

Topologías Conmutadas Telefónica

La Red Telefónica Conmutada (RTC) es un conjunto ordenado de medios de transmisión y conmutación que facilitan, fundamentalmente, el intercambio de la palabra entre dos abonados mediante el empleo de aparatos telefónicos. El objetivo fundamental de la Red telefónica conmutada es conseguir la conexión entre todos los usuarios de la red, a nivel geográfico local, nacional e internacional.

La red telefónica es una red Jerárquica - Estrella – Malla, cuyo último componente es el abonado (Cliente)

Componentes de la red:

1. **Nodo:** Todo punto de la red equipado con facilidades que permiten la conmutación, al que concurren dos o más enlaces de comunicaciones.
2. **Enlace:** Conjunto de medios de comunicaciones que permiten establecer uno o más canales de transmisión entre dos puntos de una red. Se denomina también enlace troncal al que une dos nodos y enlace de usuario al que une un nodo con un equipo terminal.
3. **Equipo terminal:** Aquel que conectado por medio de un enlace a una red, permite establecer un servicio de comunicaciones.

Interconexión

La posibilidad de conmutar todo tipo de llamada a través de el mundo entero se realiza mediante una distribución jerárquica de nodos de distinta categoría:

- **Centrales Urbanas:** Son las que conectan a sus abonados (Líneas de abonado o par abonado) en topología Estrella y que pueden tener hasta 10.000 abonados, en Colombia se reflejaba en los últimos cuatro dígitos telefónicos. Cada una de ellas se identifica por tres dígitos (o dos en ciudades pequeñas) conocidos como “característica”, que por unir zonas geográficas reducidas, se los suele asociar a un determinado “Barrio” o área de una ciudad.
- **Centrales de tránsito:** Cuando en una ciudad, el número de centrales urbanas es muy grande, la construcción de enlaces troncales se hace muy costoso y complicado, dado que tendría que enlazar a todas ellas contra todas las demás. Entonces resulta conveniente la instalación de nodos de conmutación que se denominan Nodos de tránsito. Estos nodos no llegan hasta los abonados, sino que unen Centrales Urbanas entre sí.
- **Centrales automáticas Interurbanas:** Permiten conmutar entre distintas ciudades. Se identifican por su número de discado interno. Poseen una estructura jerárquica con distintas categorías acorde a la importancia de la Ciudad (Cantidad de habitantes).
Ejemplo:

Bogotá: 091
Cali: 092
Medellín: 094
Pereira: 096
Armenia: 096
Manizales: 096

Cartagena: 095
Bucaramanga: 097
Santa Marta: 095
Tunja: 098
Leticia: 098

- **Centrales automáticas Internacionales:** Permiten conmutar entre distintos Países. Se identifican por su número de discado internacional. Poseen una estructura jerárquica con distintas categorías acorde a la importancia del País. Ejemplo:

EEUU=1
URSS=7
España=34
Argentina=54
Bolivia=591
Croacia=385
Alaska=1907
Jamaica=1876.

Tipos de línea

Existen distintos tipos de línea que se pueden contratar, las regulaciones de cada País establecen que tipos de servicios pueden ofrecer los proveedores de acceso. Las líneas se las puede analizar desde distintas ópticas, que se proponen a continuación:

Por la zona que ocupan en la red:

- Tecnologías de acceso a la red: Líneas telefónicas analógicas, ISDN, ADSL, etc.
- Tecnologías de tránsito: Son las que se emplean entre nodos, PDH, SDH, etc.

Por su conmutación:

Conmutada (Dial-Up):

- Flexible.
- Económica (Si es bajo el Tráfico).
- Lenta y de baja calidad.
- Bloquea si está ocupada.

No Conmutada (Dedicada o punto a punto):

- Mayor volumen de tráfico y calidad.
- Libre de bloqueos.
- No es flexible.

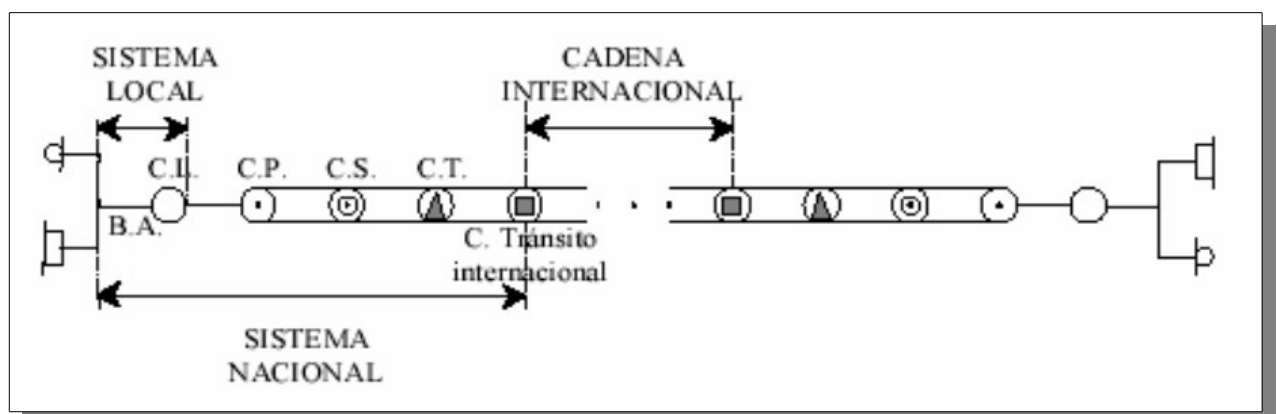
Por su señal:*Analógica:*

- Su portadora es analógica (Puede tomar un número infinito de valores en cualquier intervalo de tiempo), posee menor calidad en virtud de los amplificadores en su trayectoria que no permiten la eliminación del ruido.
- Existen 10 tipos de línea, desde el 1 (Voz básica) al 10 (Vídeo y aplicaciones), pasando por diferentes calidades intermedias (Control de calidad, datos, etc).

Digital: (DDS: Servicio de datos digital).

- Su portadora es digital (Puede Tomar un número discreto de valores).
- Más segura y rápida.
- Comunicaciones sincrónicas, desde 2,4 Kbps en adelante.
- Transmisión libre de errores en un 99 %.
- No necesitan módem, emplea DSU/CSU (Unidad de servicio de datos/Unidad de servicios de canal).
- Presentan la posibilidad de operar por conmutación de circuitos o de paquetes, ésta última permita la creación de Circuitos Virtuales permanentes o conmutados.

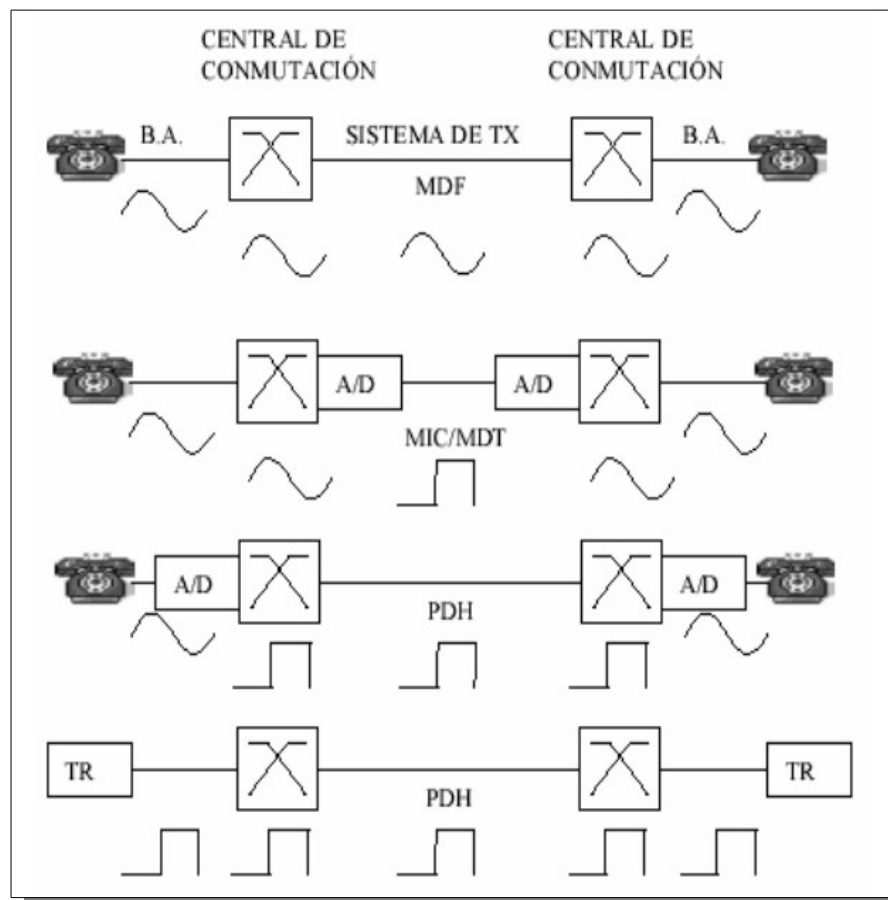
La estructura de la red es jerárquica y como muestra la figura, los nodos que forman parte de ella, y que están normalizados se conoce como, centrales locales, primarias, secundarias, terciarias y de tránsito internacional, aunque como se verá al final del tema la nueva estructura de red es más simple.



La red telefónica ha ido evolucionando a medida que se realizan avances en la tecnología, como se puede observar. Si en sus orígenes era totalmente analógica y el único servicio que prestaba era la transmisión oral, actualmente hay muchos lugares en los que ya se puede utilizar la RDSI, en la que todos los componentes de la red son digitales y se ofrece un gran número de servicios. Pero esta transición no ha sido brusca, si no que se ha ido realizando poco a poco.

- En un principio todos los elementos de red eran analógicos. Los sistemas de transmisión eran explotados a baja frecuencia y usando técnicas de multiplexado por división de frecuencia. La conmutación era siempre espacial, usando matrices de conexiones para dar continuidad eléctrica a la señal hacia el enlace apropiado.

- Comienza digitalizándose los sistemas de transmisión. Se introducen convertidores analógico/digital a la salida de los conmutadores y se empiezan a utilizar técnicas de multiplexado por división de tiempo.
- A continuación se digitaliza también la conmutación. Ahora se realiza la conversión analógica digital antes de entrar en el conmutador. Así es más fácil dotar a los nodos de funciones de conmutación temporal. Esta red en la que todo, salvo el bucle de abonado, es digital se conoce como la Red Digital Integrada (RDI).
- Lo último en digitalizarse es el bucle de abonado. Una vez digitalizado éste se llega a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que proporciona conexión digital extremo a extremo y da soporte a un amplio rango de servicios. De modo que RDSI es la evolución natural de la red telefónica conmutada, aunque su funcionalidad es mucho más amplia que la de su predecesora.



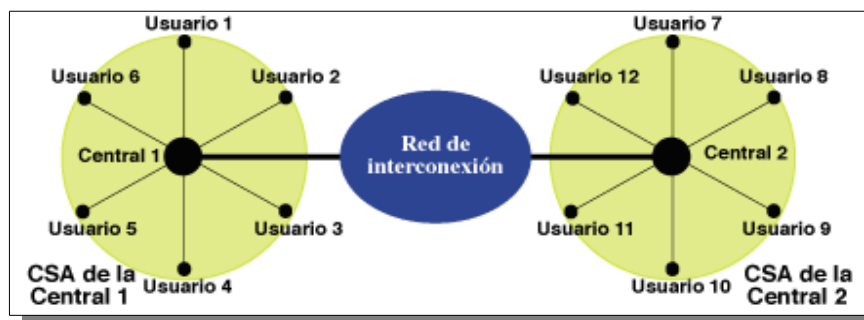
TOPOLOGÍA DE LA RED TELEFÓNICA

Criterios de diseño

Las redes se diseñan optimizando al máximo los desembolsos para la instalación de centrales y sus medios de conexión o enlaces. La decisión de adoptar un tipo de configuración de red depende de factores como:

- El número de abonados a cubrir. Dependerá del número de habitantes de la zona y la penetración del servicio que se pretenda conseguir.
- Ubicación geográfica de los habitantes de la zona. Esto influirá directamente en la distribución de la red de acceso, de manera que el despliegue la red es totalmente distinto en una zona de unifamiliares que en una zona de rascacielos.
- Muy relacionado con el punto anterior se deberán tener en cuenta las características de la zona en lo que se refiere a posible utilización del servicio. Las necesidades de servicio telefónico en una zona de oficinas son diferentes a las necesidades en una zona de viviendas o industrial.
- No hay que olvidar tener en cuenta las previsiones relativas a la utilización del servicio a medio y largo plazo. Es mucho más económico sobredimensionar la red, de forma adecuada, cuando esta se está comenzando a desplegar, que hacer ampliaciones una vez que la red está en funcionamiento. Estas previsiones tendrán en cuenta, por ejemplo, nuevas construcciones en la zona, posibles creaciones de oficinas, demanda de futuros servicios...

La conexión de las líneas de abonado a la central, es decir, la red de acceso, se diseña en forma de estrella. Como ya se ha comentado, se asigna un par en exclusiva a un usuario. La configuración básica en los modelos de interconexión de centrales es en forma de árbol. Se suele optar por una red tipo malla, conectando directamente determinados nodos del árbol, cuando el tráfico entre centrales es elevado. Esta configuración mixta optimiza la jerarquización: los nodos que cursan más tráfico se unen en malla y los que menos sólo en estrella.



Red Jerárquica

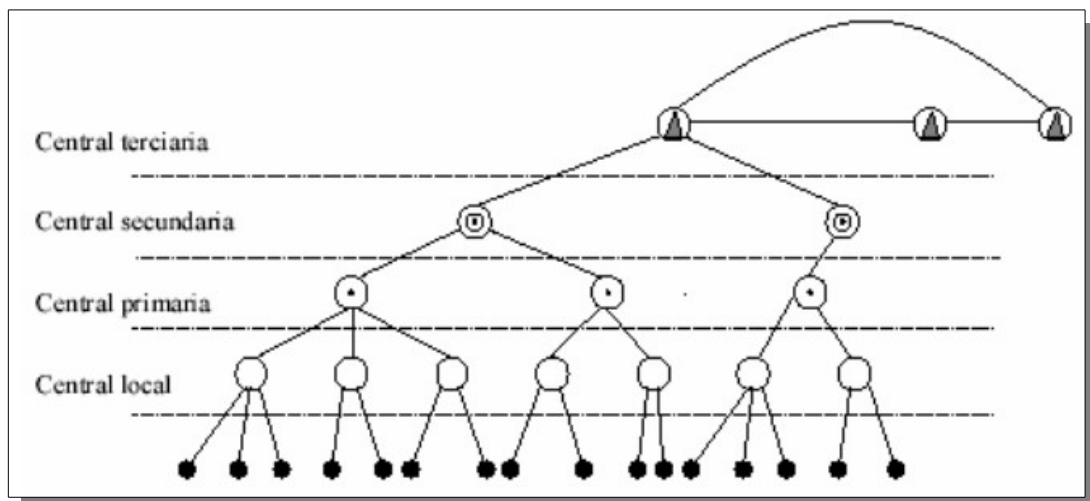
Inicialmente se diseñó una red jerárquica, es decir centrales de conmutación automática conectadas entre sí de modo que cada una de ellas dependa de otra cuyo orden jerárquico sea superior, permaneciendo unidas entre sí las de la máxima categoría.

El punto donde se reúnen las líneas de abonado de todos los aparatos telefónicos de un determinado área se conoce como central local. Unir todas las centrales locales entre sí resulta complicado, por lo que se utiliza un nivel superior de conmutación denominado central primaria,

que al estar conectada con un cierto número de centrales locales permite la interconexión de equipos telefónicos pertenecientes a éstas. Se denomina área primaria a la superficie de dominio de una central primaria.

En España hay del orden de miles de centrales locales y cientos de primarias. La comunicación de abonados pertenecientes a dos áreas primarias distintas se lleva a cabo mediante la conexión a otra central de mayor rango, la central secundaria. De ésta dependen todas las centrales de nivel inferior incluidas en su correspondiente área secundaria. La misión de la central secundaria será, por tanto, interconectar centrales primarias cursando llamadas de tránsito sin disponer nunca de abonados propios.

En España existe un tercer nivel formado por centrales terciarias, las cuales interconectan centrales secundarias. A estas centrales terciarias también se las conoce como centrales nodales y su área de influencia es aproximadamente 1/6 de la superficie del país. Existen centrales nodales en Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, León y Bilbao. Todas las centrales nodales están conectadas entre sí por una malla. Enlazando todas las áreas se forma una red jerárquica donde se pueden analizar las rutas finales, es decir el camino constituido según la red jerárquica en una conexión de dos abonados.



Red complementaria

En ocasiones se crean encaminamientos directos que no están contemplados en la estructura de red básica. Estos enlaces directos se suelen hacer entre nodos que intercambien volúmenes elevados de tráfico. El conjunto de estas rutas directas forma la red complementaria. Esto se hace porque así, para gran número de comunicaciones, se precisa utilizar menos enlaces intermedios y menor número de equipos de conmutación. De esta forma los nodos de mayor jerarquía tienen que cursar menos tráfico, se reducen costes al utilizar menos recursos y aumenta la fiabilidad de la red, ya que se crea una malla parcial que proporciona redundancia de caminos, muy útil en caso de congestión o fallos en la red. Ambas redes, complementaria y jerárquica, coexisten superpuestas y facilitan alternativas de encaminamiento.

Red de Acceso

Todo teléfono debe estar conectado con una central telefónica, para poder establecer conexiones con otros equipos telefónicos, esta conexión del terminal con la central es conocida como bucle de abonado.

De la central salen, a través de la galería de cables, varias líneas agrupadas en mazos de cables, de entre 100 y 2400 pares según la densidad de población y la distribución espacial. Estos mazos se distribuyen a nivel de subsuelo, y siguen por las canalizaciones que finalizan su recorrido en unas cámaras subterráneas llamadas cámaras de registro, protegidas contra la humedad y el agua. Estas cámaras están comunicadas con otras idénticas por canalizaciones, distando no más de unos 150 m unas de otras para que no resulte demasiado difícil introducir los cables.

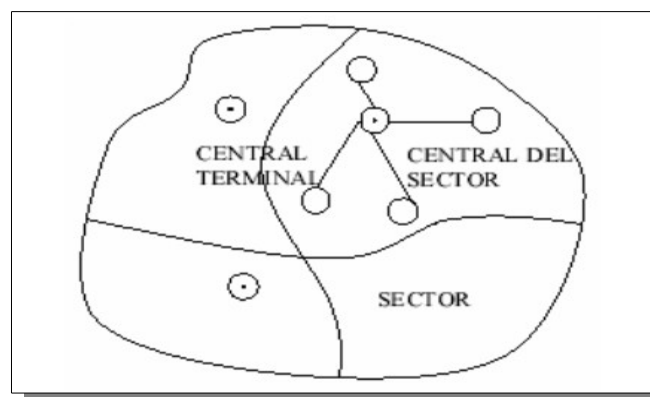
En las cámaras de registro los cables se pueden bifurcar en otros de menor capacidad. Estos mazos, con el número de pares apropiado según la distribución de la población, finalizan en las cajas terminales o regletas. Estos compartimentos se instalan en las fachadas de los edificios o en su interior. La continuidad entre la caja terminal y la entrada al domicilio del usuario se realiza con un cable de 2 hilos de cobre de 1/2 mm de espesor, que transporta la señal telefónica. Cada uno de los empalmes entre mazos de cables debe realizarse con precisión, de manera que debe conocerse perfectamente dónde se conecta en la central cada par de abonado. Esta identificación se hace gracias a la coloración y numeración de los pares. Además deberán protegerse de la humedad y otros agentes externos que puedan dañarlos.

Para simplificar la instalación del teléfono principal y la de los supletorios se instala entre el término de la línea de abonado y el teléfono principal un punto de terminación de red.

UN CASO PRÁCTICO

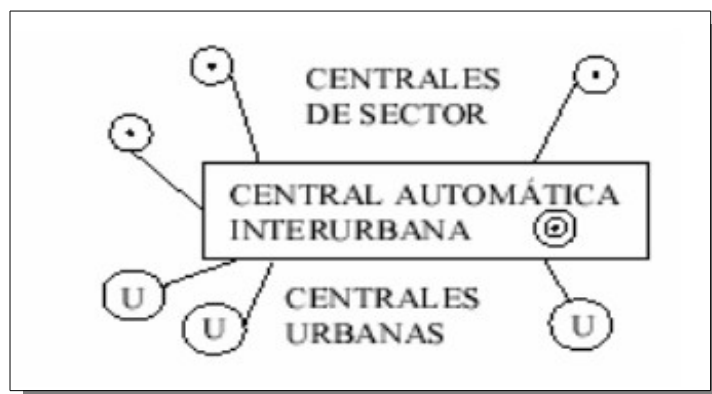
Red Rural

La red rural, mostrada en la figura 4, se organiza sobre áreas unicelulares denominadas sectores. Una provincia estaría dividida en sectores, cuya cabecera de interconexión telefónica se situaría en la central del sector y que coincidiría con la ciudad más importante de la comarca. La central del sector atendería las centrales de las poblaciones más pequeñas de esa comarca, denominadas centrales terminales. A ambos tipos de centrales (de sector y terminales) se conectan los abonados. Si la central de sector tuviera mucho tráfico con sus centrales terminales se le asignará la función única de tránsito denominándose entonces central de tránsito sectorial, no permitiéndose que hubiera abonados directamente conectados a la misma. Aquí también se aplica el concepto de red complementaria, pudiendo unir dos centrales terminales siempre que el tráfico entre ellas así lo aconseje.



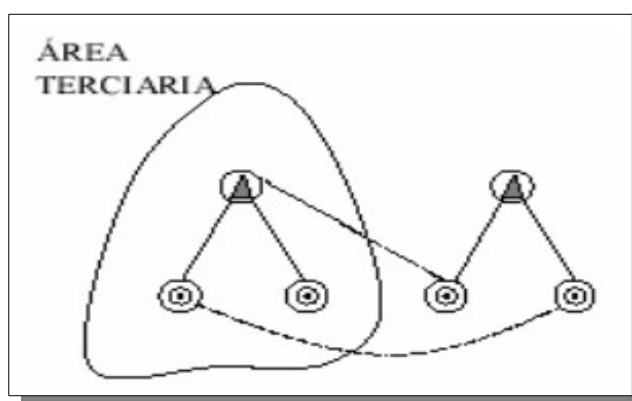
Red Urbana

En poblaciones no muy grandes (menos de 15 centrales locales), todas las centrales de una misma ciudad se conectan entre sí en malla. En áreas mayores se utiliza la estructura de red urbana multicentral simple, las centrales locales se unen a una central tándem (central primaria), que sólo sirve para conmutar tráfico, es decir que no recibe directamente líneas de abonado, mostradas en la figura 5 como U.



Red Provincial

Las centrales del sector, cabeceras de cada comarca, que configuraban una provincia geográfica, se rigen por la central automática interurbana. Esta central está en la capital de provincia y a ella se incorporan las centrales urbanas instaladas en dicha provincia. La mayor parte del tráfico entre provincias se cursa por rutas directas de la red complementaria, encaminando el restante a través de enlaces jerárquicos con sus respectivas centrales terciarias (mostradas en la figura 6) y éstas últimas interconectadas entre sí.



Red Internacional

Una red internacional está configurada por una parte nacional y otra de conexión internacional con el resto de los países. Cada país cuenta con centrales internacionales que son centros de

conmutación que disponen de enlaces con otras centrales extranjeras. España tiene cuatro (Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla), La red jerárquica es el último camino elegido en una conexión, ya que es mejor utilizar rutas directas en la red complementaria. Todas las centrales secundarias y terciarias están conectadas a una central internacional. Se llama sección nacional internacional al enlace entre dos centros internacionales del mismo país. Hay acuerdos internacionales para ajustar el volumen y la tarificación.

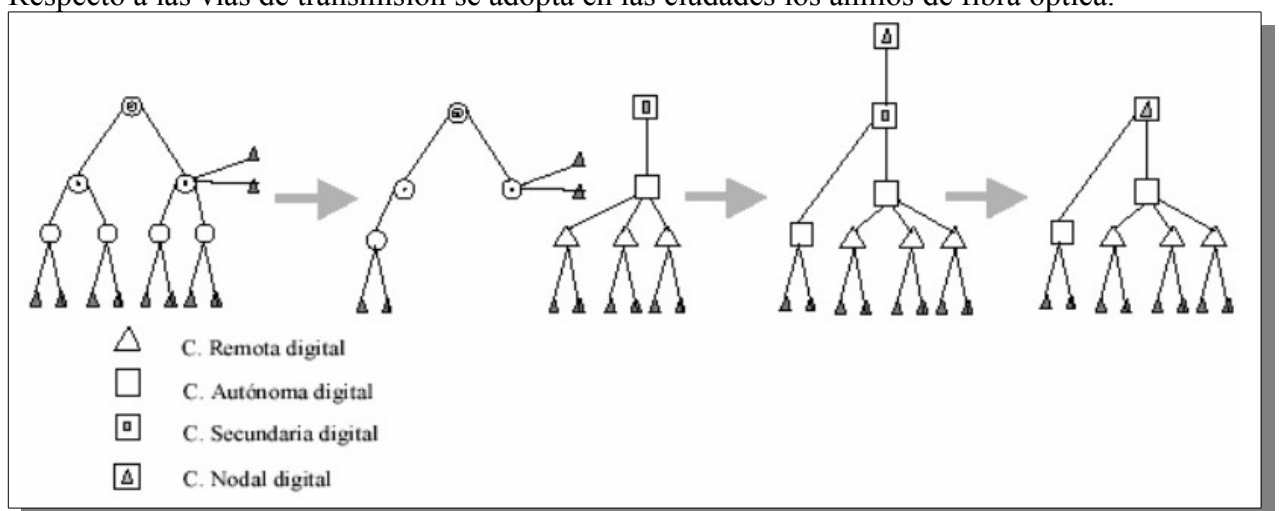
EVOLUCIÓN Y NUEVA ESTRUCTURA DE RED

Evolución de la estructura

En España había 6 áreas terciarias, 50 secundarias y 427 primarias. Cada área primaria atendía entre 2000 y 20000 abonados. La estructura anterior se modificó debido a la incorporación de sistemas digitales que aportan numerosas ventajas como:

- Aparición de equipos de conmutación digitales: más fáciles de gestionar y ampliar, menores costes de mantenimiento, aparición de nuevos servicios...
- Aparición de técnicas de MDT, que sustituyen a las técnicas de transmisión analógica con MDF. Se empieza a cambiar coaxial por fibra óptica, con la que se consiguen velocidades de transmisión del orden de los 2,5 Gbps (con pares se lograban unos 2Mbps y con coaxial 565Mbps)

La red a crear debe tener en cuenta la red existente y facilitar la interconexión de ambas redes, así como aprovechar al máximo lo ya instalado. La estructura inicial de la red digital establecía, al menos, la existencia de una central autónoma como cabecera digital a nivel provincial. Dicha central debía proporcionar interconexión con otras así como servir de punto de conexión a los elementos remotos digitales y ofrecer soporte de aplicaciones que precisen una central digital (red ibercom o RDSI) Se crearon centrales autónomas digitales en las áreas urbanas para sustituir a las analógicas poco a poco. Se instalan elementos remotos digitales para impedir el crecimiento de la red analógica. En las áreas urbanas se emplean equipos remotos de conmutación y multiplexión. Respecto a las vías de transmisión se adopta en las ciudades los anillos de fibra óptica.



Nueva estructura de red

La nueva arquitectura consta sólo de dos niveles:

- Tránsito: centrales nodales.
- Acceso: centrales autónomas y centrales remotas.

Las características fundamentales son:

- En la red de tránsito al eliminar los conceptos de central secundaria y terciaria se reducen dos niveles a uno (central nodal). En cada área nodal, constituida por dos centrales nodales como se muestra en la figura 8 (los iconos utilizados se detallan en la figura 7), se conectan las centrales autónomas digitales. Todos los nodos están interconectados entre sí (malla). Existen 25 en total (50 provincias)
- Área provincial: La central primaria desaparece y aparece la central autónoma, donde se conectan los centros remotos, que sustituyen a las centrales locales de abonado. Todas las centrales autónomas se interconectan entre sí dentro de la misma provincia.
- Áreas urbanas: Se contempla la existencia de abonados RDSI.

El tráfico internacional se cursa a través de las centrales nodales, cada una de ellas conectada a dos centrales internacionales. Las centrales autónomas mantienen conexión con las dos centrales nodales de su área nodal. Si fuese necesario las centrales autónomas pueden establecer enlaces directos con la central internacional. El encaminamiento en la red nodal es no jerárquico, basado en la elección secuencial de rutas. Además del acceso a la telefonía internacional se contempla el acceso desde las centrales nodales a la red móvil, a la red inteligente y a redes de conmutación de paquetes.

