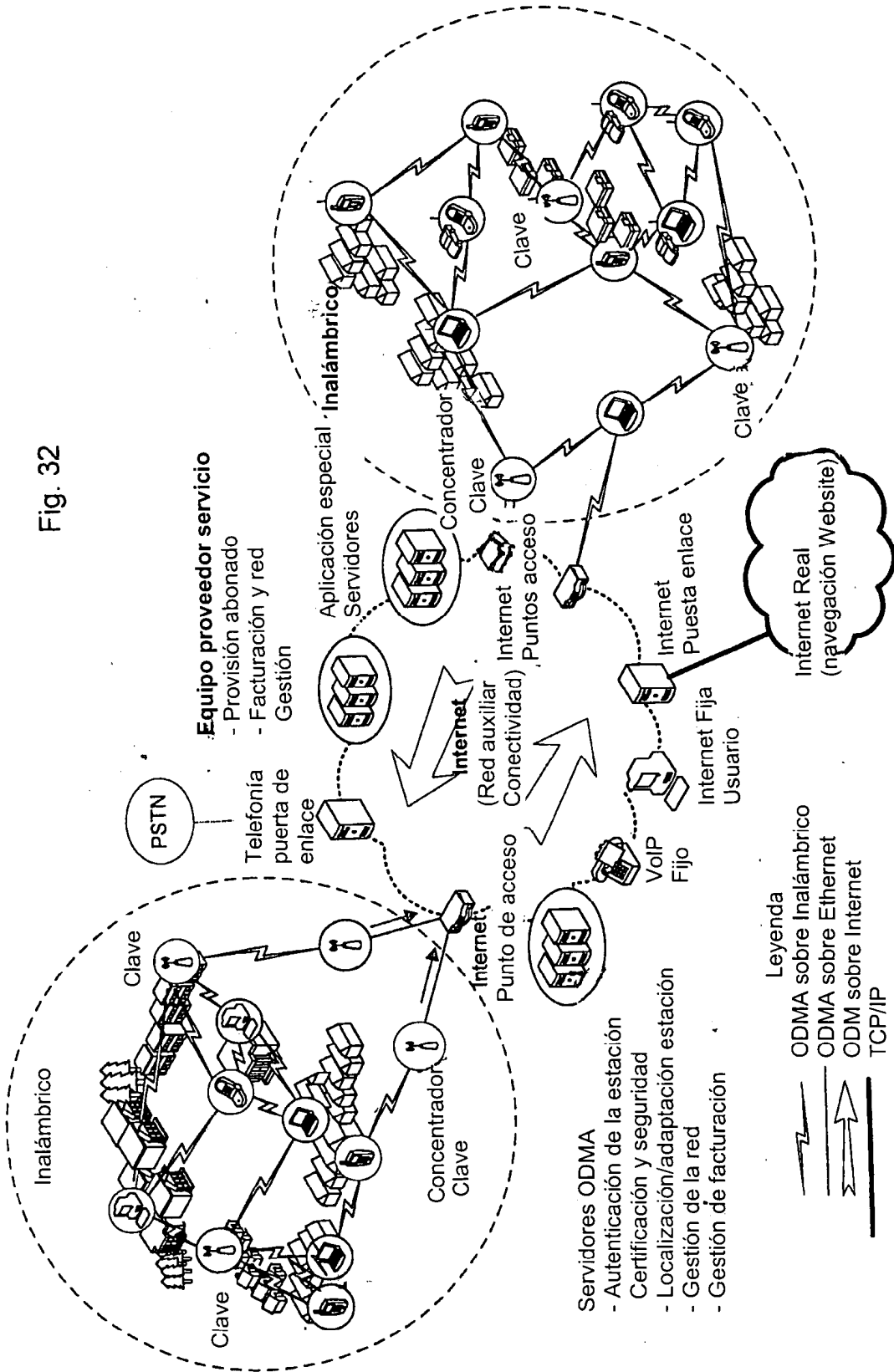
Fig. 30



Estaciones de concentradores Ethernet a Internet)

Fig. 31

Fig. 32



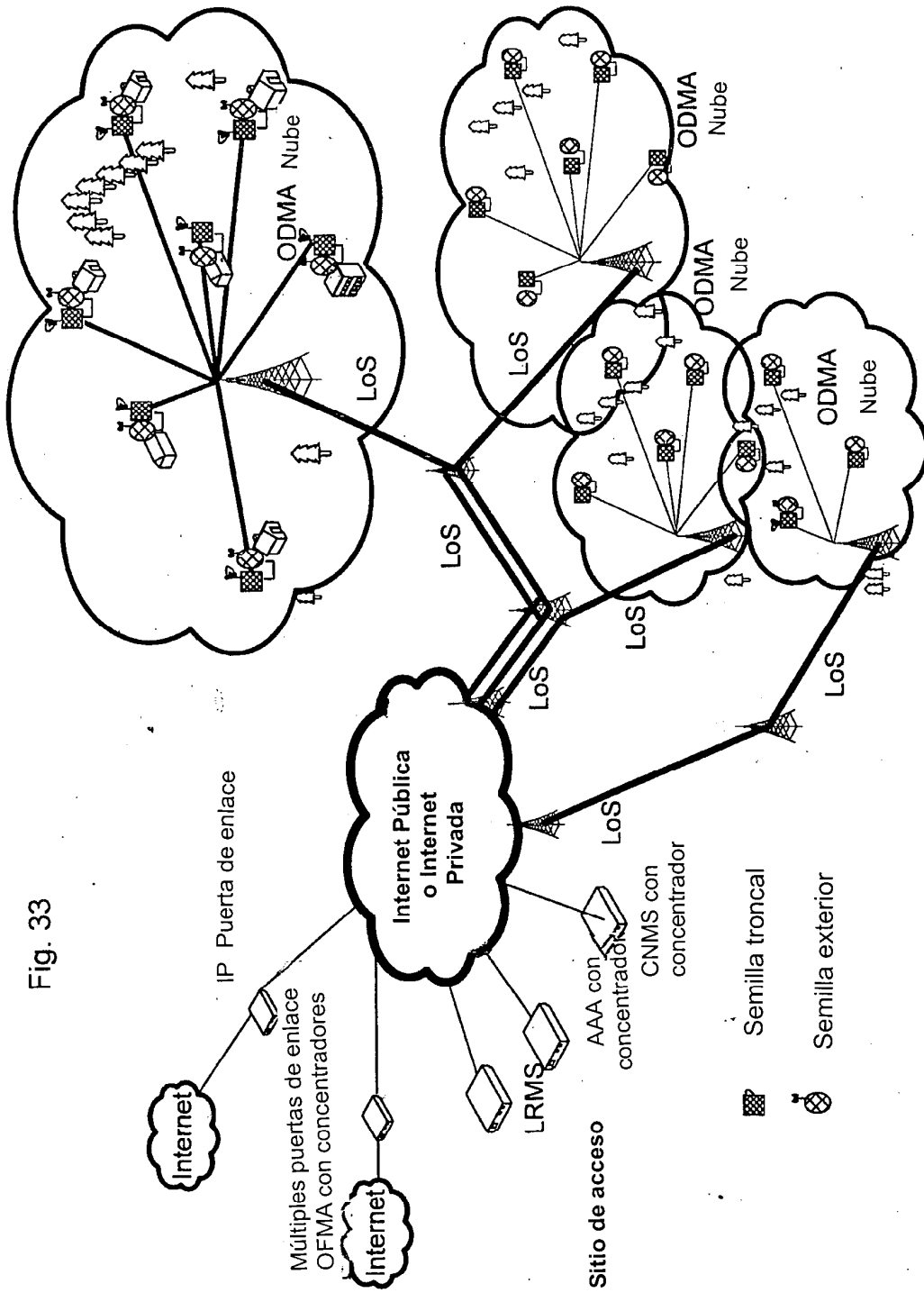


Fig. 33

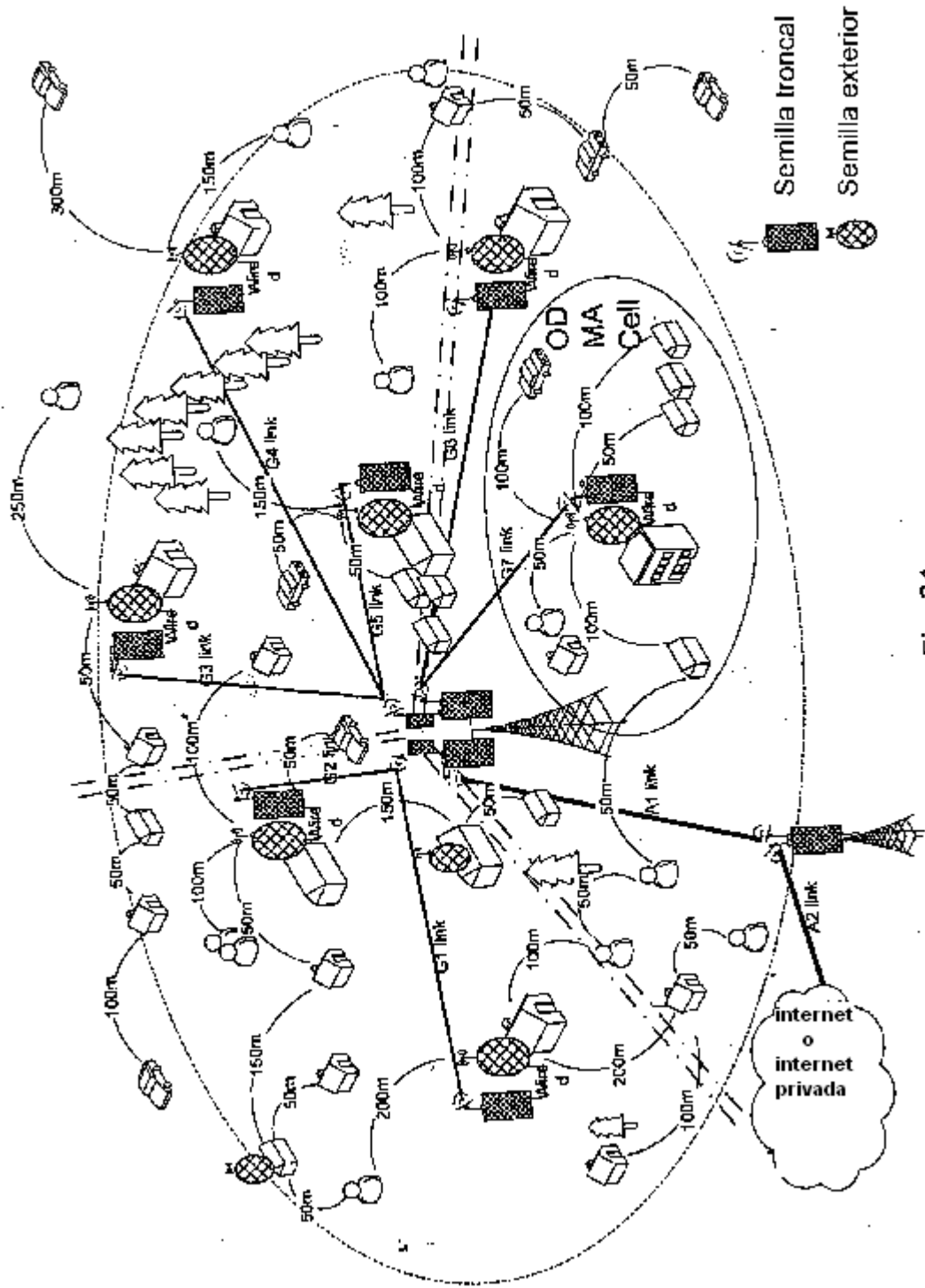


Fig. 34