

SISTEMAS DE TELEFONÍA FIJA Y MÓVIL

UD1: Análisis de sistemas de telefonía fija e inalámbrica

UD01_4: Regulación y modalidades de acceso. Proveedores del servicio de telefonía. Tecnologías e interface de acceso.

Índice

5.	UD01_4: Regulación y modalidades de acceso. Telefonía local, cable y banda ancha. Acceso desagregado, compartido y de alta velocidad. Proveedores del servicio de telefonía.....	3
5.1	Regulación.....	3
5.2	Modalidades de acceso	4
5.3	Proveedores del servicio de telefonía.....	6
5.4	Tecnologías e interfaces de acceso.	8

5. UD01_4: Regulación y modalidades de acceso. Telefonía local, cable y banda ancha. Acceso desagregado, compartido y de alta velocidad. Proveedores del servicio de telefonía.

Contidos do currículo:

BC1. Configuración de sistemas de telefonía fija.

- Tecnologías e interfaces de acceso. Líneas analógicas e dixitais. Cable. HFC (híbrido de fibra e coaxial). Fibra, FTTX/PON. Pares de cobre.

5.1 Regulación.

En el caso de las telecomunicaciones, la evolución tecnológica ha sido el factor clave que está permitiendo la evolución de un mercado monopolístico a un mercado en competencia.

Por un lado han ido apareciendo nuevos servicios (por ejemplo, las redes privadas para las empresas, los servicios de valor añadido y el acceso a Internet) con unas barreras de entrada en cuanto a inversiones mucho menores y que, desde un primer momento, podían prestarse en régimen de competencia. Por otro lado, el abaratamiento de los equipos ha rebajado el nivel de inversiones requerido para prestar otros servicios hasta entonces monopolísticos (por ejemplo, las comunicaciones de larga distancia nacionales e internacionales). Es esta evolución tecnológica la que permite sustentar la política liberalizadora impulsada desde los organismos públicos.

5.1.1 Objetivos de la Regulación.

- Fomento de la competencia en los servicios de las telecomunicaciones, mediante:
 - La apertura de los distintos servicios de la competencia: Dado el enorme esfuerzo inversor que requiere el despliegue de una red de telecomunicaciones, los reguladores han considerado que la mejor manera de introducir la competencia es la apertura de la red de los antiguos monopolios a sus nuevos competidores, de tal manera que éstos puedan prestar sus servicios mediante sus propias redes y las del operador dominante.
 - La concesión de licencias: Se fijan las condiciones que deben cumplir aquellas compañías que quieran prestar servicios de telecomunicaciones y, en el caso de recursos escasos como el espectro radioeléctrico, se regula su asignación.
 - La vigilancia de la existencia de posiciones dominantes: Con el fin de permitir a los nuevos operadores captar cuota de mercado frente a un operador establecido y reconocido por los usuarios, los reguladores no permiten a los operadores dominantes fijar libremente sus precios, tratando así de evitar precios predatorios que impidan el desarrollo de la competencia y permitiendo a ésta que pueda fijar unos precios más atractivos.
- Preservación del carácter esencial y estratégico de los servicios de telecomunicaciones, mediante:
 - El fomento de la inversión en infraestructuras: La importancia económica del sector de las telecomunicaciones y su papel central en la competitividad de la actividad económica de un país han llevado a los reguladores al fomento de una apertura en la que los nuevos competidores inviertan en

infraestructuras y no traten de aprovechar únicamente las situaciones de arbitraje que pueden presentarse a corto plazo. Así, la regulación introduce normas en cuanto al despliegue de una infraestructura mínima por parte de las compañías operadoras, o la discriminación mediante unos precios de interconexión más elevados a aquellos que realicen una inversión menor.

- La dotación a las viviendas de las infraestructuras adecuadas: Para ello se han desarrollado normativas que fijan un mínimo de infraestructuras en las viviendas que soporten los servicios de telecomunicación en un mercado en competencia.
- La definición de la obligación de servicio universal: Los reguladores deben definir cuáles son los servicios de telecomunicaciones para los que debe garantizarse el acceso a todos los ciudadanos, quién debe prestarlos y cómo deben financiarse para aquellos sectores a los que resulta deficitaria su prestación.

5.1.2 La regulación del bucle de abonado para los servicios de voz y datos (ADSL)

El bucle de abonado es la parte de la red que conecta a los usuarios con la central local y comprende los elementos de uso exclusivo de cada usuario. La elevada inversión que requiere esta parte de la red (En España, hay más de 20 millones de líneas), su baja utilización, la existencia de un déficit de acceso y la complejidad técnica de la conexión del bucle desde la red de los operadores dominantes a la de los nuevos competidores han ocasionado que éste haya sido el último servicio liberalizado, concretamente en el año 2001.

5.2 Modalidades de acceso

Hay tres modalidades de acceso al bucle local de los operadores dominantes:

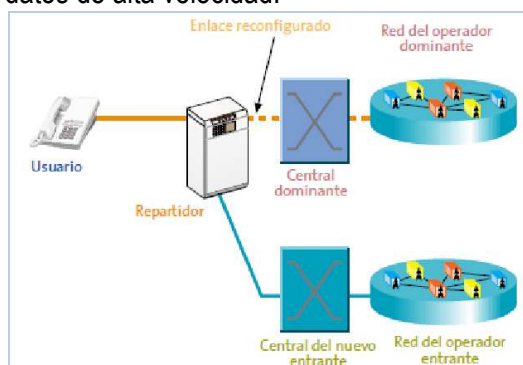
- El acceso totalmente desagregado
- El acceso compartido
- El acceso al caudal de datos de alta velocidad

Las tres son modalidades complementarias que coexisten en la actualidad. Cada una presenta unas ventajas y unos inconvenientes. Los operadores dominantes ofrecen a sus competidores las tres alternativas, con el fin de que éstos puedan elegir la que consideren más adecuada y así se pueda alcanzar el objetivo de competencia en las redes de acceso.

5.2.1 Acceso totalmente desagregado.

En esta modalidad, el enlace que une el repartidor y la central local del operador se reconfigura para que vaya del repartidor a la central del operador alternativo, de tal manera que ésta toma el control del bucle.

Así, un cliente podría optar por cambiar a un nuevo operador, que sería quien en adelante le proporcionaría el servicio telefónico básico y el de datos de alta velocidad.



O podría mantener la línea existente y contratar una nueva línea con otro operador que le proporcionaría el servicio de datos.

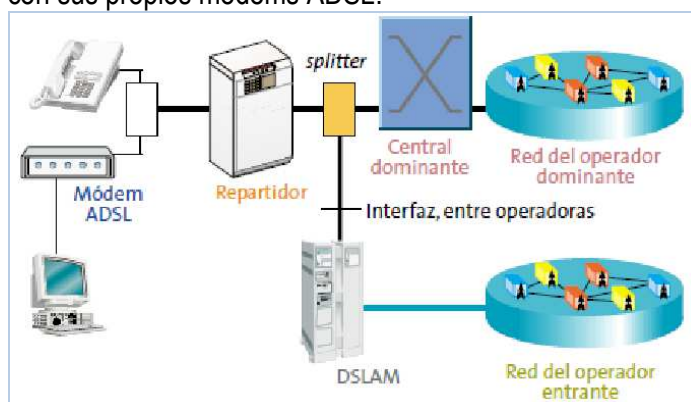


- Ventaja: Permite a los nuevos operadores introducir los servicios que consideren más adecuados a su propio ritmo, con independencia de los planes del operador establecido.
- Inconveniente: esta opción es la que presenta un mayor coste para los nuevos entrantes, ya que tienen que instalar el equipamiento necesario en cada central donde quieran captar clientes.

5.2.2 Acceso compartido.

El operador dominante instala en la central los equipos necesarios (splitter) para separar la señal de voz en baja frecuencia de la de datos en alta frecuencia, de tal manera que la señal de voz iría a su propia red y sería la señal de datos la que se proporcionaría al operador alternativo.

Esta opción permite a un usuario continuar con el servicio telefónico proporcionado por el operador dominante a la vez que tiene la opción de contratar el servicio de datos de alta velocidad con otro operador que proporcionaría el servicio con sus propios módems ADSL.

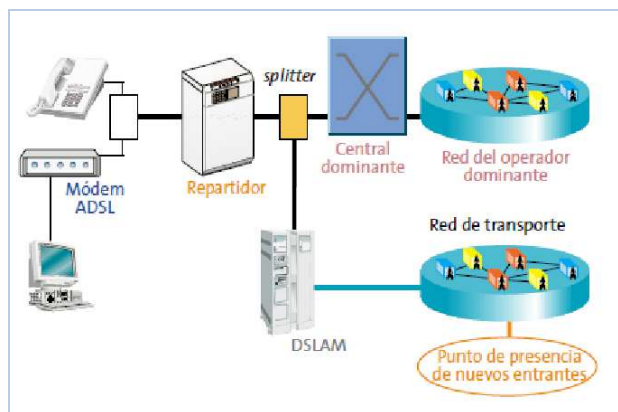


- Ventaja: Mayor flexibilidad para el cliente.
- Inconveniente: la elevada inversión para los nuevos entrantes, al tener que conectarse en las centrales locales.

5.2.3 Acceso al caudal de datos de alta velocidad (ADSL)

El operador dominante se encarga de proporcionar el servicio de datos de alta velocidad instalando los equipos necesarios en la central local, encargándose también del transporte a través de su red ATM o IP hasta un

punto en el que se conectan los operadores alternativos. Se ofrece así un camino "virtual" desde el operador al cliente.



- Ventaja: Esta opción permite a los nuevos operadores ofrecer servicios de datos de alta velocidad a los usuarios con una menor inversión que las modalidades anteriores, ya que no necesitan acceder a las centrales de la red de acceso.
- Inconveniente: los nuevos operadores quedan supeditados al ritmo de implantación que el operador dominante decida.

5.3 Proveedores del servicio de telefonía.

La telefonía ha sido durante muchos años, y continúa siendo, el principal negocio de las empresas de telecomunicaciones. Se trata de un servicio disponible en la práctica totalidad de países y en la mayoría de los casos está considerado como un derecho básico de los ciudadanos. Las grandes compañías tradicionales todavía basan sus cuentas de resultados en la explotación de los negocios asociados a la telefonía.

Hasta hace unas pocas décadas, las empresas de telecomunicaciones eran de propiedad estatal y operaban en régimen de monopolio. En esta época se producía habitualmente un fenómeno denominado "subvención cruzada", mediante el cual las llamadas de larga distancia se cobraban muy por encima de su coste para subvencionar los costes fijos de acceso y las llamadas locales. Esta política permitía el acceso de muchos ciudadanos al servicio telefónico, ya que el coste de las llamadas más frecuentes, las locales, era bajo.

Sin embargo la tendencia actual es que los estados fomenten la competencia en el sector para conseguir reducir los costes que el ciudadano paga por utilizar estos servicios. Este proceso ha conducido a la eliminación de buena parte de los monopolios que existían en Europa y, más recientemente, en Latinoamérica. Para ello se ha seguido el ejemplo estadounidense para liberalizar en primer lugar el negocio de las llamadas de larga distancia y posteriormente el acceso al bucle de abonado. Estas medidas, junto con una regulación de tarifas que permita a los entrantes asentar sus negocios, han dado lugar a la proliferación de nuevas empresas en el sector.

5.3.1 Tipos de proveedores en telecomunicaciones.

- Los operadores de red: Aportan la infraestructura de equipos y medios de transmisión necesarios para establecer las comunicaciones.
- Los proveedores de servicios básicos: Ofrecen a los clientes servicios directamente basados en el uso de las infraestructuras de red.

- Los proveedores de servicios de valor añadido: Introducen un grado más de complejidad en los servicios que proporcionan a los clientes, superponiendo a la red equipos específicos a tal fin. En esta categoría se pueden mencionar los servicios de información, los servicios avanzados de voz, los servicios de Internet (ISP), etc.
- Los proveedores de contenidos: Aportan información de todo tipo sobre la red, el video, la música, las noticias, etc.

5.3.2 Servicios telefónicos.

- **Acceso telefónico fijo:**

En este campo se ubican las empresas encargadas del tendido y explotación de la red de pares de cobre que llega a los hogares y permite la conexión de los clientes. En muchos casos han heredado las redes de los antiguos monopolios y, por lo tanto, gozan de una posición de privilegio en la competencia con otros operadores. Los ingresos que obtienen provienen de varias fuentes, siendo la principal la de los clientes que tienen. En este campo se ubican las empresas encargadas del tendido y explotación de la red de pares de cobre que llega a los hogares y permite la conexión de los clientes. En muchos casos estas empresas han heredado las redes de los antiguos monopolios y, por lo tanto, gozan de una posición de privilegio en la competencia con otros operadores.

En la conexión a la red, los clientes suelen pagar una cantidad fija en concepto de mantenimiento del bucle de abonado. Además, las empresas cobran las llamadas que efectúan,

excepto en el caso en que la gestión la realice otro operador (llamada de larga distancia). Por otra parte, los operadores que dan servicio de telefonía y que no disponen de red de acceso pagan a los operadores de acceso cada vez que uno de sus clientes realiza o recibe una llamada en concepto de interconexión.

El acceso telefónico fijo es un negocio en el que son necesarias fuertes inversiones en infraestructuras. La mayor parte de los gastos en explotación se dedican al mantenimiento de las infraestructuras existentes y a la ampliación y modernización de las mismas.

Otro de los negocios de los operadores de acceso telefónico pasa por proporcionar un medio para que sea posible la conexión a Internet desde los hogares.

- **Llamadas de larga distancia:**

Los operadores de larga distancia no tienen que disponer necesariamente de red de acceso propia, sino que pueden utilizar la de los operadores de acceso para ofrecer sus servicios a los clientes. Su cometido es ofrecer la conectividad necesaria para establecer una comunicación telefónica entre dos teléfonos que podrían pertenecer a redes de acceso distintas.

- **Telefonía móvil:**

Al tratarse de una tecnología relativamente nueva, las empresas del sector han crecido, en su mayor parte, en aquellos mercados en los que casi desde el principio han tenido que operar en régimen de competencia. Por este motivo no es tan frecuente que existan operadoras que actúen en régimen de monopolio, sino que es mucho más habitual que unas pocas empresas, aquellas que han obtenido una licencia del regulador correspondiente, se repartan el mercado.

Estas empresas proporcionan servicios telefónicos a sus clientes en régimen de exclusividad, es decir, no es posible como en el caso de la telefonía fija elegir el operador que realizará la llamada. Todas las llamadas son cursadas por el operador que proporciona el acceso y es él quien fija las tarifas. Es habitual disponer de al menos dos modalidades de servicio: por una parte existe una modalidad basada en contrato en la que se paga una cuota fija mensual (que justifica los costes de mantenimiento de la red y los gastos administrativos de gestión) y se cobra una tarifa por llamada efectuada, y por otra, suele existir otra

modalidad de tipo prepago en la que no hay cuotas fijas y sólo se cobra, por adelantado, el coste de las llamadas, eso sí, a un precio superior al de la modalidad de contrato para compensar la ausencia de cuota mensual.

Esta última modalidad ha experimentado un gran auge, registrándose un mayor número de clientes de este tipo que en la modalidad de contrato.

5.4 Tecnologías e interfaces de acceso.

5.4.1 Líneas analógicas y digitales.

Las líneas de transmisión se definen como las conexiones conductoras de electricidad entre elementos de un sistema que transporta señales de voz o datos.

- Las **líneas analógicas** sirven para la provisión del servicio telefónico básico así como de servicios especiales o suplementarios, en un punto físico frontera, unión entre la red del operador y la red interior de usuario, llamado punto de terminación de red (PTR), al que se conectan los distintos equipos de usuario.

Lo que caracteriza a un medio de transmisión analógico (independientemente de otras consideraciones) es su capacidad para transmitir una determinada gama de frecuencias.

Una línea telefónica, la cual es un medio de transmisión analógico, es capaz de transmitir cualquier frecuencia entre 300 Hz y 3400 Hz.

- Las **líneas digitales** se caracterizan porque recibe información digital binaria en un extremo y la transmite al otro extremo. Las señales digitales son más fáciles de generar, sin embargo cuando se transmite una señal digital por un conductor eléctrico, este sufre una mayor atenuación y distorsión que una señal analógica. La atenuación y distorsión dependen de las características del medio (conductor eléctrico) y de la velocidad de transmisión, siendo más grandes a mayores velocidades y distancias.

5.4.2 Banda estrecha y banda ancha.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) define “Banda Estrecha” y “Banda Ancha” de la siguiente manera:

- Banda Estrecha (Narrowband):**

Término aplicado a las instalaciones de telecomunicaciones capaces de transportar transmisiones de solo voz, imágenes facsímil, imágenes de vídeo de exploración lenta y de datos a velocidades de kilobits. Las conexiones de banda estrecha, a diferencia de las de banda ancha, no pueden procesar transmisiones de imágenes de vídeo en movimiento a pleno color ni transmisiones de datos a velocidades de megabits. El término suele aplicarse a conexiones analógicas de tipo voz y digitales que operan a velocidades inferiores a 1,544 Mbps.

- Banda Ancha (Broadband):**

Un término aplicado a los sistemas de telecomunicaciones que pueden dar soporte a múltiples formatos de información a velocidades relativamente altas, como las de los servicios de voz, de datos a alta velocidad y de vídeo por demanda. Las velocidades de transmisión totales suelen ser de centenares a millares de veces más rápidas que las de los sistemas de Banda estrecha.

Coloquialmente diremos que “Banda Ancha” es un conjunto de tecnologías que permiten ofrecer a los usuarios altas velocidades de comunicación y conexiones permanentes.

Permite que los proveedores de servicios ofrezcan una variedad de servicios de valor añadido.

Se proporciona a través de una serie de tecnologías y el equipamiento adecuado para llegar al usuario final con servicios de voz, video y datos.

5.4.3 Medios de transmisión.

El medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas se puede utilizar en las redes de datos como un medio de transmisión.

El medio físico puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología y el método de acceso.

Los medios de transmisión pueden ser:

- **Guiados**, cuando las ondas se transmiten confinándolas a lo largo de un camino (medio) físico como por ejemplo un cable.

Los principales medios guiados emplean cobre y fibra óptica, ejemplos son:

El par trenzado

El cable coaxial

El cable de fibra óptica

- **No guiados** (inalámbricos), la propagación de la señal se hace a través del aire, el mar o el espacio.

Los principales medios no guiados son los enlaces de radio y microondas para redes inalámbricas.

5.4.3.1 Factores de evaluación de los medios de transmisión.

Los factores que influyen en la selección del medio de transmisión son los siguientes:

Factores que influyen en la selección del medio de transmisión

Ancho de banda	Es el espectro de frecuencia que el medio puede transmitir. El ancho de banda es función del tipo de cable y de su longitud.
Longitud	Cada arquitectura y tipo de cable tiene definida las distancias máximas utilizables.
Fiabilidad en la transferencia	Determina la calidad de la transmisión. Se evalúa en porcentaje de errores por número de bits transmitidos.
Aplicación	Tipo de instalación para el que es más adecuado así como la distancia que puede cubrir con facilidad.
Restricciones de aplicación	Las condiciones en que se ha de evitar el medio.
Topología	Las topologías que usan el cable
Vulnerabilidad de la red	Posibilidad de interferencias
Coste del medio	Facilidad y costes de la instalación: Puede exceder al del costo del cable
Seguridad	Grado de dificultad con que se las señales transportadas pueden ser intervenidas.

5.4.3.2 Medios de transmisión guiados.

Línea bifilar (hilo telefónico)

Es muy sencilla y por lo tanto barata.

Altas pérdidas por radiación: al ser dos conductores paralelos, cuando circula intensidad por uno de los conductores se crea el campo magnético inducido que a su vez induce corriente eléctrica en el otro conductor.

Alta sensibilidad a interferencias electromagnéticas: al no ir los conductores apantallados cualquier radiación electromagnética procedente del exterior puede provocar corrientes inducidas que se mezclarán con la corriente de la señal transmitida.

Cable de par trenzado

El cable está compuesto por pares de hilos de cobre embutidos en un aislante y trenzados entre sí (twisted pair).

El grosor de los hilos varía (típicamente alrededor de 1 milímetro) así como el número de vueltas (trenzado) por pulgada. Los hilos suelen ser de cobre. El trenzado se utiliza para evitar las interferencias con cables compuestos por varios hilos adyacentes, así como las interferencias externas.

- Transmisión analógica: bucle de abonado, conexión a PBX, módems para tráfico digital. Es necesario el uso de amplificadores cada 5 ó 6 Km.
- Transmisión digital: conexión a PBX digital hasta 64kbps, redes de área local a 10Mbps-100Mbps (larga distancia 4Mbps). Son necesarios repetidores cada 2 ó 3 Km.

Tipos:

STP (Shielded Twisted Pair)

Cable cuyos conductores de cobre van trenzado por parejas, y cada pareja de estos está cubierta por una capa metálica que hace de pantalla frente a potenciales interferencias electromagnéticas.

Es adecuado para grandes distancias y velocidad por su menor atenuación y menor sensibilidad a las interferencias. Normalmente con 4 pares.

UTP (Unshield Twisted Pair)

Cable de pares trenzados sin apantallar. Tiene un menor coste pero es más sensible a las interferencias electromagnéticas.

Cable coaxial

Es un cable cuyos dos conductores comparten el mismo eje, es decir, tenemos un conductor interior y un conductor exterior que recubre al interior, compartiendo la misma línea de referencia. El núcleo es un hilo de cobre rígido. Este conductor va recubierto por un material aislante que constituye la segunda parte del cable. A su vez el aislante está dentro del conductor exterior que es de forma cilíndrica y normalmente tiene una forma de malla trenzada.

La cuarta y última parte del conductor está formada por una cubierta de plástico, que protege todo su interior de las condiciones adversas.



Propiedades del cable coaxial

Tiene un mayor ancho de banda que el par trenzado, normalmente. Se utiliza para transmisión de datos, voz y vídeo.

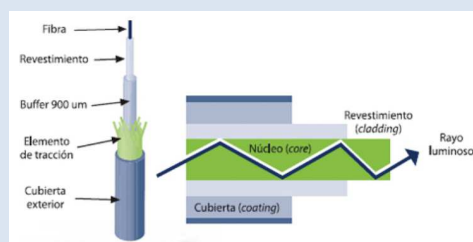
Tiene mejor aislamiento a las perturbaciones electromagnéticas que el par trenzado de cualquier tipo y categoría, por lo que puede llegar a distancias y velocidades mayores. En transmisión de datos suelen usarse dos tipos de cable coaxial: el de 50 y el de 75 ohmios. El de 50 se utiliza en transmisión digital y se suele denominar cable coaxial de banda base; el cable de 75 ohmios se utiliza en transmisión analógica y se denomina cable coaxial de banda ancha. Se utiliza tanto en banda base como en banda ancha. Su uso está siendo desplazado por el par trenzado.

Fibra óptica

La fibra óptica es un medio flexible y fino capaz de confinar un haz de naturaleza óptica.

Un cable de fibra óptica está formado por tres secciones concéntricas: el núcleo, el revestimiento y la cubierta:

- El núcleo, compuesto por fibras muy finas de cristal o plástico (entre 8 y 100 μm).
- Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento con propiedades ópticas distintas del núcleo. El revestimiento actúa como reflector perfecto para que la luz no escape del núcleo.
- La capa más exterior es la cubierta, que proporciona protección contra la humedad, abrasión y aplastamiento.



Propiedades

- **Ancho de banda:** la capacidad potencial de transportar información crece con el ancho de banda del medio de transmisión y con la frecuencia de portadora. Las fibras ópticas tienen un ancho de banda de alrededor de 1 THz, aunque este rango está lejos de poder ser explotado hoy día. De todas formas el ancho de banda de las fibras excede ampliamente al de los cables de cobre.
- **Bajas pérdidas:** las pérdidas indican la distancia a la cual la información puede ser enviadas. En un cable de cobre, la atenuación crece con la frecuencia de modulación. En una fibra óptica, las pérdidas son las mismas para cualquier frecuencia de la señal hasta muy altas frecuencias.
- **Inmunidad electromagnética:** la fibra no irradia ni es sensible a las radiaciones electromagnéticas, ello las hace un medio de transmisión ideal cuando el problema a considerar son las EMI (perturbaciones electromagnéticas).
- **Seguridad:** Es extremadamente difícil intervenir una fibra, y virtualmente imposible hacer la intervención indetectable, por ello es altamente utilizada en aplicaciones militares.
- **Bajo peso:** Un cable de fibra óptica pesa considerablemente menos que un conductor de cobre: Cable de cobre: 200 pares (0,5mm. de diámetro), Diámetro Exterior: 30 mm, ~1000 Kg/Km; Cable de Fibra: 12 fibras/cable, Diámetro Exterior: 6,5 mm, ~37 Kg por Km

Clasificación

Se pueden realizar diferentes clasificaciones acerca de las fibras ópticas, pero básicamente existen dos tipos: fibra multimodo y monomodo.

Fibras multimodo:

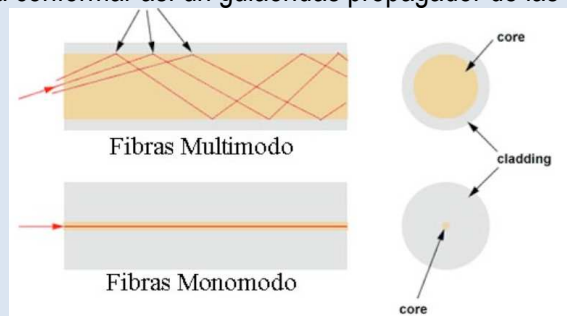
El término multimodo indica que pueden ser guiados muchos modos o rayos luminosos, cada uno de los cuales sigue un camino diferente dentro de la fibra óptica. Este efecto hace que su ancho de banda sea inferior al de las fibras monomodo. Por el contrario los dispositivos utilizados con las multimodo tienen un coste inferior (LED). Este tipo de fibras son las preferidas para comunicaciones en pequeñas distancias, hasta 10 Km.

Fibras monomodo:

El diámetro del núcleo de la fibra es muy pequeño y sólo permite la propagación de un único modo o rayo (fundamental), el cual se propaga directamente sin reflexión. Este efecto causa que su ancho de banda sea muy elevado, por lo que su utilización se suele reservar a grandes distancias, superiores a 10 Km., junto con dispositivos de elevado coste (LÁSER).

El conductor de fibra óptica está compuesto por dos elementos básicos:

El núcleo (core) y el recubrimiento (cladding), cada uno de ellos formando por material con distinto índice de refracción, para conformar así un guíaondas propagador de las ondas luminosas.



5.4.3.3 Medios de transmisión no guiados

La transmisión de datos **vía radio, microondas, láser o infrarrojos** son algunas de las soluciones usadas cuando llega el momento en el que un cable es imposible instalar, en el que obstáculos (naturales: orografía o artificiales: edificios) hacen multiplicar los metros de cables y repetidores y por lo tanto el presupuesto. La opción inalámbrica es una solución cuando el costo de realizar una infraestructura por cable es muy superior o cuando se requiere "movilidad".

En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas.

En la transmisión, la antena radia energía electromagnética en el medio (normalmente el aire), y en recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que le rodea. La comunicación por infrarrojos o láser, es digital de un extremo a otro, por lo que no necesitamos dispositivos de modulación o de demodulación, es muy directiva y casi las únicas preocupaciones serían las meteorológicas.

La transmisión de ondas radio utilizan 5 tipos de propagación: superficie, troposférica, ionosférica, línea de visión directa y espacio.

5.4.4 Tecnologías e interfaces de acceso.

5.4.4.1 Líneas de telefonía analógica

El modo más elemental para establecer un acceso temporal a larga distancia es utilizando una línea telefónica de la RTB. Originalmente se trataba del establecimiento de un enlace por conmutación de circuitos mediante la marcación del número del abonado de destino, pero en la actualidad las tecnologías de conmutación, sobre todo entre centrales han mejorado notablemente.

Sin embargo, no ha cambiado tanto la línea que une al abonado con la central más próxima de la Red. Se trata de un par de cables trenzados que debido a los sistemas repetidores analógicos (amplificadores de banda) que se emplean para amplificar la señal que porta la voz del usuario, apenas tiene un ancho de banda de 4 KHz en el mejor de los casos, estando generalmente limitado entre 300 y 3000 Hz (voz). Por lo tanto se ha de utilizar un equipo modulador-demodulador, módem, para enviar y recibir señales a través de ellas.

La mejora en la tecnología de estos equipos con la utilización de varias frecuencias portadoras sobre las que se modula la información digital combinando la modulación de fase y de amplitud, permite la transmisión de información full-duplex a velocidades de hasta 33,6 y 56 kbps según la calidad de la línea.

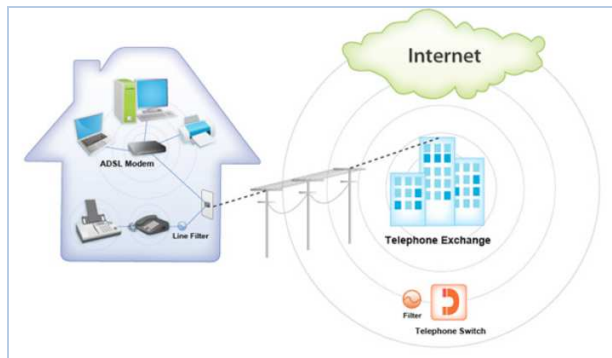
Si la distancia del abonado a la central telefónica más próxima no es muy grande (< 5Km) y la central telefónica está suficientemente modernizada, el usuario podrá optar por soluciones RDSI (Red digital de Servicios Integrados) o ADSL, ya que para esas distancias no son necesarios los amplificadores de banda en la línea de cobre.

5.4.4.2 Tecnología ADSL.

La **tecnología ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line o Línea de Abonado Digital Asimétrica)** consiste en transmitir conjuntamente voz y datos modulados a distintas frecuencias sobre la línea telefónica convencional.

Ambas transmisiones se separan en la recepción por medio de un filtro (o splitter) colocado en ambos extremos de la línea telefónica. El filtro separa las frecuencias correspondientes a la voz (o telefonía convencional) de las frecuencias sobre las que se modulan los datos digitales. Así, cuando se está utilizando el módem ADSL (un módem especial para este tipo de tecnología), se tiene la línea de teléfono disponible para realizar simultáneamente llamadas de voz.

Además la conexión del usuario a través del módem ADSL puede mantenerse las 24h del día. La comunicación que se establece mediante ADSL es asimétrica, ya que la velocidad en bits por segundo a la que se transmite la información hacia el usuario es mucho mayor que la que se utiliza en sentido contrario.



Comparativa con otras versiones de ADSL

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de descarga	0,5 MHz	1,1 MHz	2,2 MHz
Velocidad máxima de subida	1 Mbps	2 Mbps	2 Mbps
Velocidad máxima de descarga	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps
Distancia	2,0 km	2,5 km	2,5 km
Tiempo de sincronización	10 a 1000 s	3 s	3 s
Corrección de errores	No	Sí	Sí

5.4.4.3 Tecnología HFC

La tecnología HFC (**Hybrid Fibre-Coaxial o Híbrido de Fibra - Coaxial**) es una tecnología de telecomunicaciones en la cual el cable de fibra óptica y el cable coaxial se utilizan en diversos tramos de la red para transportar el contenido de banda ancha (tales como vídeo, datos, y voz).

Mediante HFC, las compañías de cable instalan fibra óptica desde la cabecera (centro de distribución) hasta nodos próximos a los abonados residenciales. Desde estos nodos se distribuye el contenido mediante cable coaxial a los hogares.

Las redes de cable se diseñaron originalmente para la transmisión de vídeo. Las compañías de cable proporcionaban vídeo que era transmitido hasta los usuarios. Sin embargo, con el desarrollo de las redes, los nuevos equipos han hecho posible enviar datos en ambos sentidos sobre la red de cable, haciendo así posible el acceso a Internet sobre estas infraestructuras.

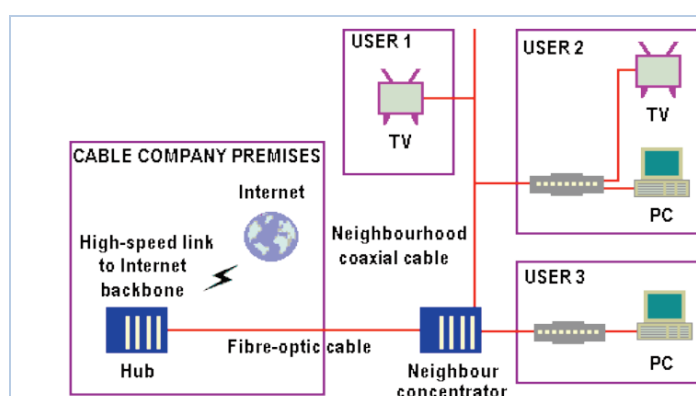
Una red de acceso HFC está constituida por tres partes principales:

- Elementos de red: Dispositivos específicos para cada servicio que el operador conecta tanto en los puntos de origen de servicio como en los puntos de acceso al servicio.
- Infraestructura HFC: Incluye la fibra óptica y el cable coaxial, los transmisores ópticos, los nodos ópticos, los amplificadores de radiofrecuencia, taps y elementos pasivos.

- Terminal de usuario: decodificador/grabador de televisión digital, cablemodems (tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable) y unidades para integrar el servicio telefónico.

Todos los usuarios de cable de un área pequeña comparten los mismos canales para enviar y recibir datos, y la cantidad de ancho de banda que dichos usuarios reciben está sujeto a la cantidad de ancho de banda que estén utilizando sus vecinos. En el caso hipotético de que ningún otro usuario estuviera usando un nodo de cable en un momento determinado, un usuario de cable podría teóricamente disponer de todo el ancho de banda combinado disponible para él y sus vecinos. Por el contrario, en el caso de un uso elevado, los usuarios de cable-modem podrían sufrir reducciones significativas de ancho de banda.

Una cifra típica de transmisión puede ser una tasa binaria de 30 Mbps con un retorno variable de 128 kbps a 10 Mbps (dependiendo del sistema) [compartidos].

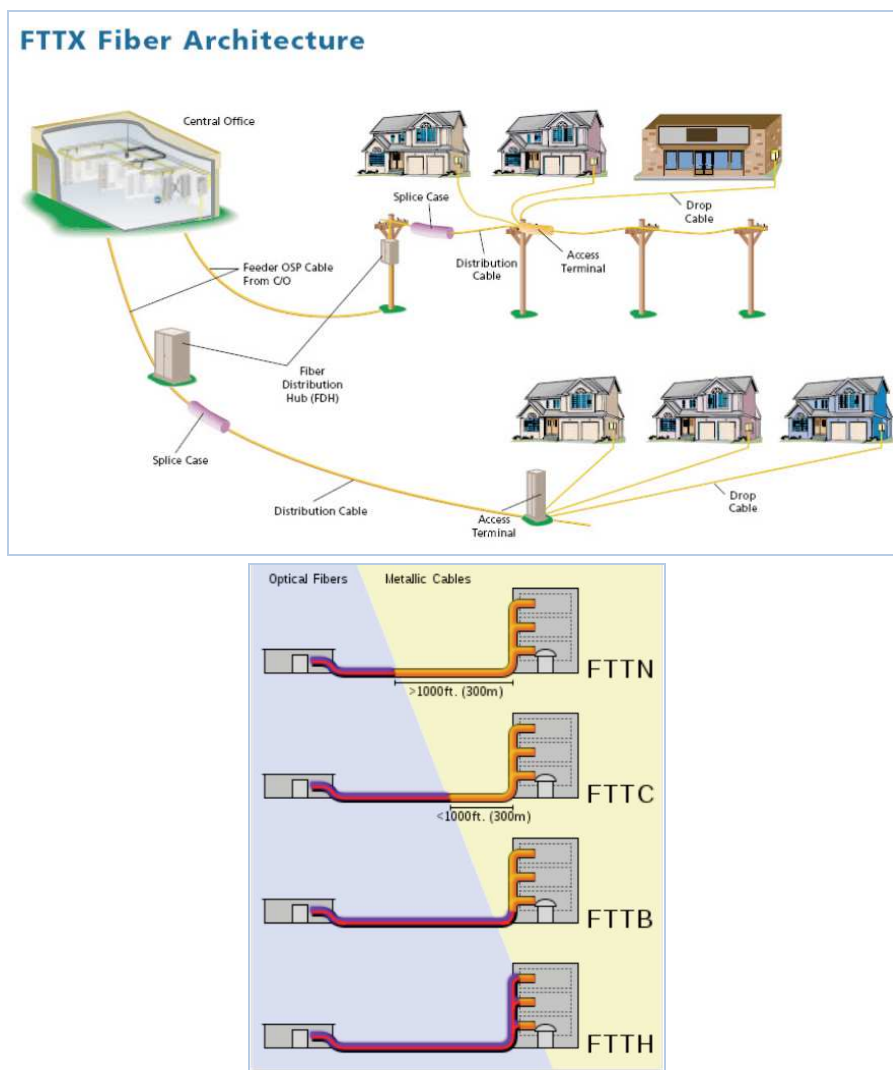


5.4.4.4 Tecnología FTTx

FTTx (Fiber to the x o Banda Ancha sobre Fibra Óptica) es un término genérico aplicable a aquellas tecnologías de banda ancha que utilizan en su arquitectura de red la fibra óptica para reemplazar todo o parte del par de cobre habitual del bucle de línea. El término es utilizado para varias configuraciones de despliegue de fibra (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH) que están diferenciadas únicamente por la última letra que sustituye la x y que indica el tramo de la red implementado con fibra óptica.

FTTx

FTTN (Fiber To The Premises)	Fibra Hasta el Nodo
FTTC (Fiber To The Curb):	Fibra Hasta la Acera
FTTB (Fiber To The Building):	Fibra Hasta el Edificio
FTTH (Fiber To The Home):	Fibra hasta la Casa



Servicios muy en auge en la actualidad como las ofertas de triple “play” (teléfono/Internet /televisión), las descargas de material multimedia, la televisión digital de alta definición, los juegos en línea, la videoconferencia de alta calidad, son los impulsores de esta tendencia.

El ancho de banda mínimo esperado en unos años a causa de esta demanda debería ser de 25 Mbps. La introducción de la fibra óptica en el nodo de acceso va a permitir el disponer de un medio de transmisión de un gran ancho de banda para el soporte de servicios de banda ancha.

Generalmente, la infraestructura FTTH está basada en redes PON.

5.4.4.5 Redes PON

Las Redes PON (Passive Optical Network ó Red Óptica Pasiva) representan la base sobre la que se están construyendo las nuevas redes de acceso de banda ancha sobre fibra óptica en hasta el hogar.

Es una red óptica pasiva punto-multipunto que lleva una conexión de fibra óptica monomodo hasta la casa del usuario.

Todos los elementos de la red son pasivos, por lo que no se necesita energía para alimentación en ningún punto intermedio de la red.

Como en las redes de cable, existen dos canales:

1. Canal descendente: Los datos llegan desde cada nodo al divisor donde se dirigen a la unidad óptica terminal del usuario correspondiente.
2. Canal ascendente: La unidad óptica terminal del usuario envía la información al nodo sin intervención del divisor salvo para controlar el momento en que se da curso a dicha información.

Las redes PON constan de los siguientes elementos: OLT, ONT, ODN y divisores ópticos:

Redes PON

OLT (Optical Line Terminal)

se trata de un dispositivo pasivo situado en el nodo de distribución que sirve como el punto final del proveedor de servicios.

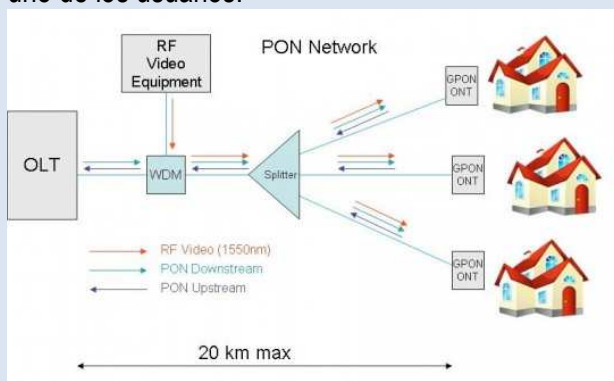
ONT (Optical Network Terminal) u ONU (Optical Network Unit)

es el terminal situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario.

ODN (Optical Distribution Nodes) u ORN (Optical Remote Node)

consiste en un nodo que distribuye la señal desde la centralita hasta los hogares. Consta de splitters, tramos de fibras ópticas, empalmes y conectores.

- *Splitter* o Divisor óptico: elemento pasivo que se encarga de direccionar la señal proveniente del OLT hasta cada uno de los usuarios.



5.4.5 Redes de transporte

Una red de transporte, también denominada (red troncal), "núcleo de red" o (backbone) tiene como objetivo concentrar el tráfico de información que proviene de las redes de acceso para llevarlo a mayores distancias.

Tradicionalmente su arquitectura y sus características particulares estaban subordinadas al tipo de información que se deseaba transportar y a las características de las redes de acceso utilizadas. Así, por ejemplo, existen redes de transporte de señal de televisión (para el servicio convencional de difusión de televisión), redes de transporte de televisión por cable, múltiples tipos de redes de transporte de datos dependientes del servicio de datos en cuestión, redes de transporte de telefonía fija y redes de transporte de comunicaciones móviles. Sin embargo, la llegada de la digitalización comenzó un proceso de convergencia en las redes de transporte para hacerlas potencialmente capaces de transportar cualquier tipo de información, independientemente de su origen.

A este proceso contribuyó también el uso masivo de la fibra óptica como el medio físico de preferencia para el transporte. A lo largo de este proceso han ido apareciendo una serie de tecnologías digitales para su aplicación en el transporte: SDH y ATM.

5.4.5.1 Red de transporte SDH

SDH (Synchronous Digital Hierarchy o Jerarquía Digital Síncrona) es un estándar europeo derivado de SONET (Synchronous Optical Network ó Red Óptica Síncrona) estándar utilizado en Estados Unidos, cuya misión principal es transportar y gestionar gran cantidad de diferentes tipos de tráfico sobre la infraestructura de telecomunicaciones.

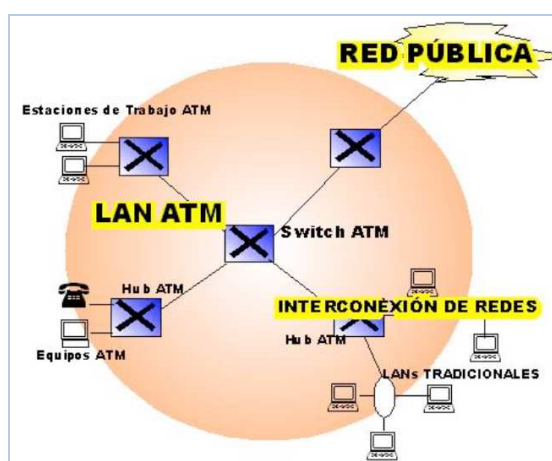
SDH y SONET son las tecnologías dominantes en la capa física de transporte de las actuales redes de fibra óptica de banda ancha.

La introducción de la tecnología SDH en las redes de transporte permite la transmisión segura de información a altas velocidades sobre fibra óptica, desde 155 Mbit/s (STM1) hasta 10 Gbit/s (STM64).

Donde STM1 (Synchronous Transport Module ó Módulo de Transporte Síncrono) es la unidad de transmisión básica en SDH. STM64 es un múltiplo de este ratio de transmisión ($155,52 \text{ Mbps} \times 64 = 9953,28 \text{ Mbps}$ ó 9,953 Gbits).

5.4.5.2 Red de transporte ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode ó Modo de Transferencia Asíncrona) es una tecnología para generar redes de alta capacidad y respuesta para permitir el tráfico de grandes cantidades de información. A fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.



5.4.6 Tecnologías de acceso inalámbrico asociadas al bucle local de abonado.

Dentro de la denominación común de redes fijas de acceso inalámbrico pueden encontrarse diferentes tecnologías cuyo objetivo último es abaratar los costes de despliegue de una nueva red de telecomunicaciones en el bucle de abonado.

Las redes de acceso inalámbricas se caracterizan por una estructura punto a multipunto formada por los siguientes elementos básicos:

- Una estación base: Ubicada en un lugar apropiado, ofrece conexión a un conjunto de estaciones de abonado que entran dentro de su zona de cobertura. por un lado, se conectan a las redes públicas o privadas de telecomunicación, con interfaces como ATM, IP,... mientras que por el otro ofrecen la interfaz a la red de acceso inalámbrica.
- Los equipos terminales (IDU InDoor Unit): Son los elementos a los que se conectan los diferentes abonados. La estructura de una red de acceso inalámbrica no exige que exista un equipo terminal por abonado, sino que un mismo equipo Terminal puede dar servicio a un número elevado de abonados, actuando como multiplexor de acceso. Estos equipos terminales proporcionan diferentes interfaces a los usuarios finales.

5.4.6.1 Tecnología DECT

La tecnología DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) es una tecnología tanto para el ámbito doméstico y corporativo pero actualmente se utiliza mucho en transferencias inalámbricas de datos, pero sin interferir con Wi-Fi o las tecnologías GSM.

Permite el acceso a diferentes tipos de redes (red telefónica conmutada, RDSI, redes de telefonía móvil GSM, LAN, etcétera).

La cobertura de la tecnología DECT alcanza distancias de 100m a 200m máximo dependiendo si existen muchos obstáculos o línea de vista directa.

Aplicaciones de DECT

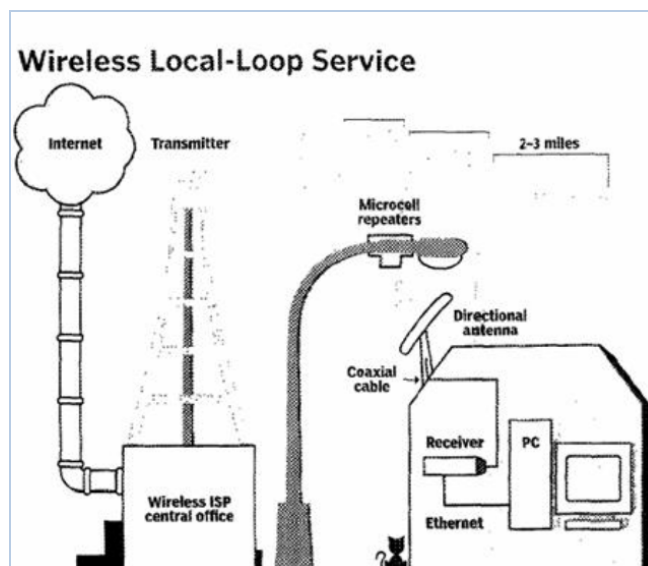
Algunas de las múltiples aplicaciones de DECT son:

- Teléfonos inalámbricos domésticos: Alcanza mayor calidad del servicio en comparación a tecnologías usadas anteriormente.
- Centrales pequeñas inalámbricas privadas (PBX): un sistema multicelular DECT con una central inalámbrica pequeña, puede dar servicio a miles de usuarios, gracias a las elevadas densidades de tráfico soportadas por el estándar.
- Bucle de abonado inalámbrico (WLL): La tecnología DECT es una alternativa válida a los bucles de abonado vía cable, debido a su rapidez de establecimiento, bajo costo y altas prestaciones. Este tipo de tecnología se denomina corDECT y alcanza velocidades máximas de 70Kbps de comunicación de voz y 35Kbps cuando se transmite voz y datos.
- Comunicaciones de datos: Inicialmente, DECT permitía enlaces de datos de hasta 552Kbps. Actualmente, los diferentes tipos de modulación empleados permiten tasas de transferencia de hasta 2 Mbps.
- Teléfonos duales GSM/DECT: Un único terminal permitiría escoger de forma automática la red DECT o GSM a las que esté suscrito. Permitirían al operador la combinación de la cobertura amplia en exteriores (GSM) con una gran capacidad de tráfico en interiores de alta densidad (DECT) en una única oferta de servicio.
- Soluciones de comunicaciones integradas: Los diferentes perfiles de aplicación permiten que el estándar sea usado en soluciones de comunicaciones integradas. Un ejemplo de esto, sería la

combinación de las prestaciones de los estándares DECT y GSM para proporcionar a los usuarios movilidad completa mediante teléfonos duales integrados.

5.4.6.2 Bucle de abonado vía radio (WLL)

El bucle de abonado vía radio, cuya denominación en inglés es Wireless Local Loop (WLL), es el término que se refiere a la distribución del servicio telefónico y de datos por un sistema que utiliza señales de radio para conectar a los abonados a su central telefónica más cercana, en lugar de utilizar los métodos cableados convencionales.



Estos sistemas utilizan ondas radioeléctricas de alta frecuencia permitiendo ofrecer velocidades de transmisión entorno a los 2 Mbps. Tienen un coste de instalación y mantenimiento relativamente bajo y no deben producir interferencias con otros sistemas de comunicación ya existentes como las comunicaciones por microondas o de señales broadcast (TV y Radiodifusión).