

Tema 2 - PSTN y xDSL

PSTN

Preguntas...

¿Qué es PSTN? ¿Qué elementos componen al sistema?

¿Qué es plantel exterior? ¿Cómo está estructurado?

¿Qué es una red rígida? ¿Qué es una red flexible? ¿Cuál es mejor?

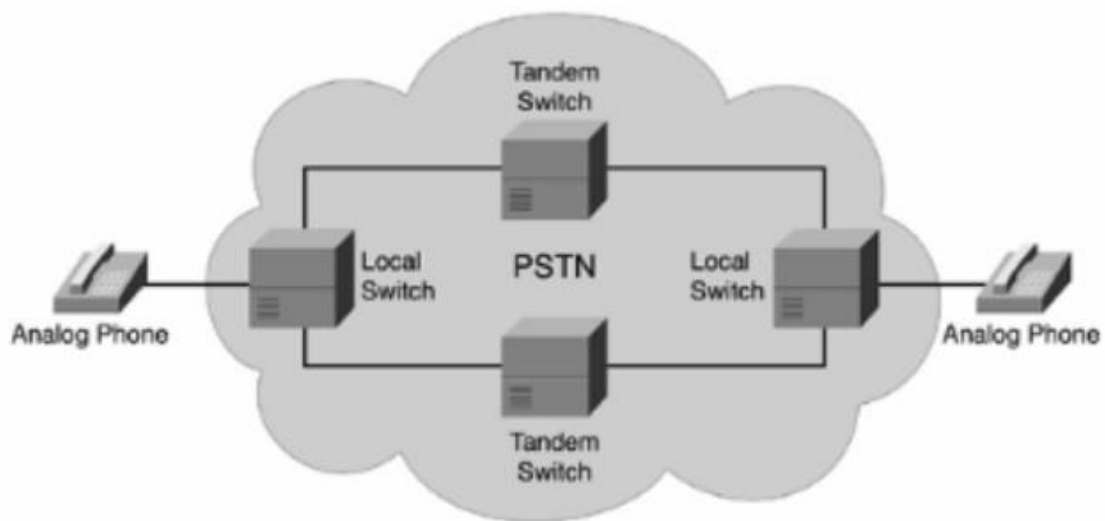
¿Cómo se realiza la planificación del plantel exterior? ¿Por qué es necesario?

¿Cómo se decide dónde colocar la central? ¿Qué método se utiliza?

¿Qué nomenclatura se utiliza para los distintos componentes del sistema? ¿Por qué es importante?

Respuestas...

La PSTN es La Red Telefónica Pública Conmutada (*Public Switched Telephone Network*). **Se trata de una red telefónica clásica** en donde se da una comunicación de voz en tiempo real, asegurando fluidez en el tráfico de la red. Este sistema, que brinda servicio de telefonía básica, está compuesto por dos subsistemas fundamentales. Uno de ellos, se denomina central telefónica, cuya función es facilitar las tareas de conmutación de circuitos para comunicar dos usuarios punto a punto.

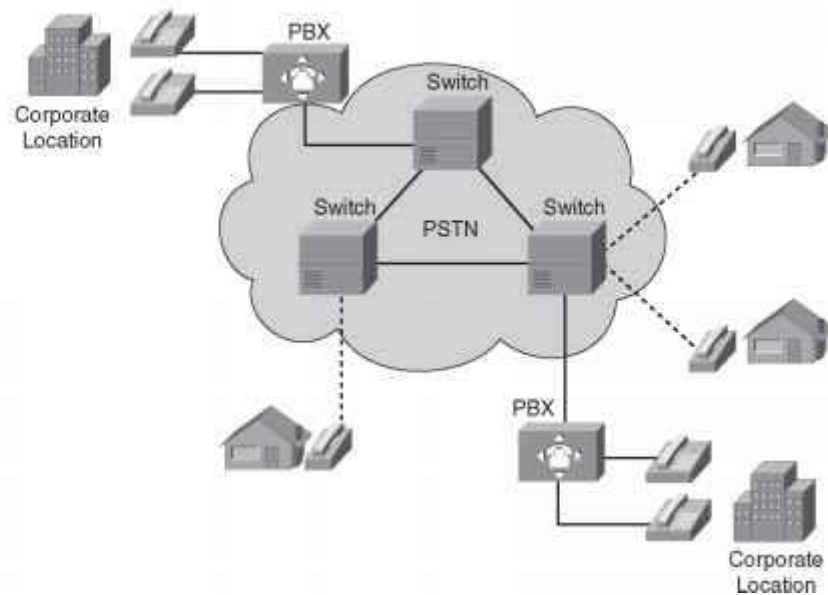


El elemento más importante dentro de este subsistema se denomina matriz de conmutación “Los switches de la PSTN”. Los switches son un componente central de la PSTN. Varios tipos de switches mueven el tráfico entre los enlaces y proveen los circuitos y las conexiones dedicadas necesarias para el manejo de llamadas. Las conexiones entre switches normalmente se denominan **líneas troncales**, y la capacidad de líneas troncales es generalmente indicada en términos del número de canales. En estos enlaces puede utilizarse tecnologías digitales como PDH (jerarquía digital plesiócrona) y SDH (jerarquía digital síncrona).

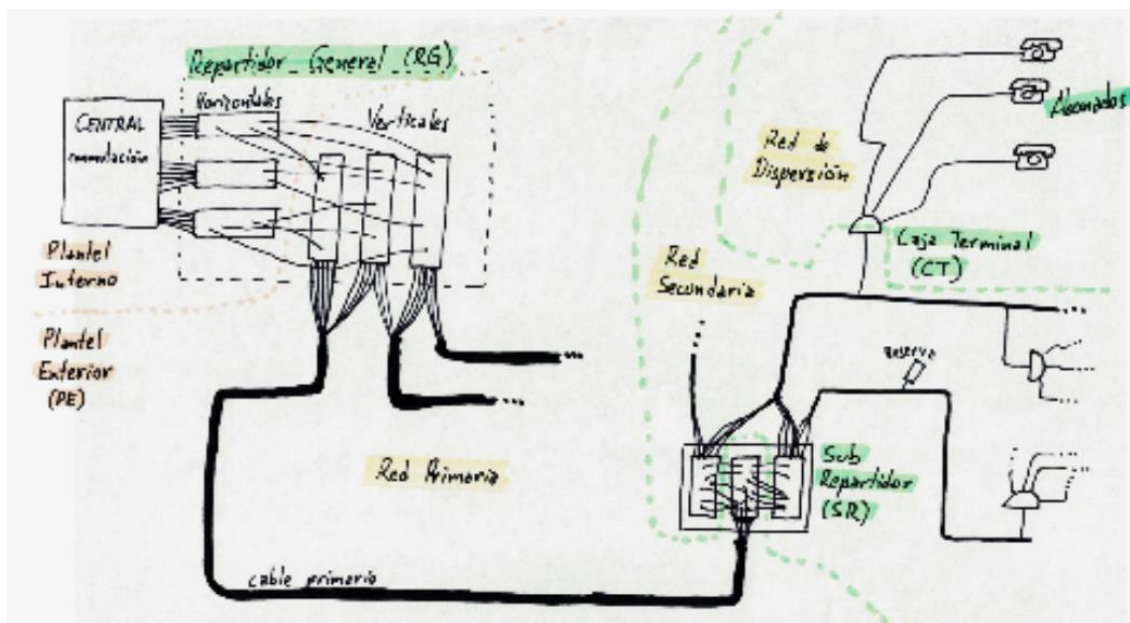
También, se hacen presente las famosas “PBX”. Una Private Branch eXchange (PBX) es la base de la mayoría de las redes corporativas de voz. Típicamente, una red telefónica corporativa es

distinta a un sistema telefónico residencial. En un ambiente corporativo, la red tiene que servir a múltiples usuarios que necesitan alguna característica avanzada, tal como identificación de llamada, transferencia de llamadas, derivación del teléfono, etc.

Figure 8-3 PBXs and the PSTN Interconnect to Facilitate Communication



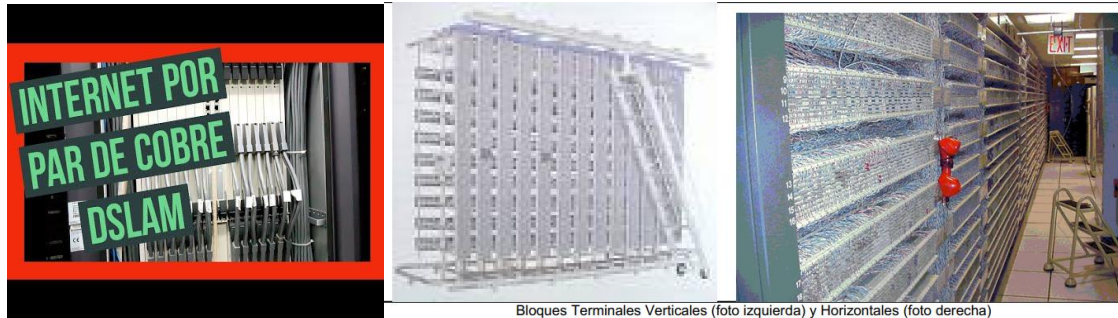
El otro subsistema, se denomina plantel exterior, que hace referencia a toda infraestructura física necesaria para proporcionar conectividad entre la central y todos los usuarios distribuidos en lo que se denomina zona de servicio.



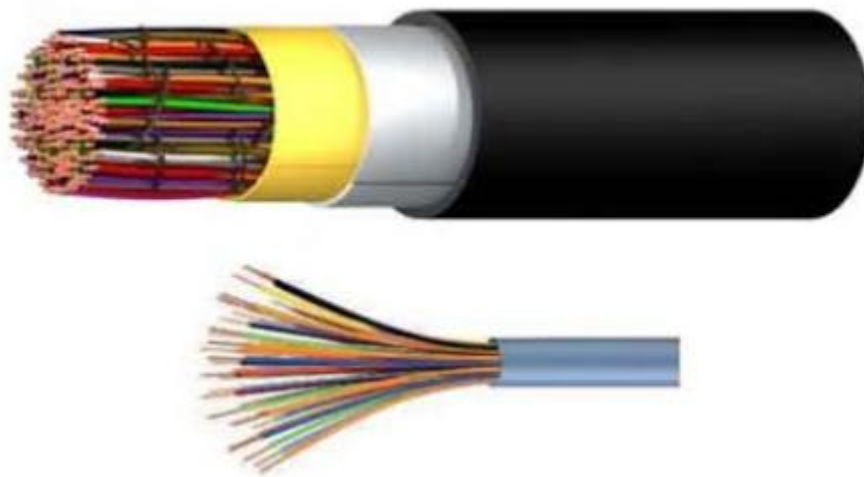
En la imagen presentada anteriormente, podemos ver que, de la oficina principal, donde se encuentran las matrices de conmutación, se construyen facilidades para el acceso a los puertos de la central, denominados **horizontales** (puntos de entrada a la central) que se encuentran mapeados a otros puntos, denominados **verticales** (puntos de acceso del plantel exterior). A esta infraestructura, que permite el acceso de la red exterior a la oficina central e ingresar a la matriz de conmutación, se la conoce como **repartidor general**. El repartidor general se vincula con la central mediante cruzadas (cables que conectan horizontales con verticales por la parte

trasera de los verticales). ¿Por qué? ¿Por qué no utilizar directamente los puertos de la central para realizar las conexiones? Porque, en primer lugar, ante cualquier cambio, estaríamos modificando directamente los puertos de la central y los gastaríamos/romperíamos si los manipulamos mucho considerando además que podemos hacer pruebas de conectividad entre abonados y, además, que el repartidor general provee facilidades para proporcionar aislación frente a posibles fallas que generen voltaje excesivo y perjudiquen a la central de conmutación.

Videíto del Teleco por el mundo, mirar a partir del minuto 13:14.



Del repartidor general, se agrupan los distintos pares de cobre provenientes del vertical, para constituir uno o más cables multipares que permita distribuir todos los cables de una forma mucho más sencilla por todo el plantel exterior. Estos cables, que suelen llevar 600 ó más pares, como pueden ser 600,900,1200 ,1800 y 2200, son del tipo PAL (Polietileno Aluminio Laminado) lo que resulta útil para ser aplicados en cañerías/ ductos. Sin embargo, vienen cables del tipo PAL de menor cantidad de pares: 10, 20, 30, 50, 100, 200 y 300 pares.



Estos cables, tienen una nomenclatura particular que se presenta impresa sobre el propio cable cada pocos metros, donde se indica la siguiente información:

- Cantidad de pares que transporta el cable (totales)
- calibre del cable (diámetro del conductor medido en milímetros)
- Tipo de cable (PAL ó PE8)
- Distancia recorrida sobre un determinado medio (Ducto "D", Aéreo "A", Fachada "F") hasta el próximo empalme.
- Numero de cable (Rotulo)
- Cantidad de pares que lleva (pares numerados).

$$\frac{300 \cdot 40 \text{ PAL} - 800 \text{ mD}}{3 \# 201 - 300}$$

De esta manera, uno no necesita intervenir el cable para ver que pares transporta y además permite una buena planificación de la red de distribución, determinando que dirección toma cada par dentro del plantel exterior.

El ejemplo anterior se entiende así:

- Cable de 300 pares.
- Calibre 40 milímetros.
- 800 metros en Ducto "D".
- Cable numero 3
- Transporta actualmente los pares 201-300

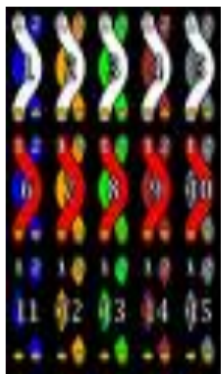

¿No resulta raro? Tiene una capacidad de 300 pares y transporta solo 100, encima los números son 201-300, los últimos 100. ¿Es posible? **Si. Cuando se intervienen los cables para generar una ramificación, se extraen siempre los pares externos.** La cantidad necesaria de ellos, pero externos sin dudar. Pero dado el caso, ¿qué pares extraemos? ¿cómo los identificamos? Para ello debemos hacer referencia al código de colores. El código de colores permite identificar de manera sencilla la numeración de los cables mediante colores y etiquetas. ¿WTF? Bueno vamos a explicarlo.

En primer lugar, debemos tener en cuenta que existen dos grupos de colores, uno para cada alambre que forma el par. El primer grupo contiene **blanco, rojo, negro, amarillo y violeta** y el segundo grupo contiene **azul, naranja, verde, marrón y gris**. Gracias a que cada grupo posee 5 colores, se pueden realizar 25 combinaciones diferentes. A continuación, se adjunta una imagen.

pair	figure	tip	ring	
1		white	blue	
2		white	orange	
3		white	green	
4		white	brown	
5		white	slate	
6		red	blue	
7		red	orange	
8		red	green	
9		red	brown	
10		red	slate	
11		black	blue	
12		black	orange	
13		black	green	
14		black	brown	
15		black	slate	
16		yellow	blue	
17		yellow	orange	
18		yellow	green	
19		yellow	brown	
20		yellow	slate	
21		violet	blue	
22		violet	orange	
23		violet	green	
24		violet	brown	
25		violet	slate	

Una vez constituido el grupo de 25 pares, se atan dos cintas para identificarlos. Estas cintas siguen el código de colores. ¿Cómo? El primer grupo de 25, recibe las cintas *blanco – Azul*, el segundo grupo de 25, las cintas *blanco- Naranja* y así sigue hasta llegar a las cintas *violeta - marrón*. En definitiva, tenemos 24 grupos de 25 cintas, por lo tanto, tenemos 600 pares.

A continuación, se presenta una imagen que muestra los códigos de colores para los pares dentro de un grupo de 25 pares y los colores asociados a los grupos.

Numeración del par	Color del par		Numeración por Cinta / Atadura	Código de colores para 25 pares
	Alambre "a"	Alambre "b"		
1	Blanco	Azul	1-25	
2	Blanco	Naranja	26-50	
3	Blanco	Verde	51-75	
4	Blanco	Marrón	76-100	
5	Blanco	Gris	101-125	
6	Rojo	Azul	126-150	
7	Rojo	Naranja	151-175	
8	Rojo	Verde	176-200	
9	Rojo	Marrón	201-225	
10	Rojo	Gris	226-250	
11	Negro	Azul	251-275	
12	Negro	Naranja	276-300	
13	Negro	Verde	301-325	
14	Negro	Marrón	326-350	
15	Negro	Gris	351-375	
16	Amarillo	Azul	376-400	
17	Amarillo	Naranja	401-425	
18	Amarillo	Verde	426-450	
19	Amarillo	Marrón	451-475	
20	Amarillo	Gris	476-500	
21	Violeta	Azul	501-525	
22	Violeta	Naranja	526-550	
23	Violeta	Verde	551-575	
24	Violeta	Marrón	576-600	
25	Violeta	Gris	-----	

Sin embargo, comentamos que existían cables multipares de 600,900,1200 ,1800 y 2200 pares. Entonces, ¿Cómo hacemos? El código de color permite identificar de manera unívoca hasta 600 pares. Para cables de mayor cantidad de pares, lo que ocurre es que se agrupan de a 600 y se les agrega una cinta adicional gruesa de un solo color.

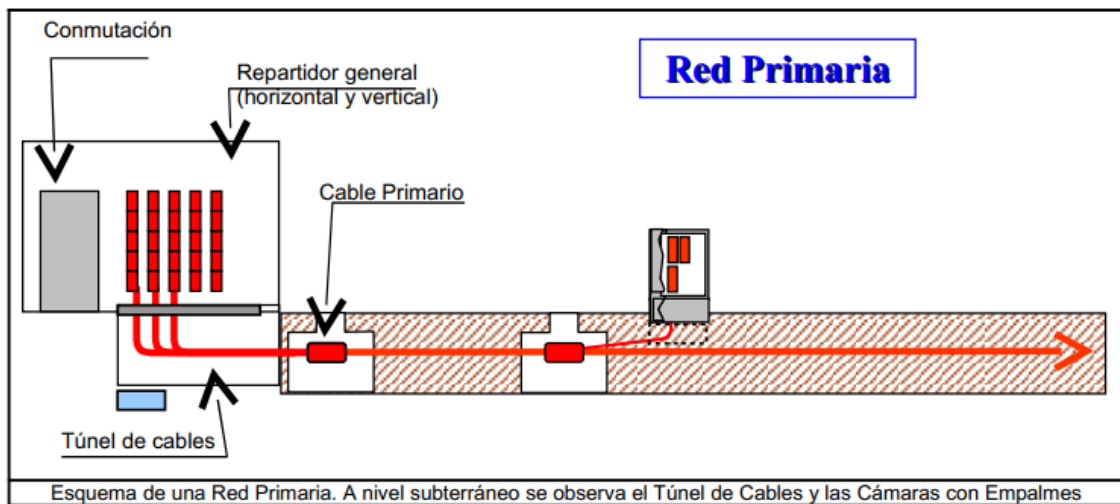
- Cinta Blanca 1-600
- Cinta Roja 601-1200
- Cinta Negra 1201-1800
- Cinta Amarilla 1801-2400

Normalmente, cada 100 pares hay un par denominado “piloto” que es provisto con fines de reemplazar cualquier par fallado. Los colores del par piloto no coinciden con los de la numeración habitual (por ejemplo: blanco y rojo).

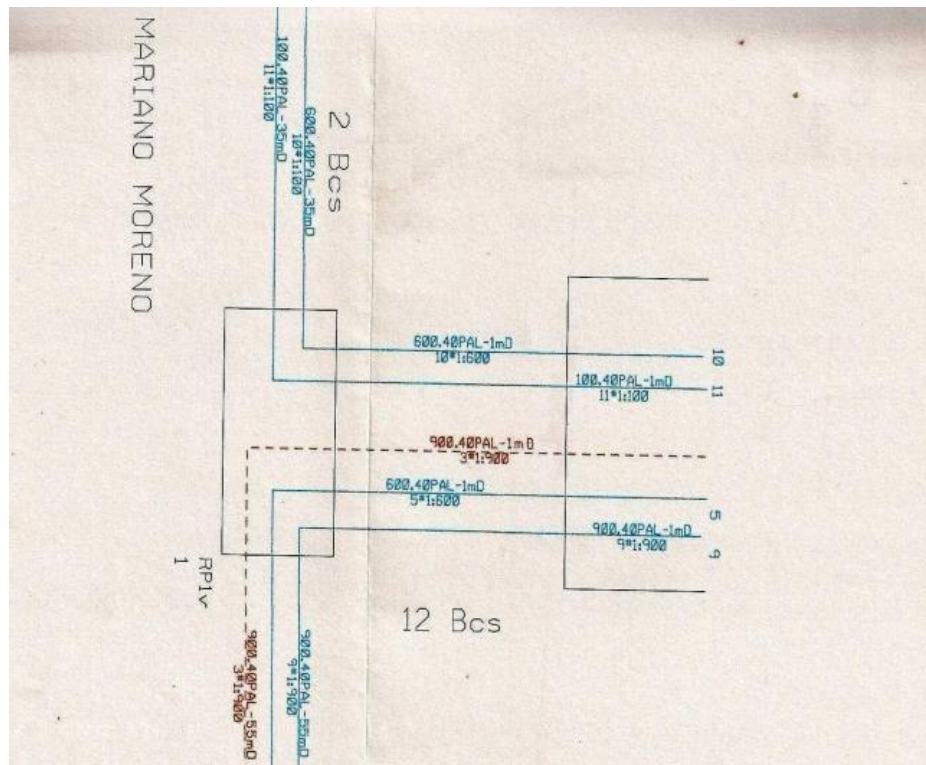
Los cables de 100 o más pares tienen la numeración más baja (primeros pares) en el centro y las numeraciones más altas (últimos pares) en la periferia. Por eso, cuando se le van “extrayendo” las sucesivas decenas de pares a los cables mayores, los empalmes se van

realizando extrayendo las numeraciones más altas primero, para que vayan quedando las numeraciones más bajas, ubicadas físicamente al medio del cable, para empalmar al final.

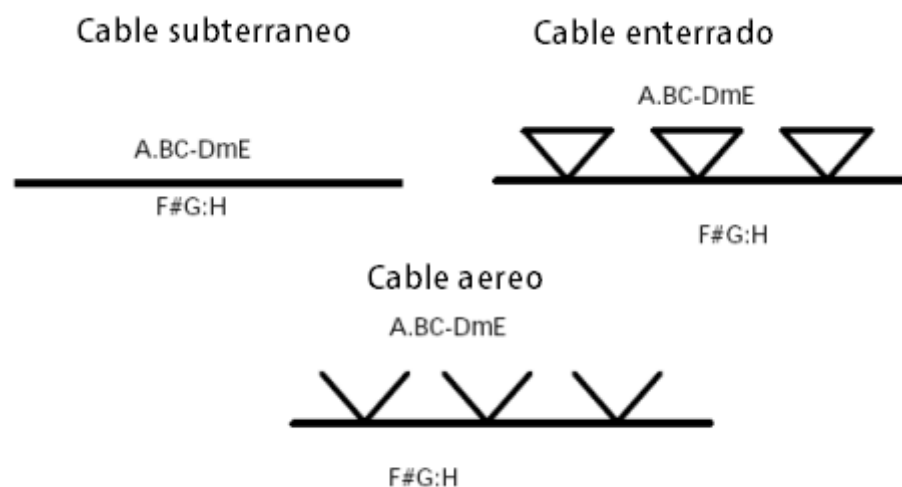
Los cables de mayor cantidad de pares se encuentran por lo general en cámaras y túneles subterráneos dentro de la **red primaria**. Se denomina red primaria a aquella infraestructura de red que permite el vínculo entre la central telefónica (repartidor general) y los armarios subrepartidores. La Red Primaria puede construirse con cables aéreos o subterráneos, aunque como detallamos anteriormente, en grandes centros urbanos por lo general se plantea una infraestructura subterránea.



A continuación, se muestran una porción de un plano de una red primaria subterránea, donde además de observarse la conformación de las diferentes cámaras con los cables multipares, se observan sus nomenclaturas (como se detalló anteriormente). Es necesario mencionar que, en estos planos, los trazos continuos hacen referencia a infraestructura ya presente e instalada y los trazos discontinuos hacen referencia a modificaciones planificadas sobre la red. Además, si bien no está presente en este caso, cuando en los planos se coloca una cruz u otros símbolos especiales (tres rasgos sobre una línea) sobre los diferentes dibujos, se está especificando que dicho elemento va a ser retirado del plantel exterior o de la red.



En este caso también podemos observar que toda la infraestructura es del tipo subterránea. Para cada tipo de cableado existe un dibujo típico y una nomenclatura especial. De esta manera, tenemos:



Si retomamos el concepto de red primaria, esta definición solo es válida en redes flexibles. ¿Qué son las redes flexibles? En primer lugar, debemos aclarar que el plantel exterior puede clasificarse en función de su flexibilidad. ¿Qué es la flexibilidad? Es la capacidad del plantel exterior de lograr un mejor aprovechamiento de su infraestructura instalada cuando la cantidad de abonados crece. De esta manera se definen dos tipos de redes: **Redes Rígidas y redes Flexibles.**

Una red rígida, es aquella que va desde el Repartidor General de la Central Telefónica hasta los puntos de distribución (Cajas Terminales), sin pasar por ningún punto de seccionamiento (Armarios Subrepartidores). Los únicos puntos fácilmente accesibles en una Red Rígida son el

Repartidor y las Cajas Terminales (puntos de distribución). Las redes de este tipo son económicas a condición que la densidad telefónica sea reducida o que las líneas de abonado sean cortas, de ahí que estas redes sean casi siempre utilizadas para localidades pequeñas y para zonas urbanas próximas a la central local (zona de servicio directo). Las ventajas de la Red Rígida son la menor posibilidad de averías, la sencillez del proyecto y la simplicidad de la documentación. Los inconvenientes radican principalmente en que la reorganización de los pares en los empalmes que genera un trabajo importante, así como también gestionar nuevas conexiones para distintos abonados y demás. Es decir, *“Me cambiaste un poquito las formas en que quieres conectarte con la central y me generas un quilombo para lograr adaptarlo”*.



Una red Flexible, es aquella que va desde el Repartidor General de la Central Telefónica hasta los Puntos de Distribución (Cajas Terminales), pasando por puntos de seccionamiento (Armarios Subrepartidores). En una Red Flexible, la línea de abonado (circuito entre central y usuario) está dividida en dos secciones distintas: la sección de cables primarios o de alimentación y la sección de cables secundarios o de distribución, por medio de un Punto de Interconexión (en el Armario Subrepartidor). Los Puntos de Interconexión se instalan en estructuras (armarios) sobre la superficie (pedestales en vereda), en postes o en el interior de edificios.

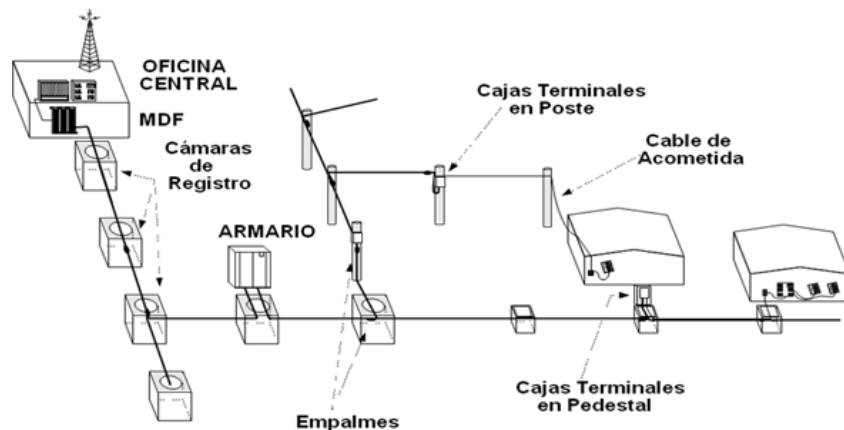
Todo par de la Red de Distribución (o Secundaria), comprendido entre el Punto de Interconexión y un Punto de Distribución, puede conectarse a cualquier par de la Red de Alimentación (o Primaria), que llega a ese Punto de Interconexión desde el Repartidor General; de esta manera, los cables de poca cantidad de pares que se ramifican por la localidad pueden “concentrarse” en el Punto de Interconexión; a su vez, allí terminarán uno o varios cables de alimentación procedentes de la central.

	RED RIGIDA	RED FLEXIBLE
Armarios Subrepartidores	NO	SI
Red Primaria	NO	SI
Red Secundaria	SI	SI
Red de Dispersión	SI	SI

Para entender el cuadro, hay que tener en cuenta que para la red rígida se toma que el repartidor general es como un subrepartidor. Por lo tanto, tiene red secundaria pero no primaria.

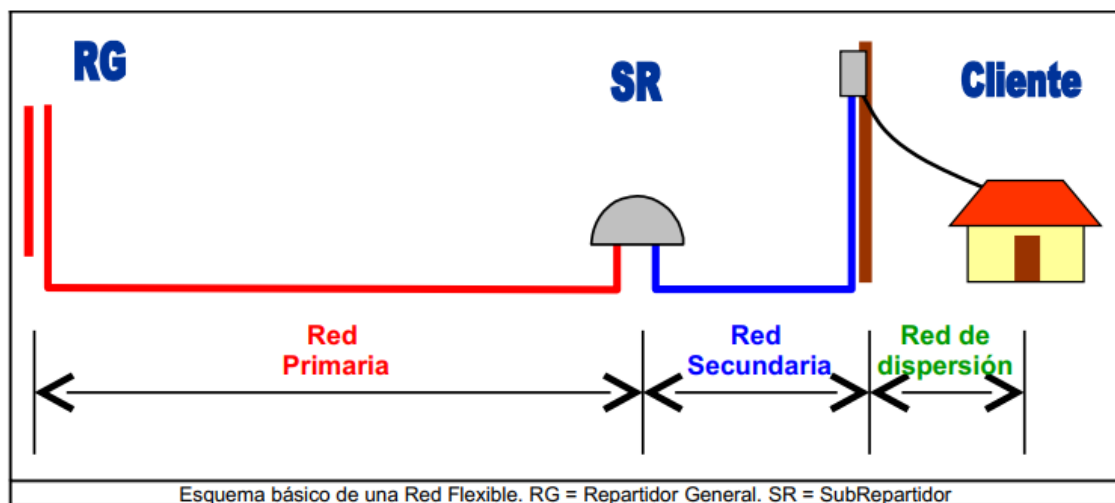
Una red flexible además de tener una red primaria, posee una **red secundaria**. La red secundaria se define como toda aquella infraestructura física que permite la conexión entre los diferentes

armarios subrepartidores y las cajas de abonado ó caja terminales. La red secundaria puede ser subterránea, aérea o sobre la fachada de los edificios. Esta última metodología permite recorrer las manzanas por sus perímetros dando servicio a los diferentes abonados desde el frente del domicilio definiendo así la distribución del tipo **perimetral**. Anteriormente, se brindaba servicio considerando el centro de manzana, lo que requería el permiso de los diferentes domicilios para acceder a las terrazas y techos por donde pasaban los cables. Finalmente, se tiene la **red de dispersión** que corresponde a toda aquella infraestructura física que se utiliza para vincular las diferentes cajas de abonados con los domicilios particulares donde se brindara el servicio.



<http://ingenia-t.blogspot.mx/2011/11/la-red-de-planta-externa-es-la.html>

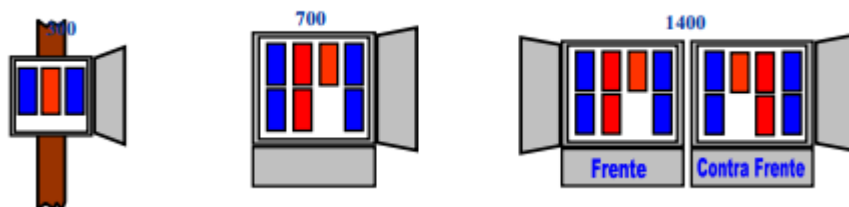
Donde podemos diferenciar las siguientes redes:



Es necesario mencionar, que dentro de una red flexible existe lo que se denomina zona de distribución directa. Este sector está conformado por todos aquellos usuarios que se encuentran muy cerca de la central telefónica. De esta manera, el bucle de abonado (circuito que permite proporcionar servicio a un usuario) va directamente del repartidor general hacia las diferentes cajas terminales sin pasar por el punto intermedio de conexión proporcionado por el repartidor general. En conclusión, una red flexible tiene integrada también una parte de red rígida conformada por la zona de distribución directa.

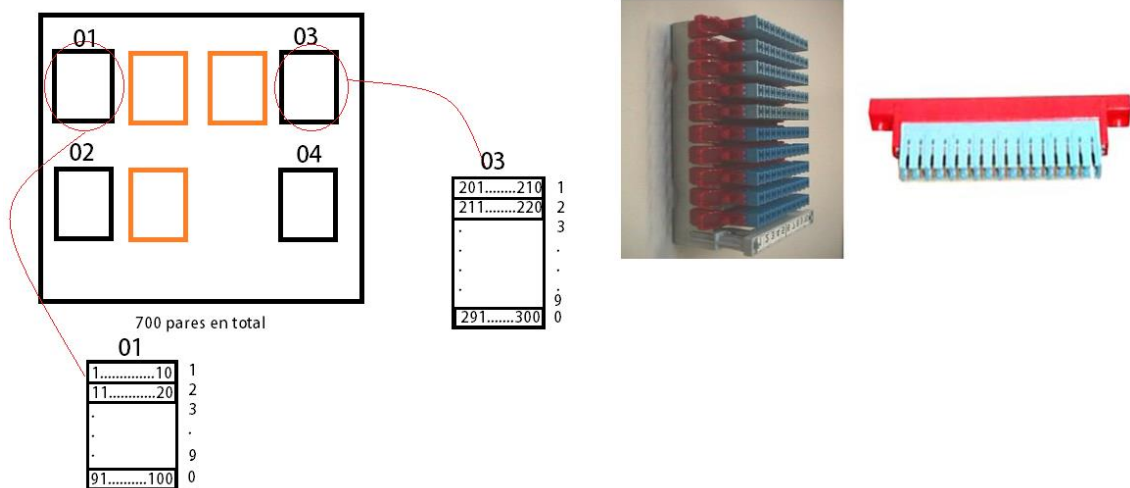
Como mencionamos anteriormente, la presencia de los armarios subrepartidores hacen que la topología del plantel exterior sea flexible. Sin embargo, no hemos detallado mucho como están conformados.

Total pares	Primario	Secundario	Montaje
300	100	200	Poste
700	300	400	Pedestal
1400	600	800	Pedestal



Un armario subrepartidor divide el alcance de la red primaria y el de la red secundaria proporcionando un punto de interconexión. ¿Qué significa esto? Que dentro del armario se realizaran conexiones (cruzadas) entre los bloques primarios, a los cuales les llegan los cables multipares del repartidor general y los bloques secundarios, que tienen conexión directa con el cableado de la red secundaria. El proporcionar interconexiones mediante cruzadas, permite brindar facilidades para realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de un abonado en particular y tener mayor flexibilidad ante la incorporación de uno nuevo. **La cantidad de bloques secundarios es mayor que la de bloques primarios** ¿Por qué ocurre esto si vamos a dar servicio solo a aquellos abonados cuyos puntos de interconexión del secundario tengan asociada una cruzada al primario? Como debes estar pensando, no vamos a poder dar servicio a todos los usuarios de los bloques secundarios. Por armario subrepartidor solo vamos a dar servicio a una cantidad máxima establecida por los bloques primarios. Pero, se cablea toda la zona de servicio y se realiza una implementación completa de la red secundaria a partir de los bloques secundarios del armario subrepartidor para permitir flexibilidad y escalabilidad en un futuro. Un caso típico que suele presentarse, es cuando un abonado cambia de domicilio. Si no realizáramos un cableado completo de la zona de servicio asociada a dicho armario subrepartidor, cuando se realiza la solicitud de servicio, deberíamos realizar todo el cableado completo hacia dicha ubicación geográfica. Esto implica utilizar los postes ya existentes en el mejor de los casos o colocar unos nuevos para realizar el tendido y además colocar cajas terminales. Un quilombo. En definitiva, resulta más practico cablear todo de entrada haciendo buenas proyecciones sobre la evolución de la región a la cual dar servicio y si en caso que un abonado desee cambiar de ubicación, cambiar solo las cruzadas correspondientes en el armario subrepartidor y listo. En este ejemplo, hemos considerado que el abonado cambia de domicilio dentro de la región geográfica que corresponde a un único armario subrepartidor. Si se mudara muy lejos, seguro le daría servicio otro armario subrepartidor.

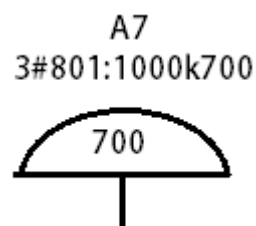
Es necesario mencionar que los bloques secundarios se conforman de 10 módulos de 10 pares cada uno, por lo tanto, tienen 100 pares. Los bloques se enumeran de arriba a abajo y de izquierda a derecha como se observa en la siguiente imagen.



¿Cómo es la nomenclatura o símbolo para los armarios subrepartidor?



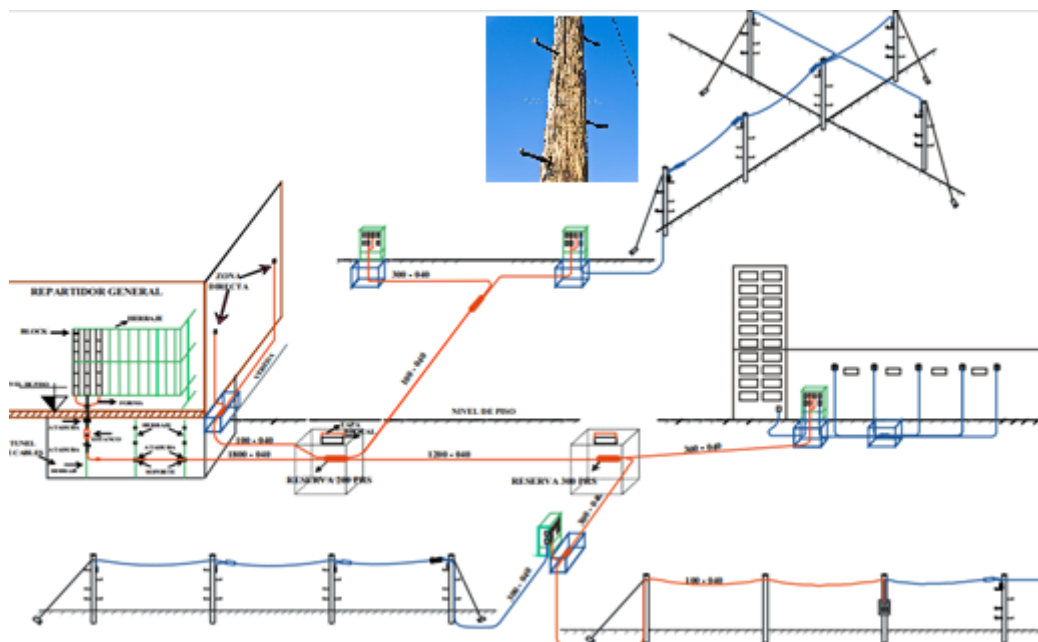
- "A" va siempre e indica que es un armario.
- "B" es el rotulo del armario, 1 , 2, 3, 4.. algo que permita identificarlo.
- "C" es el rotulo del cable entrante (primario)
- "D" es primer par entrante del cable primario.
- "E" es el último par entrante del cable primario.
- "F" es el código del constructor, que puede ser K (krone), P(pouyet).
- "g" capacidad final (suma de primario y secundario).



A continuación, un videíto de TelecoViajero:



Para la red secundaria suele utilizarse en gran medida **postes** para realizar tendido aéreo, también puede utilizarse en redes primarias, aunque es menos común. En las redes secundarias, se utiliza este tipo de tendido en aquellas zonas más cerca del domicilio de los diferentes abonados.



Estos elementos son de eucalipto tratado para que duren aproximadamente 15 años. Su longitud varía entre 5 a 16 metros de longitud, enterrándolos 60 centímetros más un diez por ciento de su longitud.

En este tipo de tendidos es muy importante el peso del cable, ya que, el cable multipar de cobre puede llegar a ser muy pesado y en medio del vano (distancia entre postes) la altura del cable es mucho menor a la que alcanza en el punto de sujeción en el poste. Una fórmula aproximada

para conocer la flecha (**la distancia que baja el cable en medio del vano**) en vanos cortos como los de telefonía es:

$$f = \frac{p a^2}{8 T}$$

Donde “**p**” corresponde a peso del cable por metro (kg/m), “**a**” hace referencia al vano (m) y “**T**” a la tensión (**kg**).

Según el peso y esfuerzo de los cables se utilizan postes finos, medianos y gruesos. Los postes gruesos se utilizan como postes terminales y ángulos de los ramales porque tienen que soportar más esfuerzo. Estos postes siempre deben ir acompañados de una rienda con una media caña de protección para ayudar a soportar las fuerzas que se ejercen sobre el poste. Básicamente para que no se venga abajo. Además, En caso de poseer **Cajas Terminales** para abonados, se les coloca peldaños de hierro galvanizado para que los operarios no necesiten escaleras para subir.

¿Para tendido aéreo, se utiliza el mismo tipo de cable que en tendido subterráneo? Por lo general **No**. Se utiliza PE8 en lugar de PAL. **PE8** es lo mismo que “cable perfil 8” que **es un cable PAL, pero con suspensor de acero**. Se los emplea para instalaciones de cables aéreos, por lo cual no son cables extremadamente pesados. Se le llama forma 8 debido a su aspecto visual frente a un corte transversal: el círculo inferior del número 8 lo forma la parte del cable PAL y el círculo superior del 8 lo forma el suspensor de acero. La cantidad de pares varía: 10, 20, 30, 50, 100, 200 y 300 pares.



Como por lo general se utilizan en redes secundarias, este tipo de cables tienen una nomenclatura diferente a los cables utilizados en redes primarias. Es más sencillo.

Cable secundario

Lleva **100** pares de **.40** milímetros, tipo **PE**fil **8**. Recorre **78** metros de modo **A**éreo.
(llevan menos datos que los primarios)

100.40PE8-78mA

Estos cables llegan a las **cajas terminales**. Una caja terminal es un punto de interconexión que permite vincular la red secundaria y la red de dispersión. La salida de la caja terminal permite proporcionar acceso a los diferentes abonados a la red telefónica. Estos dispositivos se colocan en postes o en la fachada de los domicilios. Este último caso, se genera cuando estamos en presencia de zonas muy densamente pobladas. Los cables que salen del armario subrepartidor que forman parte de la red secundaria se distribuyen en forma de estrella con centro en el armario. La red secundaria es distribuida y terminada en cajas terminales de 10 pares, aunque existen cajas de 5 y 20 pares.



Las salidas de las cajas terminales se conectan a las diferentes rosetas de los abonados (pequeñas cajas de conexión dentro del domicilio del abonado) conformando en dicho trayecto lo que se conoce como red de dispersión. Actualmente no se considera responsabilidad de la empresa telefónica, cualquier inconveniente que surja entre el BT (Bloque terminal – roseta de conexión dentro del hogar) y el aparato telefónico del abonado, salvo que este último esté pagando junto con su factura, un abono por Mantenimiento Interno. Entre otras cosas, el bloque terminal tiene un sencillo circuito eléctrico RC que permite la prueba del par desde la Central y saber si el inconveniente está antes del BT (responsabilidad de la empresa de telefonía) o después del BT (responsabilidad del cliente).

Para la Red de Dispersión que posee cajas terminales en postes, se suelen utilizar dos diferentes tipos de cables: el de bajada y el de interior; mientras que cuando las Cajas Terminales están en fachada, se utiliza el cable de interior solamente.

El cable de interior es un cable gris que llega al Bloque Terminal en el interior del domicilio. Se lo fija a las paredes mediante grampas y se caracteriza por no tener suspensor por lo que no es apto, mecánicamente, para “vuelos” de muchos metros aéreos. Cuando la Caja Terminal está en fachada, este cable se lleva engrampado hasta el domicilio del abonado.

Cuando la Caja Terminal está en poste, es necesario utilizar el cable de bajada de color negro que tiene en el medio un suspensor de acero, que le permite soportar mecánicamente, las solicitaciones de un tramo aéreo de muchas decenas de metros. En estos casos, no se ingresa al domicilio del cliente con el cable negro de bajada, si no que se coloca una Caja de Interconexión de un par con el objeto de unir eléctricamente el cable de bajada con el cable gris para interior. La Caja de Interconexión normalmente se instala en el frente del domicilio del cliente, para tener acceso a pruebas desde el exterior.

¿Qué simbología poseen las cajas terminales dentro del plantel exterior y cuál es su nomenclatura?



Un ejemplo de caja terminal es la siguiente **T0101F**. Aquí podremos interpretar lo siguiente:

- Practiquemos un poco ... Primer caja: T0301A, Segunda caja: T0391F, Tercera caja: T0371P, Cuarta caja: T0361E.

No tiene mucho sentido detallar todo el escenario en este resumen, es preferible a partir de lo expuesto anteriormente, practicar y tratar de entender que dicen dichos planos. Considerar que significan los trazos continuos, discontinuo, las cruces sobre objetos ó triple líneas cruzadas sobre un tendido, las simbologías para los diferentes cables, si son subterráneos, fachada,

aéreos, como son sus nomenclaturas, que tipo de cable son (PAL o PE8). La cantidad de pares que transportan, de que par a que par, donde se realizan reservas, donde se colocan postes, si tienen riendas, peldaños porque presentan una caja terminal y demás. Las cajas terminales su nomenclatura, los armarios subrepartidores su nomenclatura. Que significan las zonas delimitadas por línea discontinua, que significan esos tendidos con asteriscos rojos (Tendido eléctrico.)

Para cerrar un poco plantel exterior es necesario mencionar que el tendido subterráneo en una red primaria tiene un tratamiento especial. ¿A qué se refieren con tratamiento especial? Que los cables primarios multipares de mayor cantidad de pares (600,900,1200,1800,2200) que no son rellenos con gel (elemento necesario para evitar el ingreso de agua o humedad) necesitan ser presurizados. De esta manera, evitan el ingreso de humedad o agua en los cables que deterioran la calidad del servicio.

Es la primera vez que mencionamos la presencia o ausencia del gel para evitar humedad. Los cables multipares de mucha cantidad de pares del tipo PAL no llevan gel. Los de menor cantidad de pares, pueden tener o no dicho material y los PE8, como por lo general se utilizan en tendido aéreo, siempre llevan gel.

Retomando el proceso de presurización, el sistema que se utiliza es bastante complejo y deben tomarse la mayor cantidad de recaudos para evitar fugas de presión. Existe un sistema de control en oficina central que mediante alertas permite detectar fallas en la presurización. En general hay un Equipo de Compresores que llevan aire comprimido al Sistema de Distribución de Presión, el cual posee diferentes válvulas, cada una de ellas controla el caudal de aire que se le envía a un cable primario presurizado. Normalmente el Sistema Distribuidor de Presión o Cuadralímetro está ubicado en el Túnel de Cables o en la Planta Baja de la Oficina Central, y los ductos de aire se conectan a los cables en algún empalme o apertura realizada al cable, la cual suele cerrarse herméticamente. También se realiza un tratamiento especial para conservar la presión en los extremos del cable primario (*repartidor general y armario subrepartidor*).

Perfecto, tenemos definido todo el sistema que permite brindar servicio telefónico mediante una red de par de cobre. Sin embargo, encontramos un pequeño detalle. **Las inversiones para instalar dicho sistema suelen ser millonarias, ya que necesitamos una central de conmutación, conexiones con otras centrales, obras civiles (cañerías, cámaras, postes, tendidos de par de cobre, colocación de armarios subrepartidores), equipo técnico, planos y demás.** Por lo tanto, dentro del servicio telefónico es necesario una correcta planificación y estudio de la demanda actual, tráfico actual, así como también la evolución del mismo, considerando factores socio-económicos en un plazo de 10 años, para empezar a planificar la puesta en marcha del proyecto. Lograr entender las necesidades actuales y futuras, permite realizar una arquitectura de red que brinde soluciones a lo largo del tiempo de manera eficiente, sin cambios excesivamente grandes y modificaciones costosas sobre la marcha. Básicamente, lo que se plantea es que si realizamos las cosas al tuntún en este tipo de redes generamos un sistema complejo, desorganizado, con malas prácticas y malos servicios.

En esta proyección a futuro, para empezar a planificar la red, no solo se tiene que considerar el servicio de telefonía básica. Debe considerarse el resto de servicios complementarios, entiéndase servicios de banda ancha, línea punto a punto, etc.

Dentro de la planificación, el primer punto es considerar la región geográfica que atenderá cada armario subrepartidor. En un principio, la central telefónica se considera como un armario dentro de los 500 m a la redonda, donde se proporciona zona de servicio directa. En este caso,

deberá analizarse si dentro de los 500 m el ahorro en la inversión de cables primarios junto con toda la infraestructura necesaria (cañerías, cámaras, armario subrepartidor) es menor al que se realizaría si se plantea un tendido directo desde el repartidor general a las cajas de abonados. En caso de ser así, significa que es más sencillo y menos costoso realizar un tendido desde el repartidor general hacia las cajas terminales sin necesidad de pasar por un armario subrepartidor. Esta es la famosa zona directa. Esta región no excede la mayoría de las veces los 500 m alrededor de la central. Luego de los 500 m, se hace necesario la colocación de armarios subrepartidores que tendrán un área de cobertura de 500 m adicionales. Así, podrá atenderse diversas regiones geográficas de manera eficiente.

Sin embargo, todo este análisis de costos de inversión y ahorros no está sujeto solamente al precio de los elementos que se tienen que instalar, debe considerarse la ubicación de la central como parámetro fundamental en el diseño. ¿Cómo lo hacemos? Mediante el cálculo del “centro de gravedad” o “método de los momentos”. ¿Centro de gravedad? La idea es colocar la central en aquel sector más cerca de la mayor cantidad de abonados. De esta forma, se reducen todas las distancias para alcanzar la mayor cantidad de usuarios. Obviamente, quedarán usuarios más alejados, donde los costos serán más altos, pero serán la menor cantidad de ellos. El cálculo del centro de masa consiste en plantear un sistema de ejes cartesianos dentro de un mapa donde se representen las manzanas con la cantidad de usuarios totales. A continuación, se plantea un ejemplo:

	62	116	80	TOTALES
Y(m)				
350	23	28	24	75
250	18	44	32	94
150	15	32	16	63
50	6	12	8	26
	100	200	300	X(m)

El sistema de ejes cartesianos permite determinar las distancias tanto en X como en Y hacia el centro de las diferentes manzanas. Luego, con estas distancias medidas, se aplica una fórmula para determinar la ubicación de la central. A continuación, se presentan las formulas:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^M X_i \cdot N_i}{N_i} \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^M Y_i \cdot N_i}{N_i}$$

Donde “M” es la cantidad de manzanas, “Xi” es la distancia en X hacia el centro de la manzana, “Ni” es la cantidad de abonados por manzana y “Yi” es la distancia en Y hacia el centro de la manzana.

Una vez determinada la ubicación teórica, la ubicación real depende de otros factores adicionales: disponibilidad de edificios o terrenos donde colocar/construir la central, facilidad

de realizar obras económicamente viables, presencia de líneas ferroviarias, rutas, costas de ríos, lagos, arroyos y demás. También existe la tendencia de ubicar nuevas centrales cerca de las viejas, para facilitar los enlaces troncales que las vinculan.

¿Cuándo surge la necesidad de colocar una nueva central? **Si nos planteamos este tipo de pregunta es porque no siempre existe la necesidad de colocar una nueva central telefónica.** La necesidad, muchas veces está asociada a la cantidad de abonados que existe en el área de servicio. En ciudades de miles y miles de habitantes, por lo general existen múltiples centrales telefónicas interconectadas. La decisión de colocar una nueva central y no extender el servicio que proporciona una ya existente, tiene totalmente relación con lo económico. Para planificar la colocación de una nueva central debe conocerse la siguiente información:

- La extensión del área geográfica que resulta de interés para proporcionar servicio.
- La ubicación de centrales telefónicas existentes y las capacidades de extensión de sus áreas de servicio.
- Conocer las posibles configuraciones de enlaces troncales con el resto de centrales telefónicas existentes.
- Conocer las características de señalización y transmisiones actuales.
- Conocer las características del tráfico desde un punto de vista estadístico, modelarlo. Conocer los hábitos en las llamadas para la zona de interés.
- Entre otras.

Cada uno de los puntos mencionados anteriormente, debe ser tratado con sumo cuidado y detalle, para realizar una buena planificación de cómo será la central a instalar. Si simplificamos al máximo el análisis, podemos considerar lo siguiente:

- Si en la nueva área de servicio, la cantidad de usuarios es pequeña, la cantidad de pares para proporcionar servicio que deben extenderse de una central existente son pocos. En esta situación conviene extenderlos gastando más dinero en cables de par de cobre de mayor diámetro frente a la alternativa de colocar una central nueva.
- Si en la nueva área de servicio, la cantidad de usuarios es grande, la cantidad de pares para proporcionar servicio que deben extenderse de una central existente son muchos. En esta situación conviene planificar la instalación de una nueva central.

Respecto a plantel exterior existen dos tipos de planificación. Corto plazo y largo plazo. Las planificaciones y previsiones a 10 años (largo plazo) se denominan **potencial de saturación**. El potencial de saturación como su nombre lo indica, tiene como propósito **estimar el máximo grado de crecimiento de una zona de servicio en función de las diversas situaciones socio-económicas y de penetración**. ¿Qué significa esto? Determinar las posibles construcciones, si se trata de un barrio residencial, zona comercial, industrial, rural, urbana con muchos edificios y demás. Estimar en un plazo de 10 años cuantas líneas telefónicas como máximo se van a requerir en esa zona de acuerdo con su evolución.

Las planificaciones y previsiones a 3 años (corto plazo) se denominan **potencial de línea actual**. El potencial de línea actual tiene como objetivo **estimar el actual grado de crecimiento que está transitando la zona de servicio**. ¿Para qué se hace esto? Para lograr que el servicio telefónico se acople directamente al grado de crecimiento de la zona y en un plazo de 3 años realizar cambios y modificaciones de manera sencilla y ordenada adaptándose a las necesidades de la zona.

El proyectista (Grupo de ingenieros encargados de la planificación del proyecto) teniendo en cuenta estos conceptos deberán dividir el área de servicio en diferentes zonas homogéneas donde las manzanas que se incluyan tengan condiciones uniformes de desarrollo edilicio e igual nivel socio-económico. Básicamente, los proyectistas juegan al SIMS-CITY 2000.

A la hora de planificar cada zona de subrepartición, se debe proyectar como quedaría instalada la red primaria y de secundaria, considerando siempre el menor camino hacia la central. Es muy importante siempre tener en cuenta las redes de alta y media tensión existentes, como así también, los posibles tendidos futuros, a fines de considerarlos en el diseño de las redes de plantel exterior. También, siempre se busca que el diseño de las zonas de subrepartición sean rectangulares, para facilitar el diseño. Recordemos que los proyectistas dividen la región de servicio en zonas con determinadas características que hablan de su capacidad de crecimiento. Estas agrupaciones de manzanas quedan incluidas dentro de las diferentes zonas de subrepartición, por lo tanto, debe planificarse qué tipo de armario se utilizará. Con esto nos referimos a que existe la posibilidad de utilizar armarios de 300 pares, 700 pares y 1400 pares.

¿Con que criterio lo seleccionamos? Utilizando el potencial de saturación, ya que nos dirá la cantidad máxima de abonados posibles que tendrá la zona luego de 10 años. Sin embargo, como es una estimación y pueden existir ciertas incertidumbres acerca del valor, se decide que dicho numero sea el 90% de la capacidad que tiene el armario subrepartidor respecto a sus bloques primarios.

Por ejemplo, si se considera que la zona a 10 años tendrá unos requerimientos máximos de 210 usuarios, podría colocarse un armario subrepartidor de 700 pares (300 primarios /400 secundarios), ya que el 90% de 300 es 270. Estamos cumpliendo con el potencial de saturación de la zona.

¿Qué ocurre si una zona tiene una proyección a 10 años más grande que 720 (90% de 800 en un armario de 1400 pares), que es el armario más grande? Se reduce la zona de servicio asociada al armario subrepartidor y se arma una zona nueva adyacente para cubrir la diferencia.

Existen reglas sencillas que permiten definir para la proyección de cada zona:

- En zonas de gran densidad (urbanas), subrepartidores de 1400 pares.
- En zonas de mediana densidad (suburbanas), subrepartidores de 700 pares.
- En zonas de baja densidad (rurales), subrepartidores de 300 pares.

Que una zona entre en una categoría u otra dependerá de su proyección de crecimiento a un plazo de 10 años dependiendo de su nivel socio-económico y desarrollo edilicio.

Respecto a la colocación del armario subrepartidor, lo ideal para reducir el costo de la red secundaria, sería colocarlo en el centro de zona de servicio, pero aumentaría la distancia del cableado primario y de la obra civil para permitir su acceso al armario, por lo tanto, también convendría colocarlo en la región limítrofe de la zona de servicio más cerca de la central, pero se haría más cara la red secundaria, de esta manera, se prefiere encontrar un equilibrio entre ambos puntos.

En cuanto a la red primaria y sus capacidades, debe cumplir como mínimo con los requerimientos de servicio previstos en un plazo de 3 años cuando el tendido de la red primaria se realiza de manera subterránea, pero si se realiza por tendido enterrado pasan a ser 5 o 6 años, es decir, estimar a 5 o 6 años los requerimientos de servicio para dimensionar las capacidades de los cables a instalar en la actualidad.

En cuanto a la red secundaria y sus capacidades, debe diseñarse y planificarse de acuerdo al potencial de línea actual (análisis a corto plazo – 3 años). Se supone que la obra que comprende la red secundaria estará finalizada antes de dicho plazo y tendrá una ocupación menor al 60% del secundario que se proyecta. Si utilizamos como referencia el ejemplo anterior, para un armario de 700 pares, el potencial de saturación no podía superar el 90% del primario 270 y el secundario a tres años, de acuerdo con los datos de potencial de línea actual, no debería superar el 60% de su capacidad (60% de 400) 240. Si finalizada la obra en un plazo inferior a tres años se supera dicho número hay que achicar la zona de servicio de dicho armario y planificar otra nueva.

Por último existen dos tipos de reservas, las técnicas y las estratégicas. Las técnicas es una reserva obligada dada la capacidad de los cables y la segunda, las estratégicas hacen referencia a que se deja una reserva de cables frente a un posible objetivo (edificio, galería y otros tipos de construcción en curso).

Para terminar, un videíto..



xDSL...

Preguntas...

¿Qué es xDSL? ¿Qué tipo de servicio permite proporcionar?

¿Qué especificaciones técnicas utiliza? ¿Qué equipos son necesarios para proporcionar servicio de internet por redes de par de cobre?

¿Qué velocidad pueden ser alcanzadas? ¿Por qué no podemos tener mayores anchos de banda?

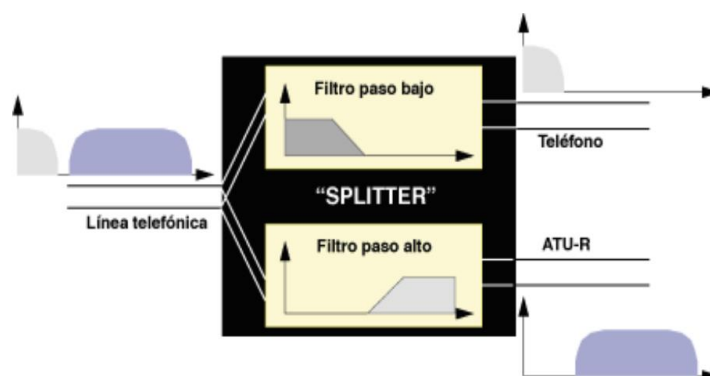
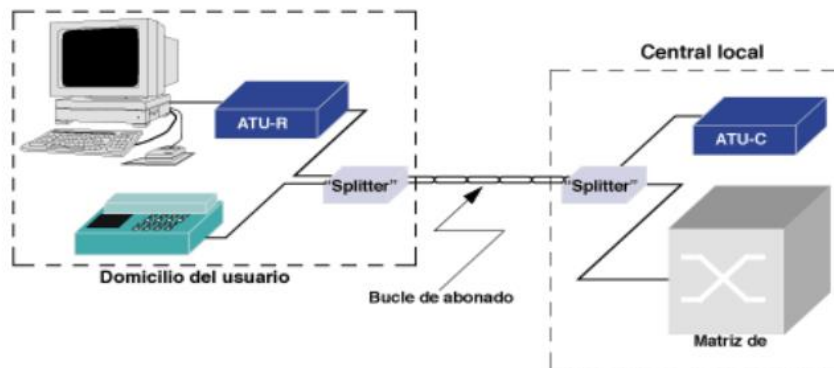
¿Cómo logramos tener en redes de par de cobre aplicaciones sensibles al retardo?

¿Por qué se hace referencia a xDSL? ¿En qué cambian las diferentes versiones de xDSL?

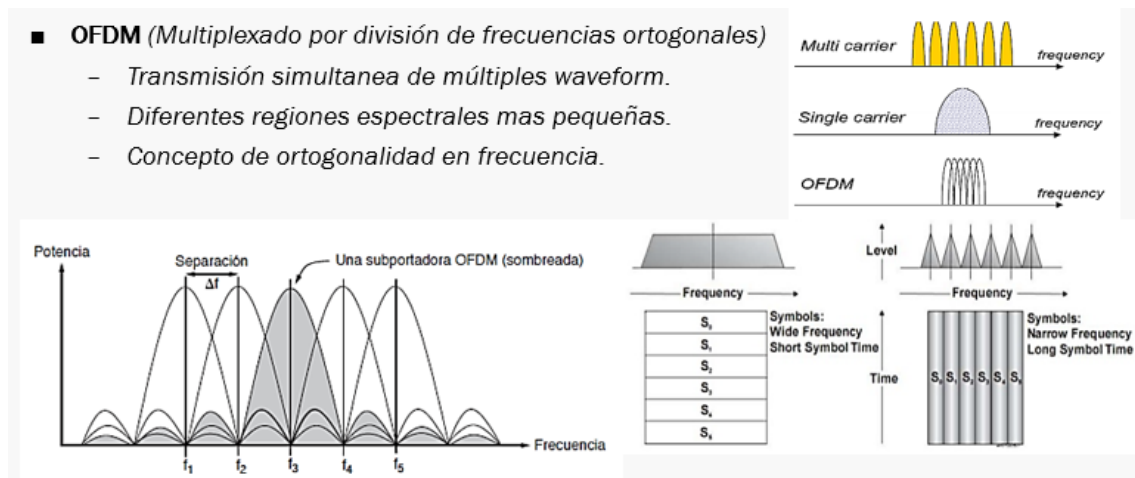
Resumen...

"Digital Subscriber Line" , "Línea de abonado digital" ó xDSL hace referencia a una familia de tecnologías, que permite proporcionar servicios de acceso a internet mediante la transmisión de datos digitales a través de una red de par de cobre. Esto significa que xDSL es la tecnología por excelencia implementada por las empresas de telefonía. Proporciona acceso a internet simultáneamente con el servicio telefónico en la misma línea, ya que DSL utiliza bandas de frecuencia más altas para transmitir los datos. En particular, la región espectral utilizada comprende desde los 24 KHz hasta los 1,104 KHz aproximadamente, a diferencia de la región comprendida entre los 300 Hz y 3400 Hz que utiliza la voz y también los módems telefónicos (módems de banda angosta). Por eso, en un principio no se podía acceder a ambos servicios de manera simultánea. Con DSL , dicho inconveniente desapareció.

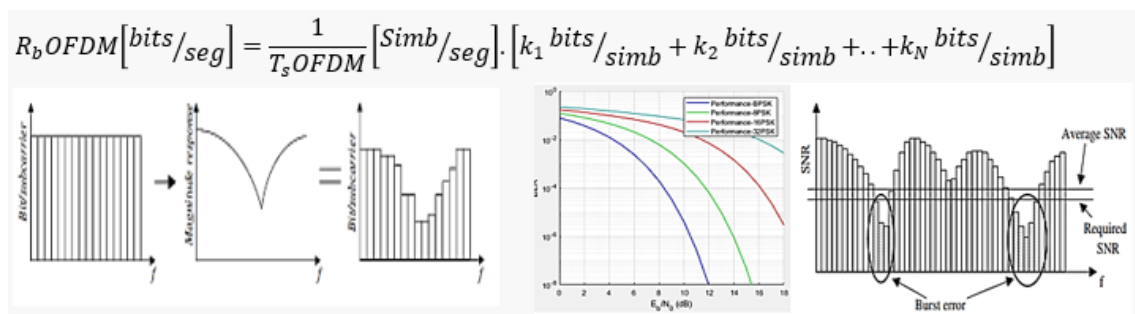
En el mercado de las telecomunicaciones el termino xDSL suele ser principalmente asociado a ADSL (línea de abonado digital asimétrica), que es la tecnología instalada con mayor frecuencia. La característica de esta técnica particular dentro de la familia de tecnologías xDSL, es que las tasas de transferencia de información son distintas para el enlace descendente (central telefónica hacia usuario) y enlace ascendente (usuario hacia central telefónica), por lo que puede decirse que ambos equipos que forman parte del **enlace punto a punto** son distintos. ¿Punto a punto? Si. Como en las redes de par de cobre existe un enlace dedicado desde la central telefónica para cada usuario (bucle de abonado), es lógico pensar que el acceso a internet será mediante una conexión punto a punto y no una conexión de acceso compartido como en tecnologías de cablemodem. El dispositivo que se encuentra en la central telefónica se denomina **ATU-C** (ADSL Terminal Unit-Central) y el dispositivo que se encuentra en el domicilio del abonado, se denomina ATU-R (ADSL Terminal Unit-Remote). Ambos dispositivos, están presentes posteriores a otro denominado "splitter", que básicamente es la combinación de un par de filtros, uno pasa bajas para las señales vocales y otro pasa altas para las señales de datos.



Entrando un poco en detalle en el modo de funcionamiento del ATU-R y ATU-C, encontramos que ambos dispositivos utilizan una técnica de modulación definida como DMT (*Discreet Multitone Modulation*). ¿Qué técnica de modulación es? No hay que asustarse porque es otra forma de decir OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).



OFDM consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia, donde cada una de ellas es ortogonal al resto. Cada subportadora puede adquirir un esquema de modulación diferente en función a la relación señal a ruido presente en la banda de frecuencias utilizada por la misma. La tecnología DSL plantea la utilización de esquemas de modulación N-QAM a elección para cada subportadora y codificación de Trellis. Esto permite que se mantenga controlada la probabilidad de error de bit para todas las subportadoras y transferir en total, una gran cantidad de información, ya que por símbolo OFDM se tendrá la recepción de la suma de bits que aporta cada una de ellas.



Como puede apreciarse en la imagen presentada anteriormente, mientras mayor es la relación señal a ruido en la región espectral considerada para una subportadora en particular, mayor es el esquema de modulación que se puede implementar. Si la región espectral, tiene una relación señal a ruido pequeña, producto de las características en frecuencia del canal, las subportadoras que se encuentran en dicha región, pueden adoptar un esquema de modulación más robusto frente al ruido para mantener en niveles considerablemente buenos la probabilidad de error de bit, pero esto implica transmitir menor cantidad de bits por símbolo. Esta estimación, se realiza cuando se produce el vínculo entre los dispositivos ATU-R y ATU-C mediante una secuencia de entrenamiento predefinida. Ambos dispositivos pueden utilizar las mismas técnicas de modulación, pero el ATU-C tiene a disposición 256 subportadoras (250 son útiles para transmitir), mientras que el ATU-R tiene solo a disposición como máximo 32 (25 útiles en sentido ascendente). ¿Por qué se plantea como útiles? Porque existen subportadoras que no

transportan información digital, se destinan como pilotos para facilitar funciones de ecualización.

Al observar la cantidad de subportadoras destinadas a cada dispositivo es lógico pensar en la diferencia entre las tasas de transferencia de información tanto en sentido descendente como ascendente.

En esta tecnología, cada subportadora se encuentra separada entre sí, 4,3125 KHz y el ancho de banda que aprovecha cada subportadora modulada es de 4 KHz, ya que, no se está utilizando un pulso formador de onda rectangular. Se está empleando un pulso formador de onda del tipo coseno alzado con un valor de roll-off. Por dicha razón, la separación en frecuencia no es precisamente en múltiplos de $1/T_s$ (el tiempo de símbolo OFDM es de 250 microsegundos).

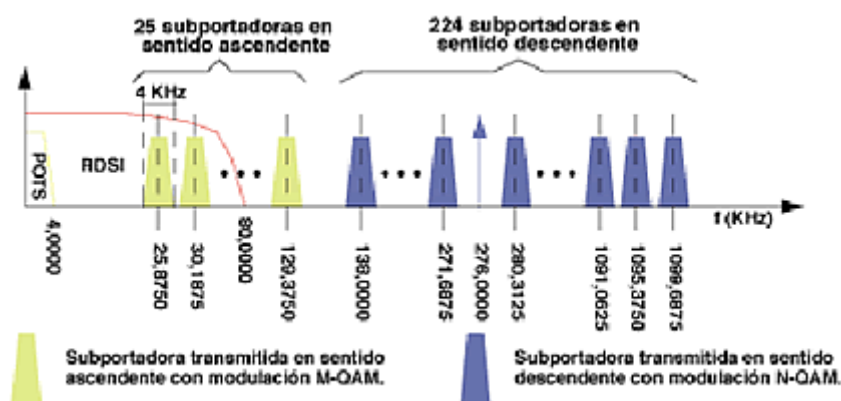
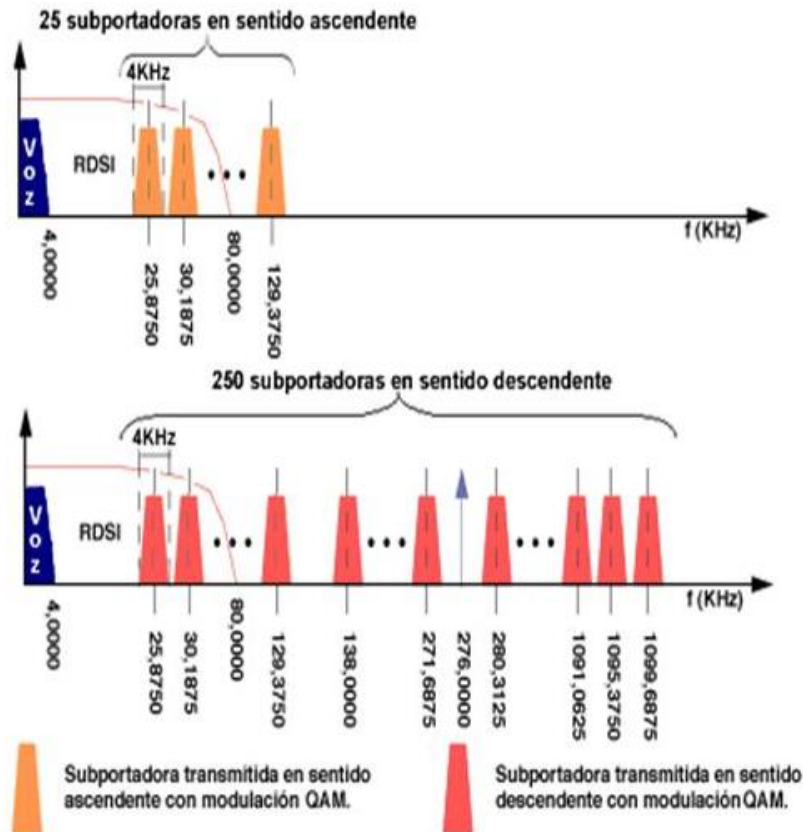


Figura 1-3: Modulación ADSL DMT con FDM

Como podemos observar en la imagen presentada anteriormente, los espectros correspondientes a las señales de uplink no se solapan con las señales de downlink. Lo que permite simplificar el diseño de los modem, pero reduce la capacidad en sentido descendente, no precisamente por el hecho de tener menos subportadoras, sino más bien, porque las subportadoras utilizadas en sentido ascendente al estar trabajando en una región espectral ubicada en las bajas frecuencias, sufren menos atenuaciones y pueden utilizar esquemas de modulación mucho más grandes.

Por esta razón, se plantea un sistema **ADSL con cancelador de eco**, que permite utilizar toda la región espectral de uplink para realizar downlink. ¿Cómo funciona? Básicamente, el circuito que tiene incorporado el modem detecta si el contenido espectral en la región designada antiguamente para uplink es de sentido ascendente o descendente, permitiéndolo utilizar en un sentido u otro dependiendo las necesidades y comunicaciones. La cantidad de subportadoras para uplink siguen siendo 25 y en la región espectral designada originalmente, pero dichas subportadoras también se suman a las 224 subportadoras de downlink.



Es necesario mencionar que estos conceptos no fueron posibles de llevar a la práctica hasta el surgimiento de los DSP (Procesador de Señales Digitales). Estos dispositivos permitían generar esquemas de modulación OFDM utilizando la IFFT en lugar de un banco de osciladores muy precisos y estables. En la recepción, los DSP utilizan la FFT para la demodulación en lugar de un banco de correladores. En definitiva, el procesamiento de señales digitales hizo posible brindar internet de banda ancha sobre redes de par de cobre.

En conclusión, el algoritmo de modulación se traduce en una IFFT (transformada rápida de Fourier inversa) en el equipo transmisor, y en una FFT (transformada rápida de Fourier) en el equipo receptor situado al otro lado del bucle. Estas operaciones se pueden efectuar fácilmente si el núcleo del módem se implementa sobre un DSP.

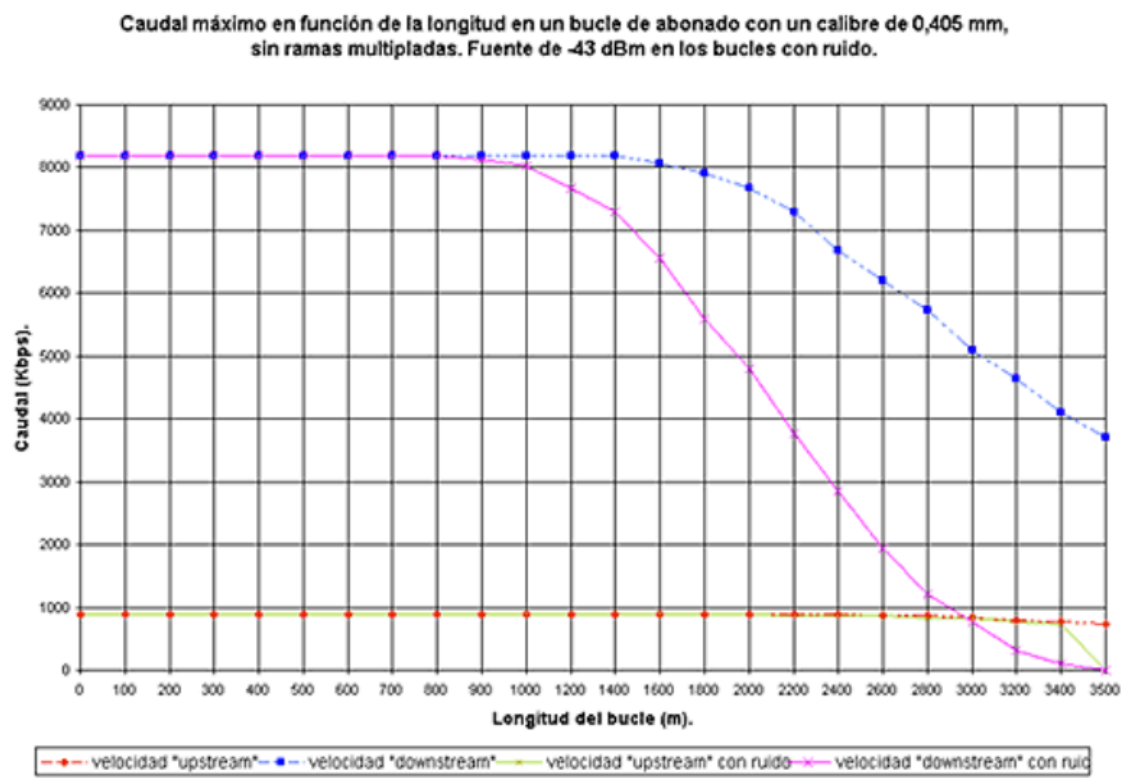
- Transmisiones en ambos sentidos:
 - El modulador del ATU-C hace una IFFT de 512 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido "downstream".
 - El modulador del ATU-R hace una IFFT de 64 muestras sobre el flujo de datos que se ha de enviar en sentido "upstream".
- Recepción en ambos sentidos:
 - El demodulador del ATU-C hace una FFT de 64 muestras tomadas de la señal "upstream" que recibe.
 - El demodulador del ATU-R hace una FFT, sobre 512 muestras de la señal "downstream" recibida.

Como en las modulaciones QAM se generan a la salida dos señales en banda base, real e imaginaria o fase y cuadratura, se entiende que la cantidad de muestras de IFFT es el doble a las necesarias. Nosotros en métodos de acceso, cuando estudiamos OFDM decimos que la cantidad

de muestras de la IFFT está relacionada a la cantidad de subportadoras que se generan por símbolo OFDM, considerando que los diferentes moduladores QAM entregan una única señal en banda base compleja. De esta manera asociamos el parámetro de muestras de IFFT con cantidad de subportadoras y además establecemos que debe ser potencia de dos. En estos casos, la cantidad de subportadoras es la cantidad de muestras de IFFT/2, porque cada modulador digital entrega dos señales separadas (fase y cuadratura). Es así que se emplean 64 muestras para las 32 subportadoras (de las cuales sólo 25 subportadoras son útiles en sentido ascendente) y 512 muestras para las 256 subportadoras (de las cuales sólo 250 son útiles en sentido descendente).

En un par de cobre la atenuación por unidad de longitud aumenta a medida que se incrementa la frecuencia de las señales transmitidas. Y cuanto mayor es la longitud del bucle, tanto mayor es la atenuación total que sufren las señales transmitidas. Ambas cosas explican que el caudal máximo que se puede conseguir mediante los módems ADSL varíe en función de la longitud del bucle de abonado.

Hasta una distancia de 2,6 Km de la central, en presencia de ruido (caso peor), se obtiene un caudal de 2 Mbps en sentido descendente y 0,9 Mbps en sentido ascendente. Esto supone que, en la práctica, teniendo en cuenta la longitud media del bucle de abonado en las zonas urbanas, la mayor parte de los usuarios están en condiciones de recibir por medio del ADSL un caudal superior a los 2 Mbps.

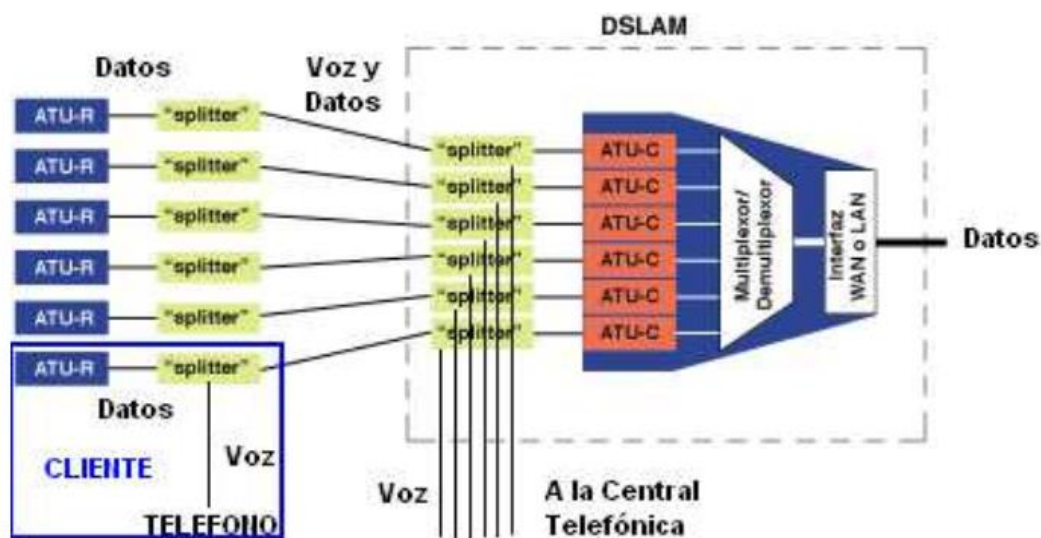


Básicamente si de velocidades se trata, el sistema ADSL básico permite velocidades en enlace descendente desde 8 Mbps (distancias hacia central menores a 900 m) hasta 2Mbps (distancias hacia central mayores a 900 m y menores a 2,6 km). Obviamente, como es una red pasiva, si seguimos incrementando la distancia, las atenuaciones sobre las diferentes componentes espectrales serán cada vez más fuertes y por lo tanto las velocidades de downstream y upstream

se van a ver perjudicadas. Sin embargo, hay un detalle muy muy importante que acusan estas gráficas. **La razón fundamental de la disminución de la velocidad en los enlaces, es el ruido.**

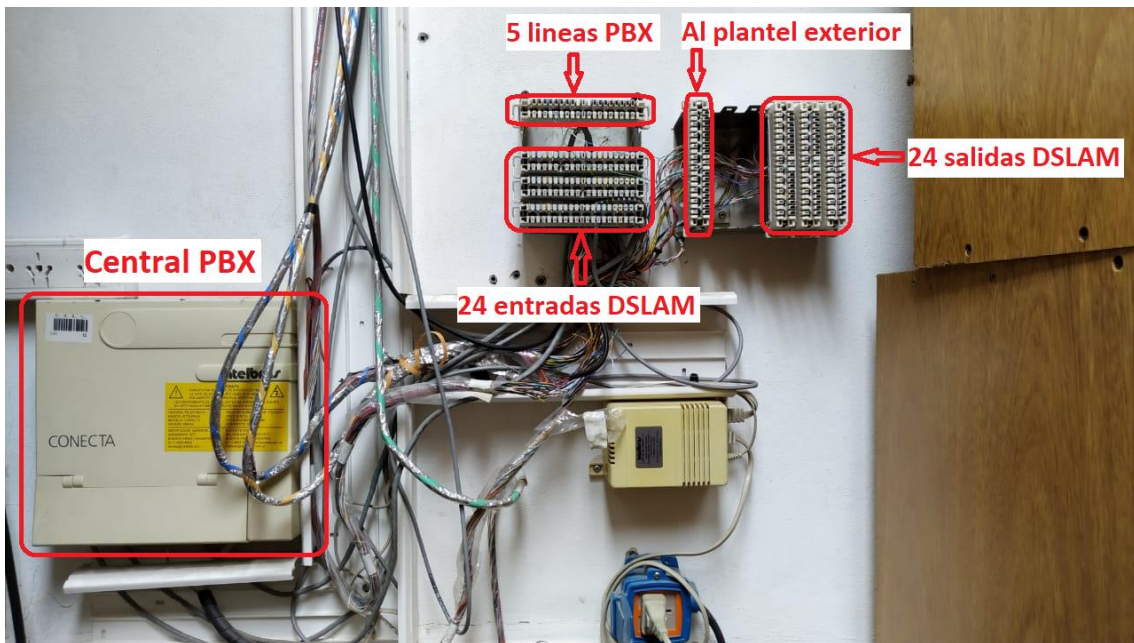
Perfecto, entendemos la tecnología. Sabemos las tasas de transferencia de información, el tipo de enlace (punto a punto) que utilizan los dispositivos para tener acceso a internet, cómo funcionan los esquemas de modulación y demodulación y demás. Llevémoslo a la práctica entonces. El primer paso consiste en entregar “N” dispositivos ATU-R en cada uno de los domicilios de los abonados que contraten el servicio de acceso a internet. Luego, habría que adquirir “N” dispositivos ATU-C para gestionar desde central telefónica, el otro extremo del enlace punto a punto que supone el acceso a internet. Además, deberíamos proporcionar algún mecanismo que permita a los “N” enlaces tener acceso a internet, así como también configurar cada equipo ATU-C para limitar tasas de transferencia en función del servicio contratado y demás. En definitiva, los dos últimos puntos hacen que la tecnología sea excesivamente cara y muy difícil de implementar. Para dar solución a las problemáticas planteadas anteriormente, se desarrolló un dispositivo clave dentro de los sistemas ADSL denominado DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*).

El DSLAM como su nombre lo indica, es un dispositivo multiplexor que permite agrupar en un único chasis, muchos equipos (interfaces) ATU-C para proporcionar acceso a internet a múltiples dispositivos ATU-R. Básicamente es un concentrador de tráfico DSL que permite acceso a la red WAN. Al ser concentrador de muchos enlaces DSL, tiene un software de gestión que permite realizar muchas funciones sobre cada uno de ellos de manera simplificada.

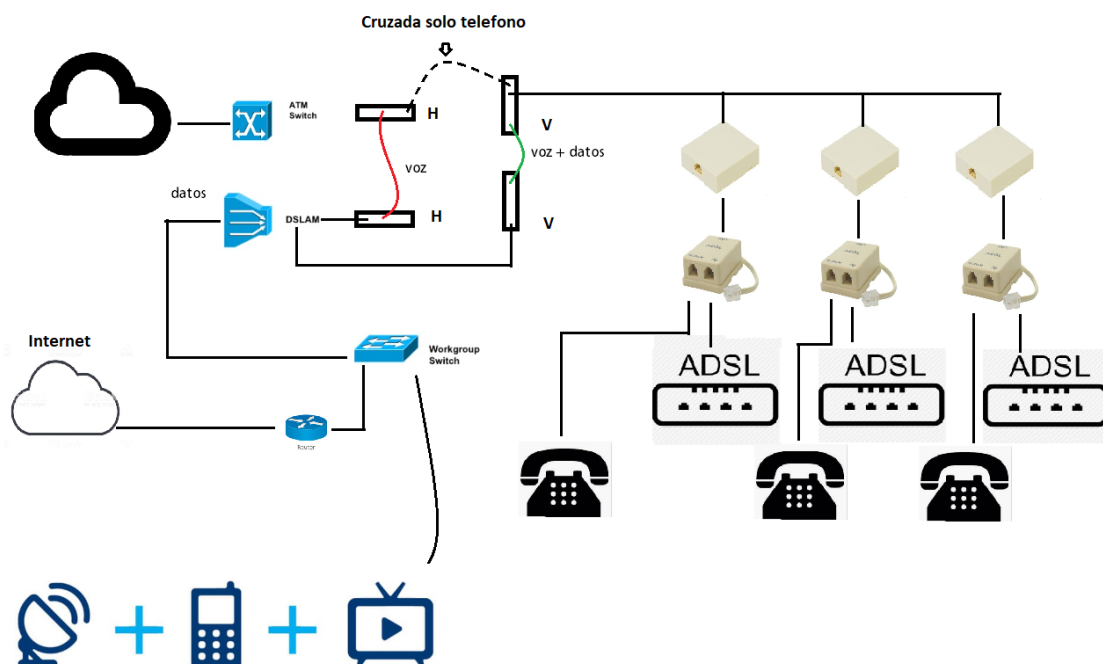


La integración de varios ATU-Cs en un equipo, el DSLAM, es un factor fundamental que ha hecho posible el despliegue masivo del ADSL. **De no ser así, esta tecnología de acceso no hubiese pasado nunca del estado de prototipo dada la dificultad de su despliegue,** tal y como se constató con la primera generación de módems ADSL.

Para ver la implementación practica real, presentamos un ejemplo a continuación. En la primera imagen se encuentra el equipo DSLAM y en la segunda imagen, la central PBX con el repartidor general, así como también los verticales y horizontales del DSLAM.



En el laboratorio de CATV, donde se dispone de una central telefónica privada (PBX), la misma dispone de 5 líneas internas y 3 externas que están directamente conectadas a la central telefónica de la universidad. Estas líneas internas están mapeadas a puertos del DSLAM para poder digitalizarlas y mandar datos más voz a los terminales de trabajo que se encuentran en el lugar. Por último, el DSLAM está conectado a un Switch en donde se conectan otros equipos a una LAN en donde un Router de borde proporciona DHCP en la red 192.168.0.0/24.



Es necesario mencionar que las redes de banda ancha DSL utilizan ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) como tecnología de capa de enlace de datos (Capa 2). De esta manera, la información en protocolo IP (capa 3) se estructura en paquetes ATM (celdas) y el conjunto de celdas obtenidas constituye el flujo de datos que modulan las subportadoras del ADSL DMT. Sin embargo, uno podría decir: “qué curioso, pero que dato de mierda, porque no se para que sirve.” Al utilizar ATM como tecnología de capa 2, es posible definir diferentes enlaces virtuales permanentes sobre el vínculo ADSL entre el ATU-C y ATU-R. De este modo, sobre un enlace físico se pueden definir múltiples conexiones lógicas, cada una de ellas dedicadas a un servicio diferente, proporcionando diversas calidades de servicio. En definitiva, no es un dato poronga. ATM, además de definir múltiples circuitos sobre un enlace ADSL, puede dar un tratamiento diferenciado a cada una de estas conexiones, lo que a su vez permite dedicar el circuito con los parámetros de calidad más adecuados a un determinado servicio (voz, vídeo o datos).

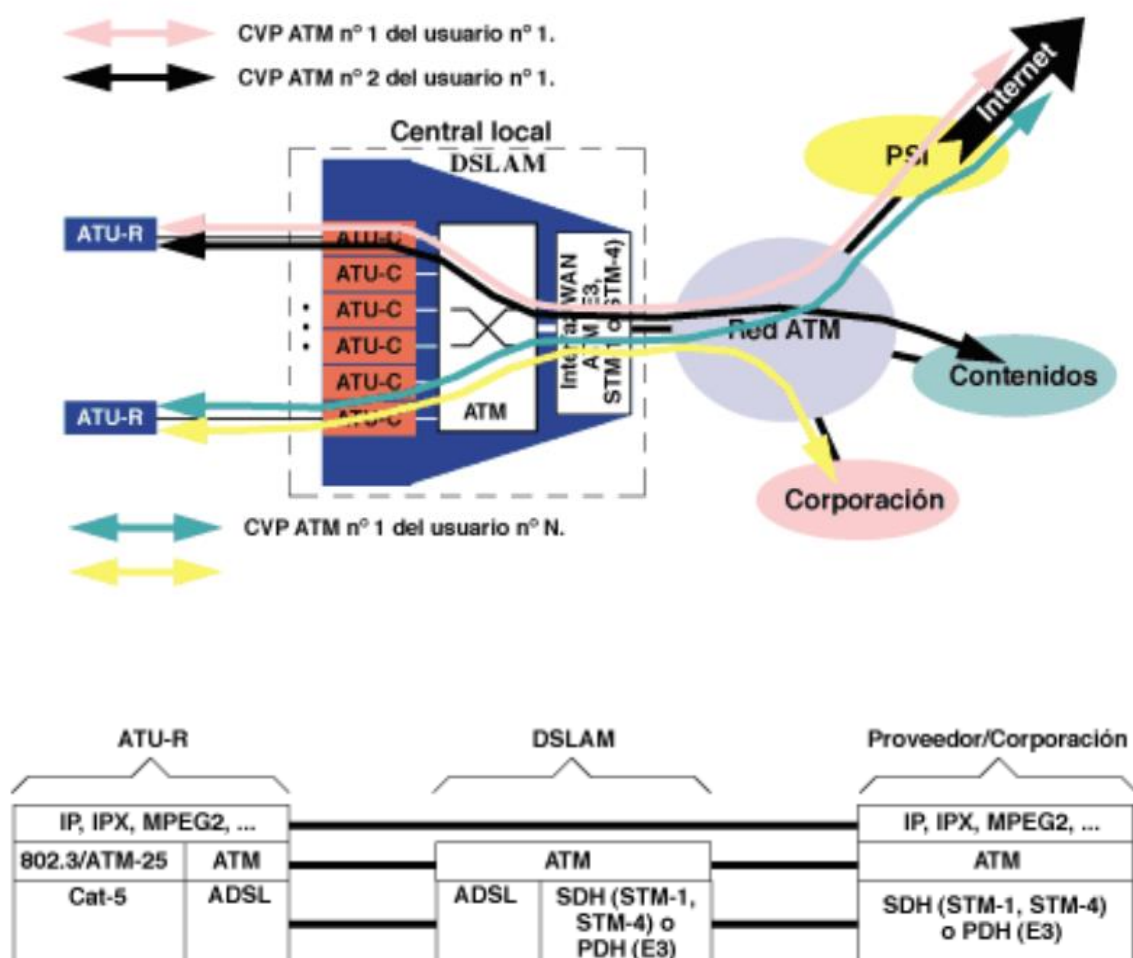
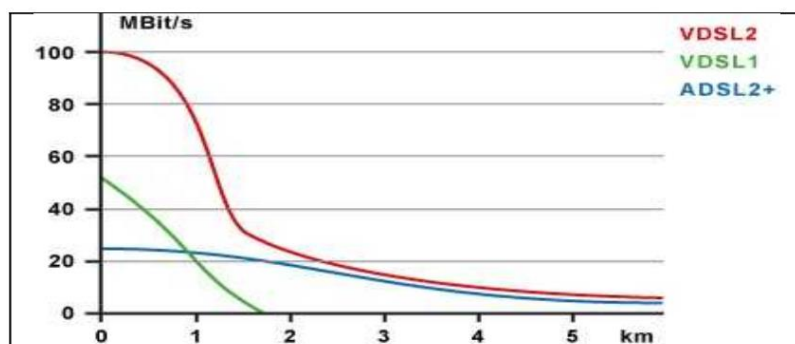


Figura 8: Torre de protocolos con ATM sobre ADSL

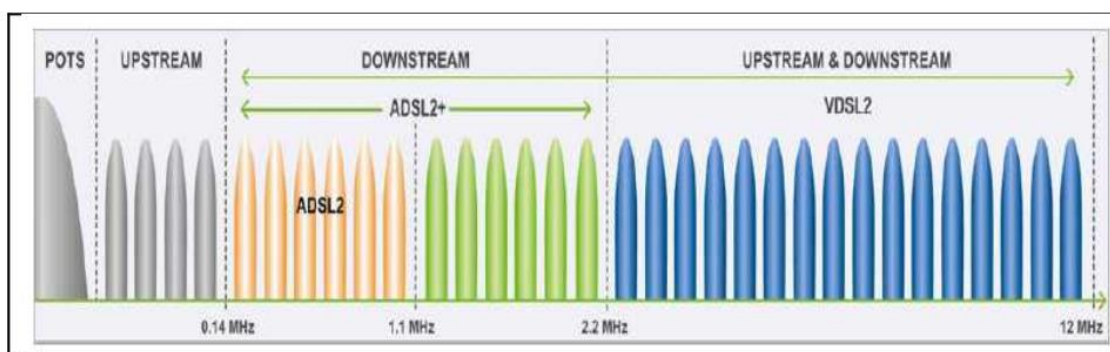
Para cerrar el tema de tecnologías xDSL podemos mencionar que existen diferentes versiones.

- **ADSL básico**
 - Downstream:
 - 8 Mbps (Máximo)
 - Upstream:
 - 1 Mbps (Máximo)

- Región espectral:
 - 24 KHz – 1,1 MHz
- **ADSL2**
 - Downstream:
 - 12 Mbps (Máximo)
 - Upstream:
 - 2 Mbps (Máximo)
 - Región espectral:
 - 24 KHz – 1,1 MHz
 - Gestión de energía eficiente para transmisiones (Evita interferencia sobre otros cablemodem en el DSLAM)
 - Capacidad de adaptar los esquemas de modulación a medida que funciona como resultado de medir la SNR en instantes posteriores a la inicialización del modem
- **ADSL2+**
 - Downstream:
 - 24 Mbps (Máximo)
 - Upstream:
 - 2 Mbps (Máximo)
 - Región espectral:
 - 24 KHz – 2,2 MHz
 - **Solo tiene mejoras frente a ADSL y ADSL2 si la distancia del bucle de abonado es menor a 3 km.**
 - Gestión de energía eficiente para transmisiones (Evita interferencia sobre otros cablemodem en el DSLAM).
 - Capacidad de adaptar los esquemas de modulación a medida que funciona como resultado de medir la SNR en instantes posteriores a la inicialización del modem
- **VDSL**
 - Downstream:
 - 52 Mbps (Máximo)
 - Upstream:
 - 16 Mbps (Máximo)
 - **Solo adquiere mejoras frente a ADSL2 y ADSL2+ si la distancia del bucle de abonado no supera los 300 metros.**
 - **VDSL2 alcanza una velocidad de downlink de 100 Mbits.**



Versión	Ancho de Banda	Tasas máximas Down/Up stream
ADSL	1.1 MHz	8/1 Mbps
ADSL2	1.1 MHz	12/2 Mbps
ADSL2+	2.2 MHz	24/2 Mbps
VDSL	12 MHz	52/16 Mbps
VDSL2	12 MHz	200/100 Mbps



A continuación, adjuntamos un videíto que resume un poquito xDSL.



Redes de área amplia (WAN)

xDSL



Rafael Sebastian
Departamento de Informática
Escuela Técnica Superior de Ingenierías
Universitat de València