

# **FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LAS TELECOMUNICACIONES**



*Este manual ha sido elaborado por los **Servicios de Formación de Telefónica de España S.A.U.** con la colaboración de:*

**Antonio Cabeza Galan**

*perteneciente al Centro Nacional del Servicio de Operaciones (CNSO).*

*Queda prohibida la reproducción total o parcial a cualquier persona o entidad ajena, sin el consentimiento expreso de los citados Servicios de Formación.*

*Madrid, Enero 2.000. (España)*



## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

Este libro ha sido confeccionado como manual para cursos tanto para la iniciación en el conocimiento de la TELEFONÍA como para recordatorio y actualización de personas que tengan conocimientos previos, así mismo también se tratarán temas de reciente aparición en la planta telefónica como la R.D.S.I (Red Digital de Servicios Integrados) o la CONMUTACIÓN DIGITAL.

Iniciaremos el libro con una introducción a la TELEFONÍA, continuando con un breve comentario de los antecedentes históricos de la misma y su posterior desarrollo técnico para finalizar este primer tema con el estudio de las FASES que integran una COMUNICACIÓN. En el tema 2 trataremos los fundamentos de la CONMUTACIÓN TELEFÓNICA, las etapas que la componen y los diferentes tipos de centrales y sistemas que existen en la planta. En el tema 3 veremos como están conectadas las centrales entre sí y que categorías jerárquicas pueden tener. En el tema 4 daremos unas nociones de PLANTA EXTERIOR, es decir como está estructurada la red de cables, así como los diferentes tipos de líneas que constituyen el camino que va desde la red de cables hasta el aparato del usuario. El tema 5 trata sobre el REPARTIDOR PRINCIPAL, lugar donde confluyen por un lado la red de cables y por otro las líneas provenientes de la central y la forma de conectarse entre sí. El tema 6 lo dedicaremos a ver los diferentes modelos de TRANSMISIÓN TELEFÓNICA y en especial a la TÉCNICA MIC y las diferentes fases que la componen. El tema 7 trata sobre la forma de conseguir un mayor rendimiento de los sistemas de transmisión aplicando técnicas de MULTIPLEXACIÓN POR DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO. El tema 8 está dedicado a una de las aplicaciones de la transmisión digital como es la CONMUTACIÓN DIGITAL, estudiando tanto la conmutación ESPACIAL como la TEMPORAL y sus posibles combinaciones y aplicaciones, finalmente dedicaremos el tema 9 a la R.D.S.I., los diferentes tipos de accesos digitales y sus aplicaciones.

Por último, agradecer a los lectores cualquier comentario u observación que nos hagan llegar al respecto, lo que sin duda permitirá mejorar esta documentación en posteriores ediciones.

# ÍNDICE

## **TEMA 1: INICIACIÓN A LA TELEFONÍA.**

### **1.1. DEFINICIÓN DE TELEFONÍA.**

### **1.2. INICIOS DE LA TELEFONÍA.**

1.2.1. Antecedentes históricos.

1.2.2. Desarrollo técnico.

### **1.3. FASES DE UNA COMUNICACIÓN.**

1.3.1. Atención al usuario que llama.

1.3.2. Conexión con el usuario que llama.

1.3.3. Conexión con un elemento "registrador".

1.3.4. Selección.

1.3.5. Comprobación de línea libre.

1.3.6. Envío de corriente de llamada.

1.3.7. Señal de ocupado.

1.3.8. Conexión con el usuario llamado.

1.3.9. Fin de conversación.

## **TEMA 2: CONMUTACIÓN TELEFÓNICA.**

### **2.1. FUNDAMENTOS DE LA CONMUTACIÓN TELEFÓNICA.**

2.1.1. Clases de llamadas.

2.1.2. Etapas de conmutación.

### **2.2. CENTRAL TELEFÓNICA.**

2.2.1. Centrales telefónicas manuales.

2.2.2. Centrales telefónicas automáticas.

2.2.3. Organos que componen el equipo de conmutación.

2.2.4. Clasificación de los sistemas automáticos.

## **TEMA 3: INTERCONEXIÓN DE CENTRALES.**

### **3.1. CONCEPTOS BÁSICOS.**

### **3.2. JERARQUÍA DE LAS CENTRALES.**

3.2.1. Categoría de las centrales.

### **3.3. ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO TELEFÓNICO.**

3.3.1. Red complementaria.

3.3.2. Encaminamientos.

### **3.4. CENTRAL INTERNACIONAL.**

### **3.5. OTRAS CENTRALES.**

## **TEMA 4: PLANTA EXTERIOR.**

#### **4.1. RED DE USUARIO.**

#### **4.2. SECCIONES DE LA RED DE USUARIO.**

- 4.2.1. Cables de alimentación.
- 4.2.2. Cables de distribución.
- 4.2.3. Cables terminales.
- 4.2.4. Línea de acometida.
- 4.2.5. Línea interior.

#### **4.3. TIPOS DE REDES DE USUARIO.**

- 4.3.1. Redes rígidas.
- 4.3.2. Redes flexibles.

### **TEMA 5: REPARTIDOR PRINCIPAL.**

#### **5.1. REPARTIDOR PRINCIPAL.**

#### **5.2. ELEMENTOS DEL REPARTIDOR.**

- 5.2.1. Armazón.
- 5.2.2. Lado horizontal.
- 5.2.3. Lado vertical.
- 5.2.4. Puentes.

### **TEMA 6: TÉCNICAS MIC.**

#### **6.1. OPERACIONES FUNDAMENTALES.**

- 6.1.1. Muestreo.
- 6.1.2. Cuantificación.
- 6.1.3. Codificación.
- 6.1.4. Decodificación y filtrado.

#### **6.2. CANAL M.I.C.**

### **TEMA 7: MULTIPLEXACIÓN POR DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO.**

#### **7.1. M.D.T.**

#### **7.2. MULTIPLEXACIÓN M.I.C. DE 30 CANALES.**

- 7.2.1. Estructura de trama.
- 7.2.2. Alineación de trama.
- 7.2.3. Señalización.
- 7.2.4. Estructura de multitrama.
- 7.2.5. Alineación de multitrama.

#### **7.3. INTERFAZ DE 2 MBITS/SEG.**

## **TEMA 8: CONMUTACIÓN DIGITAL.**

### **8.1. GENERALIDADES DE LA CONMUTACIÓN.**

### **8.2. CONMUTACIÓN ESPACIAL DIGITAL.**

### **8.3. CONMUTACIÓN TEMPORAL.**

### **8.4. CONMUTACIÓN ESPACIO-TEMPORAL.**

### **8.5. APLICACIONES EN LA PLANTA.**

## **TEMA 9: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.**

### **9.1. R.D.S.I.**

### **9.2. ESTRUCTURA GENERAL DE LA R.D.S.I.**

### **9.3. ACCESOS DE USUARIO.**

#### 9.3.1. Acceso básico.

#### 9.3.2. Acceso primario.

### **9.4. PUNTOS DE REFERENCIA.**

### **9.5. CÓDIGOS DE LÍNEA.**

### **9.6. SERVICIOS R.D.S.I.**

#### 9.6.1. Servicios portadores.

#### 9.6.2. Teleservicios.

## **TEMA 1**

# **INICIACIÓN A LA TELEFONÍA**

## **INTRODUCCIÓN**

**En este primer tema vamos a definir el concepto de TELEFONÍA, para continuar con las sucesivas innovaciones técnicas que han ido surgiendo desde sus inicios.**

**Vamos a dividir el tema en dos partes bien diferenciadas: por un lado trataremos el concepto de telefonía y su posterior desarrollo según he comentado en el párrafo anterior, y por otro y una vez asimilados estos conceptos entraremos a analizar las diferentes fases que integran una comunicación telefónica.**

**Los conceptos que vamos a tratar en este tema aunque a alguien le puedan parecer de poca importancia son nociones que toda persona que quiera conocer el mundo de la comunicación telefónica debe saber.**

## **CONTENIDO**

***Definición de TELEFONÍA, consideraciones generales.***

***Inicios de la TELEFONÍA***

*Antecedentes históricos*

*Desarrollo técnico*

***Fases de una Comunicación***

*Atención al usuario que llama*

*Conexión con el usuario que llama*

*Conexión con un elemento “registrador”*

*Selección del usuario llamado*

*Comprobación de línea libre*

*Envío de corriente de llamada*

*Señal de ocupado*

*Conexión con el usuario llamado*

*Fin de conversación*

## 1.1. DEFINICIÓN DE TELEFONÍA.

La palabra telefonía viene de TELE (lejos) y FONÍA (sonidos), por lo que podemos definir la **telefonía** como la ciencia que tiene por objeto la transmisión de sonidos a distancia, estando incluidos en esta ciencia todos los medios y procedimientos empleados para la transmisión, transporte y recepción de sonidos. Por lo tanto, las administraciones telefónicas tienen la obligación de transmitir los sonidos entregados por sus clientes en la dirección que estos les indiquen y con el mínimo deterioro posible.

La telefonía en un principio se basó en la **electricidad** y en la transmisión de **señales eléctricas**, actualmente se han incorporado tecnologías **electrónicas** e **informáticas**.

Según los medios empleados en la transmisión de los sonidos podemos realizar la siguiente clasificación:

- Telefonía Alámbrica (con hilos).
- Radiotelefonía (sin hilos).

## 1.2. INICIOS DE LA TELEFONÍA.

### 1.2.1 Antecedentes históricos.

En 1854 el inventor francés Charles Bourseul planteó la posibilidad de utilizar las vibraciones causadas por la voz sobre un disco flexible o diafragma con el fin de activar y desactivar un **circuito eléctrico** y producir unas vibraciones similares en un diafragma situado en un lugar remoto que reproduciría el sonido original. Algunos años más tarde, el físico alemán Johann Philip Reis inventó un instrumento que transmitía notas musicales pero no era capaz de reproducir la voz humana. En 1877, tras haber descubierto que para transmitir la voz sólo se podía utilizar corriente continua, el inventor norteamericano **Alexander Graham Bell** construyó el primer teléfono capaz de transmitir y recibir voz humana con toda su calidad y su timbre.

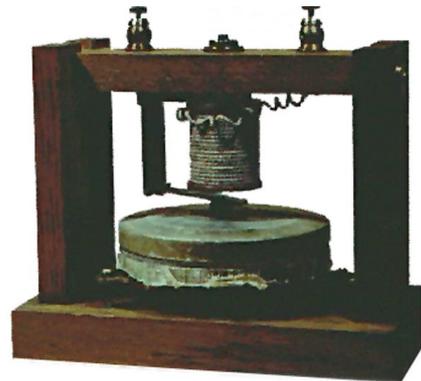


Figura 1.1. Teléfono de Graham Bell

El conjunto básico del invento de Bell estaba formado por un emisor, un receptor y un único cable de conexión. El emisor y el receptor eran idénticos y contenían un diafragma metálico flexible y un imán con forma de herradura dentro de una bobina. Las ondas sonoras que incidían sobre el diafragma lo hacían vibrar dentro del campo del imán. Esta vibración inducía una corriente eléctrica en la bobina que variaba según las vibraciones del diafragma. La corriente viajaba por el cable hasta el receptor, donde generaba fluctuaciones de la intensidad del campo magnético de este, haciendo que su diafragma vibrase y reprodujese el sonido original.

Este tipo de teléfono permitía comunicar a una persona con otra, pero claro sólo a una hora determinada ya que estos equipos iniciales no disponían de ningún dispositivo que avisase que alguien quería establecer una comunicación desde el otro extremo.

### 1.2.2. Desarrollo técnico.

Por lo que hemos visto en el capítulo anterior solamente era posible establecer una comunicación entre dos usuarios, a una hora concertada y con una distancia entre ellos de 2 a 3 Km. como máximo dependiendo de la sección de la línea empleada. Ante las innumerables ventajas y aplicaciones del nuevo invento y la necesidad de comunicar a más distancia se van perfeccionando e



Figura 1.2. Teléfonos antiguos

incorporando nuevos elementos al invento inicial. Ese mismo año se incorporan al teléfono el **timbre** y un aparato para producir corriente para llamar que se denomina **magneto**. Los teléfonos antiguos usaban un único dispositivo como transmisor y receptor, estos equipos eran capaces de reproducir la voz, aunque tan débilmente que eran poco más que un juguete, por lo que fueron evolucionando hacia receptores separados de los transmisores. Esta disposición permite colocar el transmisor cerca de los labios para recoger el máximo de energía sonora y el receptor en el auricular, lo cual elimina los molestos ruidos de fondo.

Una vez comprobadas las ventajas que supuso la comunicación a distancia se empezó a pensar en ampliar el número de interlocutores, por lo que después de estudiarse diferentes opciones y ver los problemas que se presentaban, se solucionó posibilitando la comunicación del usuario que originaba la llamada con cualquier destinatario del colectivo mediante la intervención de otra persona que canalizaba dichas llamadas. Esta función dio origen a la **central telefónica elemental**.

Todas las líneas telefónicas iban a parar a un local equidistante de todos los teléfonos, al objeto de que la distancia sea mínima entre todos, allí por medio de unos dispositivos la operadora detectaba la llamada de uno de los teléfonos, atendía la llamada, “registraba” con quien quería hablar el usuario, llamaba al destinatario y una vez en comunicación los ponía en conversación mediante otros dispositivos llamados **circuitos de cordón**, al finalizar la conversación cualquiera de los usuarios volvía a llamar a la operadora que procedía entonces a quitar el circuito de cordón quedando ambos usuarios en disposición de volver a utilizar el servicio. Todas estas operaciones realizadas por la operadora son lo que se denomina como **telefonía manual**.

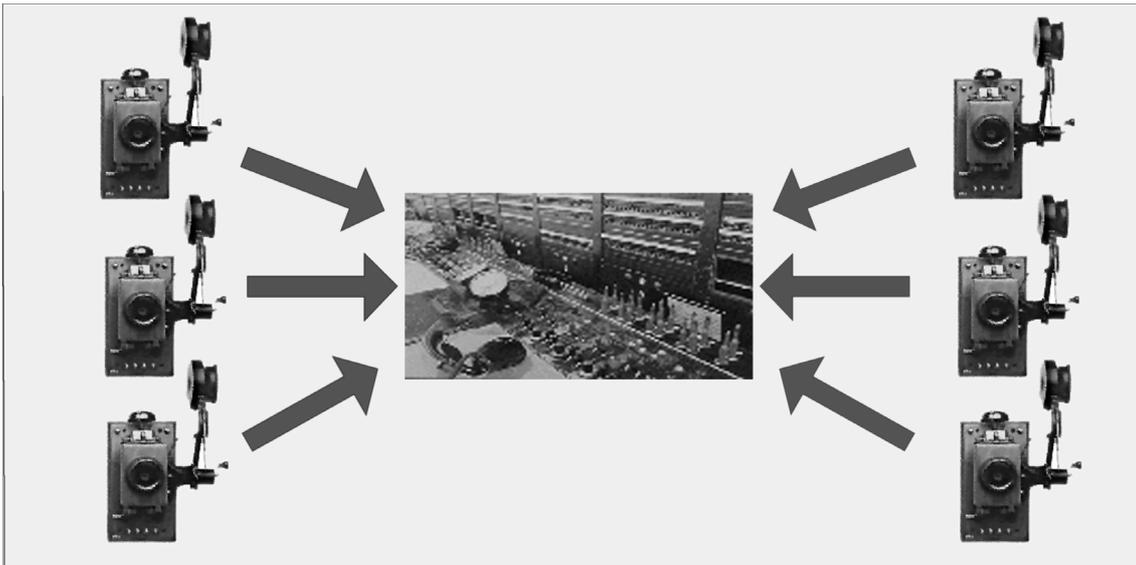


Figura 1.3. Esquema básico de una centralita

Al aumentar el número de teléfonos fue necesario aumentar el número de operadoras por lo que se empezó a complicar tanto técnicamente como en costes la interconexión entre usuarios atendidos por diferentes operadoras. Con el fin de reducir estos costes se empieza a investigar la forma de sustituir la operadora por dispositivos electromecánicos, con lo que aparece lo que conocemos como **telefonía automática**, en la que todas las operaciones realizadas por la operadora hasta ese momento son efectuadas por diversos órganos en la central automática.

### 1.3. FASES DE UNA COMUNICACIÓN.

Según hemos vistos tanto en la telefonía manual como en la automática para poder establecer una comunicación entre dos usuarios telefónicos es necesario pasar por una serie de **fases**, que pasamos a describir a continuación.

#### 1.3.1. Atención al usuario que llama.

Necesitamos un dispositivo que detecte que un usuario quiere conectarse con alguien.

### **1.3.2. Conexión con el usuario que llama.**

Tenemos que indicarle al usuario que llama que estamos en disposición de atenderle, bien de viva voz por medio de la operadora en la telefonía manual o mediante una señal convenida en la automática.

### **1.3.3. Conexión con un elemento “registrador”.**

Elemento que sea capaz de memorizar lo que el usuario solicita, bien por la atención de una operadora o mediante una máquina que registre el número que nos envía el usuario por medio del disco o teclado de su teléfono.

### **1.3.4. Selección.**

Hay que seleccionar entre todos los usuarios aquel con el que quiere conectarse el usuario que llama.

### **1.3.5. Comprobación de línea libre.**

Una vez seleccionado el usuario llamado es necesario comprobar si este se encuentra libre o no.

### **1.3.6. Envío de corriente de llamada.**

En caso de estar libre, indicarle que le llaman mediante el envío de la corriente de llamada.

### **1.3.7. Señal de ocupado.**

En caso de estar ocupado, indicar al usuario que llama esta circunstancia.

### **1.3.8. Conexión con el usuario llamado.**

Es necesario realizar una serie de operaciones cuando descuelgue el usuario llamado:

- Cortar la corriente de llamada.
- Establecer la conexión entre ambos usuarios.
- Realizar la posible tarificación.

### **1.3.9. Fin de conversación.**

Es necesario estar supervisando la comunicación establecida para que cuando esta finalice, proceder a la desconexión de los elementos que han intervenido en la misma para que puedan ser usados en otras futuras conexiones.

## RESUMEN

### **TELEFONÍA:**

Ciencia que tiene por objeto la transmisión del **sonido a distancia**.

Según el medio utilizado para la transmisión, la telefonía se clasifica en **alámbrica** (con hilos) o **inalámbrica** (sin hilos).

La telefonía tiene su origen en el invento de **Graham Bell**. En su **desarrollo técnico** el teléfono ha ido evolucionando desde sólo poder comunicarse por parejas y a una distancia limitada entre ellos y a una hora concertada, a la modificación de sus componentes iniciales (**separación de transmisor y receptor**) y a la aparición de otros nuevos para hacerlo más útil y manejable a los usuarios (**tímbrre, magneto, disco o teclado**, etc.), además de haber eliminado el condicionante de sólo tener una conexión fija entre dos teléfonos conectando todas las líneas telefónicas a un elemento capaz de hacer conexiones desde un usuario a cualquier otro de los conectados. Este elemento conmutador es lo que conocemos como **central telefónica**.

En sus inicios estas centrales eran atendidas por **operadoras** en lo que conocemos como **telefonía manual**, evolucionando posteriormente debido al aumento de usuarios, la complejidad de interconectarlos manualmente y los costes, a la **telefonía automática**, en la que se sustituyen las operadoras por máquinas electromecánicas capaces de realizar las conexiones entre los usuarios de forma automática.

Tanto en la telefonía manual como en la automática para que se establezca una comunicación entre dos usuarios son necesarios una serie de pasos o **fases** por las que tiene que pasar de forma obligada dicha **comunicación**:

- Atención al usuario que llama.
- Conexión con el usuario que llama.
- Conexión de un elemento registrador.
- Selección del usuario llamado.
- Comprobación de línea libre.
- Envío de corriente de llamada.
- Señal de ocupado.
- Conexión con el usuario llamado.
- Fin de conversación.

## **EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

**1.- La telefonía en un principio se baso en:**

- a) La informática.
- b) La electricidad.
- c) La electrónica.
- d) Ninguna de las anteriores.

**2.- El teléfono fue inventado por:**

- a) Charles Bourseul.
- b) Emilie Berliner.
- c) Graham Bell.
- d) Ninguno de los anteriores.

**3.- En los teléfonos iniciales la generación de la corriente de llamada era producida por:**

- a) El receptor.
- b) La bobina.
- c) El timbre.
- d) Ninguna de las anteriores.

**4.- Cortar la corriente de llamada pertenece a la fase de:**

- a) Fin de conversación.
- b) Conexión con el usuario llamado.
- c) Conexión con el usuario que llama.
- d) Ninguna de las anteriores.

**5.- Las fases de una comunicación forman parte de:**

- a) La telefonía manual.
- b) La telefonía automática.
- c) Ambas.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 2**

# **CONMUTACIÓN TELEFÓNICA**

## **INTRODUCCIÓN**

En este tema veremos los fundamentos de la **CONMUTACIÓN TELEFÓNICA**, las etapas que componen la misma y los diferentes tipos de centrales y sistemas que existen en la planta.

## CONTENIDO

### ***Fundamentos de la CONMUTACIÓN TELEFÓNICA.***

#### ***Clases de llamadas***

*Llamada local.*

*Llamada saliente.*

*Llamada entrante.*

*Etapas de concentración.*

#### ***Etapas de conmutación***

*Etapas de distribución.*

*Etapas de expansión.*

*Centrales manuales.*

#### ***Centrales telefónicas***

*Centrales automáticas.*

*Red de conexión.*

#### ***Órganos de una central***

*Unidad de control.*

*Sistemas electromecánicos.*

#### ***Clasificación***

*Sistemas semielectrónicos.*

*Sistemas electrónicos.*

## 2.1 FUNDAMENTOS DE LA CONMUTACIÓN TELEFÓNICA.

Desde los inicios de la telefonía el desarrollo del servicio telefónico experimentó un rápido crecimiento en el número de teléfonos instalados, todos ellos estaban conectados por parejas, por lo que si algún usuario quería tener conexión con más de un usuario tenía que tener tantos aparatos como usuarios con los que quería establecer una comunicación, cuando en realidad nunca podía hablar con todos a la vez, desde ese momento surge la idea de **CONMUTACIÓN**, es decir un **conmutador** que nos permitiera que con un solo teléfono pudiéramos hablar con todos los usuarios de los que nos lleguen líneas.

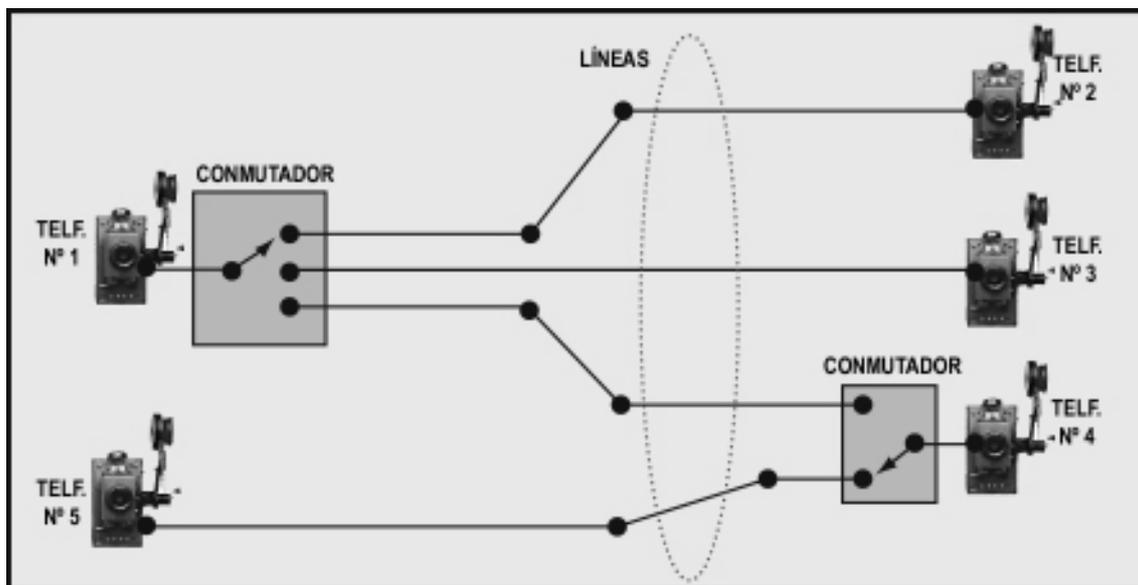


Figura 2.1: Conmutación inicial.

Como podemos observar en la figura 2.1. tanto el teléfono 1 como el 4 disponen de sendos conmutadores que les permiten conectar con las líneas de usuarios que les llegan.

Con este sistema lo que conseguimos es ahorrar teléfonos, pero no líneas, ya que si tenemos 4 líneas, en el caso de no usar conmutadores nos harían falta 8 teléfonos y con los conmutadores con 5 aparatos son suficientes para comunicar a los usuarios.

Al aumentar en número de usuarios y las necesidades de interconexión de estos, los conmutadores que tenían los usuarios se van complicando y lo que era más grave, el gran aumento de circuitos de línea y la poca flexibilidad al no poder conectar todos con todos hacían prácticamente inviable el sistema. Ante todas estas circunstancias se llegó a la conclusión de que lo más práctico era llevar todos los circuitos de línea de los usuarios hasta un lugar equidistante de todos ellos y allí colocar un conmutador que les permitiera comunicarse todos con todos, con el consiguiente ahorro tanto de teléfonos

como de circuitos de línea. Todas estas circunstancias dieron lugar al nacimiento de la **central telefónica**.

### 2.1.1. Clases de llamadas.

Dependiendo de donde van dirigidas las llamadas podemos hacer una clasificación de estas en:

- **Llamada local:** Es aquella en la que tanto el usuario que realiza la llamada como al que va dirigida la llamada pertenecen a la misma central.
- **Llamada saliente:** Es aquella que va dirigida a un usuario que pertenece a una central distinta a la del usuario que llama.
- **Llamada entrante:** Es aquella que realiza un usuario de otra central y va dirigida a un usuario de nuestra propia central.

Los circuitos que nos permiten unir centrales distintas tanto en el caso de la llamada saliente como en la entrante se denominan **enlaces**.

### 2.1.2. Etapas de conmutación.

Como hemos visto una central puede cursar distintas clases de llamadas, por tanto la central tiene que ser capaz de proporcionar unos caminos de conversación para cada tipo de llamadas, esos caminos que nos sirven para establecer estos tipos de llamadas están estructurados en lo que se llaman **etapas de conmutación**.

Dependiendo de la función que realizan y del sentido de la comunicación nos vamos a encontrar tres tipos de etapas en una central de conmutación:

- **Etapas de concentración:** A esta etapa van a estar conectadas todas las líneas de los usuarios por un lado y los caminos de conversación por otro. Como el número de líneas es mayor que el número de caminos, si todos los usuarios quisieran **realizar una llamada** al mismo tiempo no podrían hacerlo por lo que podemos decir que existe una concentración, esto es debido a dos razones fundamentalmente: no todos los usuarios quieren establecer una comunicación al mismo tiempo, por lo que no es necesario proporcionarles camino de conversación y por otro si esto fuera necesario técnicamente sería muy complejo y antieconómico.

- **Etapas de expansión:** A esta etapa al igual que en la etapa de concentración van conectadas las líneas de usuario y los caminos de conversación, conocido esto nos podríamos preguntar la razón de la existencia de estas dos etapas, y no es otra que la siguiente: los órganos físicos donde están conectadas las líneas de usuarios son los mismos en ambas etapas, por lo que vamos a hablar de concentración o de expansión dependiendo de la **dirección de la comunicación**, es decir en caso del usuario que llama,

hablaremos de etapa de concentración y etapa de expansión en caso de **usuario llamado**.

- **Etapa de distribución:** Como hemos visto anteriormente, el usuario esta conectado a las etapas de concentración y expansión dependiendo del sentido de la llamada por un lado y a los caminos de conversación por otro. El conjunto de caminos de conversación forman lo que llamamos etapa de distribución. El objetivo fundamental de esta etapa es proporcionar un camino de conversación que sea capaz de unir a cualquier usuario de la central con cualquier otro usuario de esa central así como con cualquier enlace de salida o llegada.

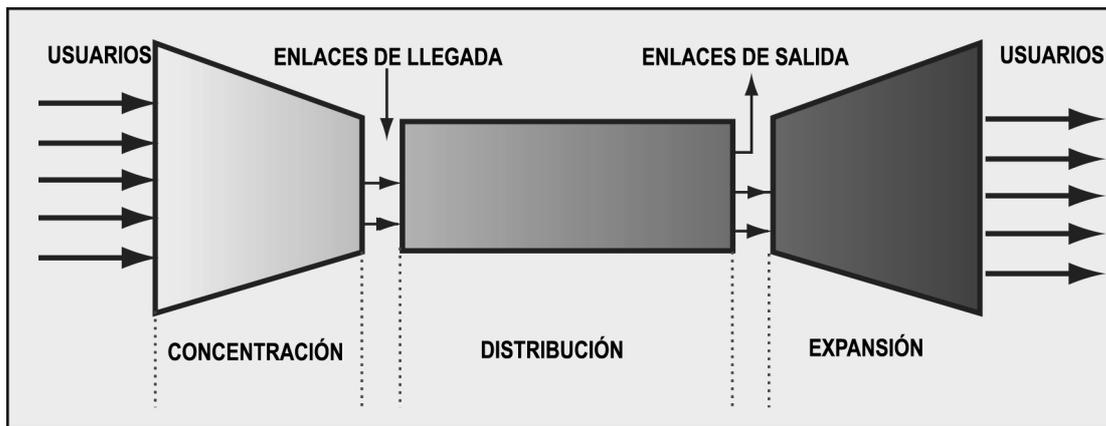


Figura 2.1: Etapas de conmutación.

## 2.1. CENTRAL TELEFÓNICA.

Según lo que hemos visto hasta ahora, podemos hacer una primera definición de **central telefónica** como el lugar donde se realizan las operaciones de conmutación entre los diferentes circuitos de línea correspondientes a cada aparato telefónico.

En función de cómo se realizan las operaciones de conmutación, podemos hacer una primera clasificación de las centrales telefónicas en dos grupos bien diferenciados:

- Centrales **manuales**.
- Centrales **automáticas**.

### 2.2.1. Centrales telefónicas manuales.

Las centrales manuales son aquellas que para establecer una comunicación entre dos usuarios, necesitan de la intervención de una tercera persona, la **operadora**. Tanto el funcionamiento elemental de una central manual, como las fases que integran una comunicación fueron descritas en el tema anterior.

### 2.2.2. Centrales telefónicas automáticas.

Las centrales automáticas son aquellas en las que todas las operaciones efectuadas por la operadora para establecer una comunicación entre dos usuarios, pasan a ser efectuados por diversos dispositivos de forma automática, estos **dispositivos** podrán ser **electromecánicos** o **circuitos integrados digitales** dependiendo de la evolución tecnológica de la central, distinción de la que hablaremos más adelante.

Las **ventajas** de los sistemas automáticos sobre los manuales son: una mayor **rapidez** y **regularidad** en el establecimiento de las comunicaciones, el **secreto** de las conversaciones y el **máximo aprovechamiento** de los enlaces y circuitos disponibles.

### 2.2.3. Órganos que componen el equipo de conmutación.

Podemos clasificar los órganos que componen un equipo de conmutación dependiendo de la función que desempeñan en dos grupos:

- Red de conversación o conexión.
- Unidad de control.

La **red de conversación** o **conexión** es la encargada de soportar el establecimiento físico de las comunicaciones de los usuarios.

La **unidad de control** es la encargada de controlar y supervisar a la red de conversación atendiendo a las peticiones efectuadas por los usuarios.

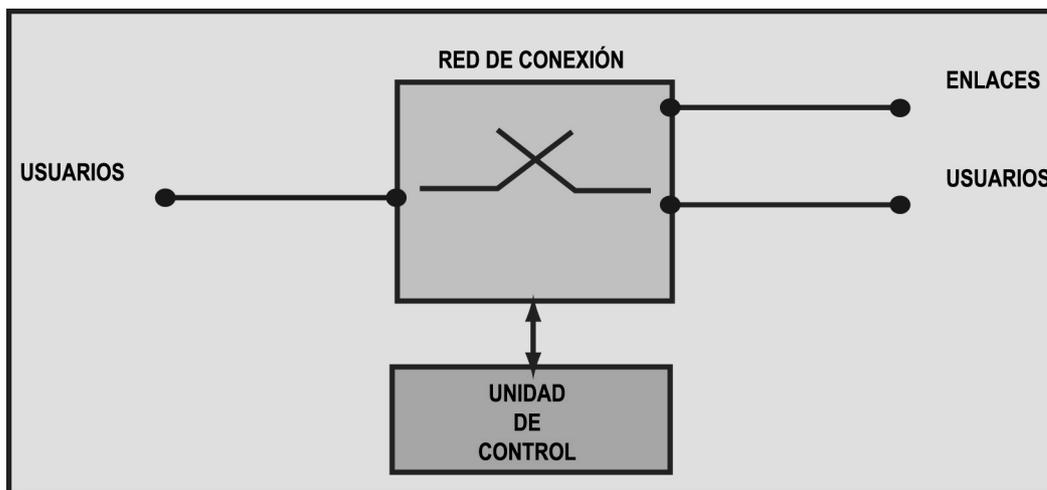


Figura 2.3: Red de conexión y control.

En las centrales manuales la red de conversación esta constituida por los elementos físicos que intervienen en la conmutación, es decir la centralita, y la unidad de control es la operadora.

En las centrales automáticas existe esa misma separación de componentes, la cual se ha ido haciendo más clara y definida conforme han ido evolucionando los sistemas automáticos. Esa evolución ha dado lugar a una diferenciación de estos sistemas dependiendo de la tecnología de los componentes como veremos en el apartado a continuación.

#### **2.2.4. Clasificación de los sistemas automáticos.**

Como hemos comentado en el tema anterior existe una clasificación atendiendo a la tecnología de los componentes utilizados en la red de conexión y en la unidad de control:

- Sistemas **electromecánicos**: Son aquellos en los que tanto la red de conexión como la unidad de control están formados por componentes electromecánicos.
  
- Sistemas **semielectrónicos**: Son aquellos en los que la red de conexión utiliza componentes electromecánicos y la unidad de control componentes **electrónicos**.
  
- Sistemas **electrónicos**: Son aquellos en los que tanto la red de conexión como la unidad de control están formados por componentes electrónicos.

Actualmente se tiende a que todos los sistemas sean electrónicos (**AXE, 1240 y 5ESS**), aunque aun quedan en la planta algunos electromecánicos (**ARF y P-1000**) y semielectrónicos (**MORE**).

## **RESUMEN**

Ante el gran aumento de circuitos de línea y la poca flexibilidad al no poder conectar todos con todos hacen pensar que lo más práctico era llevar todos los circuitos de línea de los usuarios hasta un lugar equidistante de todos ellos y allí colocar un conmutador que les permitiera comunicarse todos con todos, con el consiguiente ahorro tanto de teléfonos como de circuitos de línea. Todas estas circunstancias dieron lugar al nacimiento de la **central telefónica**.

A la central telefónica se conectan **líneas de usuarios** y **enlaces de unión** con otras centrales.

Tipos de centrales:

- **Manuales** (conexión mediante operadora).
- **Automáticas**.

Clases de llamadas:

- **Llamada loca**
- **Llamada saliente**.
- **Llamada entrante**.

Las centrales de conmutación constan de tres etapas de conmutación:

- **Etapas de concentración**.
- **Etapas de distribución**.
- **Etapas de expansión**.

Podemos clasificar los órganos que componen un equipo de conmutación dependiendo de la función que desempeñan en dos grupos:

- **Red de conversación o conexión**.
- **Unidad de control**.

Atendiendo a la tecnología de los componentes usados en la red de conexión y la unidad de control los sistemas automáticos pueden ser:

- **Sistemas electromecánicos** (P-1000, ARF).
- **Sistemas semielectrónicos** (MORE).
- **Sistemas electrónicos** (AXE, 1240 y 5ESS).

## **EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- *El motivo de los conmutadores iniciales en casa de los usuarios era:*

- a) *Ahorro de líneas de usuario.*
- b) *Ahorro de aparatos de teléfono.*
- c) *Ahorro de líneas y aparatos de teléfono.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

2.- *Una central automática tiene dos partes bien diferenciadas que son:*

- a) *Red de conexión y unidad de supervisión.*
- b) *Unidad de conexión y unidad de desconexión.*
- c) *Unidad de control y red de conexión.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

3.- *En una central telefónica las etapas de conmutación son:*

- a) *Concentración, distribución y expansión.*
- b) *Control, supervisión y conmutación.*
- c) *Supervisión, conexión y desconexión.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

4.- *Dependiendo de la tecnología de los componentes los sistemas de conmutación se pueden clasificar en:*

- a) *Manuales, electrónicos y electromecánicos.*
- b) *Electromecánicos, semiautomáticos y automáticos.*
- c) *Electromecánicos, semielectrónicos y electrónicos.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

5.- *En los sistemas semielectrónicos los órganos de la unidad de control son:*

- a) *Electrónicos.*
- b) *Semielectrónicos.*
- c) *Electromecánicos.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

## **TEMA 3**

# **INTERCONEXIÓN DE CENTRALES**

## **INTRODUCCIÓN**

**En este tema vamos a ver: los tipos de centrales existentes en la planta dependiendo de la función que realizan, como están unidas entre sí, como están organizadas a nivel jerárquico, los tipos de áreas que atiende cada central dependiendo de su jerarquía y por último hablaremos de los tipos de encaminamiento del tráfico telefónico.**

## CONTENIDO

- **CONCEPTOS BASICOS.**
- **Tipos de enlaces**
  - Enlaces de salida.*
  - Enlaces de llegada.*
  - Enlaces bidireccionales.*
- **Centrales**
  - Centrales locales.*
  - Centrales de transito (llamada de tránsito).*
- **Jerarquía de las centrales**
  - Central secundaria.*
  - Central local.*
  - Central primaria.*
  - Central terciaria.*
  - Central internacional.*
- **Sección final**
  - Línea de usuario.*
  - Sección primaria.*
  - Sección secundaria.*
  - Sección terciaria.*
  - Sección cuaternaria.*
- **Red complementaria (secciones directas).**
- **Encaminamiento del tráfico telefónico.**
-

### 3.1. CONCEPTOS BÁSICOS.

Como hemos visto en los temas anteriores, a una central telefónica podemos conectar, líneas de teléfonos de usuarios y líneas de unión con otras centrales. Estas líneas de unión con otras centrales, son lo que llamamos **enlaces**. Una primera clasificación de los enlaces puede ser dependiendo del sentido del tráfico que se cursa por ellos:

- **Enlaces de salida:** Por este tipo de enlaces se cursan llamadas de salida de la central, es decir llamadas desde nuestra central hacia otras centrales.

- **Enlaces de llegada:** Estos enlaces son el caso contrario que los de salida, por ellos nos van a llegar llamadas desde otras centrales hacia nuestra central.

- **Enlaces bidireccionales:** Estos enlaces son capaces de actuar tanto como enlaces de salida como de llegada, por lo que por ellos vamos a poder cursar llamadas independientemente de que estas sean entrantes o salientes.

La **central telefónica** es el lugar donde se encuentran los órganos capaces de **conmutar** las líneas de usuario que dependan de ella entre sí o con los enlaces de unión con otras centrales. Según la función que desempeñan las centrales, las podemos clasificar en:

- **Centrales locales:** Son aquellas que facilitan el servicio telefónico a las líneas de usuarios que van conectadas a ellas.

- **Centrales de tránsito:** Son aquellas cuya función es la de interconectar otras centrales entre sí.

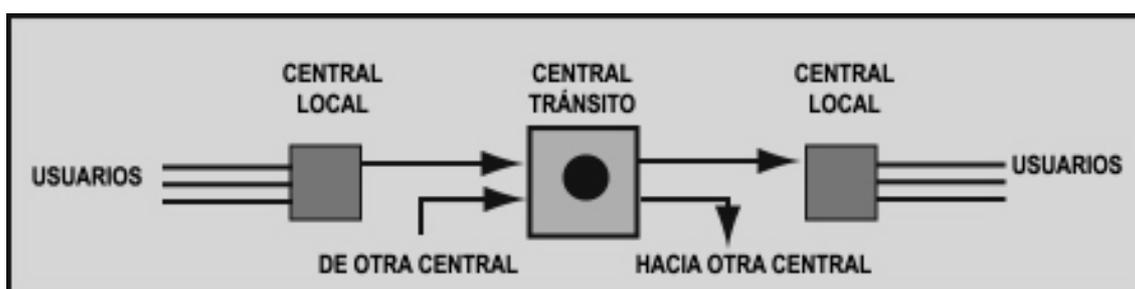


Figura 3.1: Centrales locales y de tránsito.

Viendo esta configuración podemos definir una nueva clase de llamada:

**Llamada de tránsito:** Es aquella que proveniente de una central distinta a la nuestra, tiene como destino un usuario que cuelga de otra central también distinta a la nuestra, con lo que la conmutación que realizamos es entre dos enlaces.

## 3.2. JERARQUÍA DE LAS CENTRALES.

Al igual que cuando hablábamos de los primeros teléfonos y de la forma de interconectarlos, también vimos las dificultades tanto técnicas como económicas que fueron surgiendo conforme fue aumentando el número de aparatos de usuario y la solución del problema que no fue otro que el nacimiento de la **central telefónica**, nos encontramos que conforme va aumentando el número de centrales volvemos a tener los mismos problemas de interconexión que con los teléfonos, y si antes se solucionó con el nacimiento de la central telefónica, la solución a este nuevo problema pasa por volver a definir la función que realizaba la central telefónica hasta entonces, pero no para que conmute líneas de usuario, esta vez lo que tiene que conmutar son los enlaces de las distintas centrales a las que va a estar conectada, esta estructura fue creciendo de forma piramidal según siguió aumentando el número de centrales.

Esta estructura piramidal es lo que conforma la **red jerárquica**, en la que cada central ocupa un escalón de la pirámide y está unida a la central que ocupa el escalón inmediatamente superior e inferior.

### 3.2.1. Categoría de las centrales.

Como en toda red jerárquica, vamos a tener unas centrales situadas en los escalones inferiores y otras en los siguientes hasta llegar al escalón más alto de la pirámide según podemos ver en la figura 3.2.

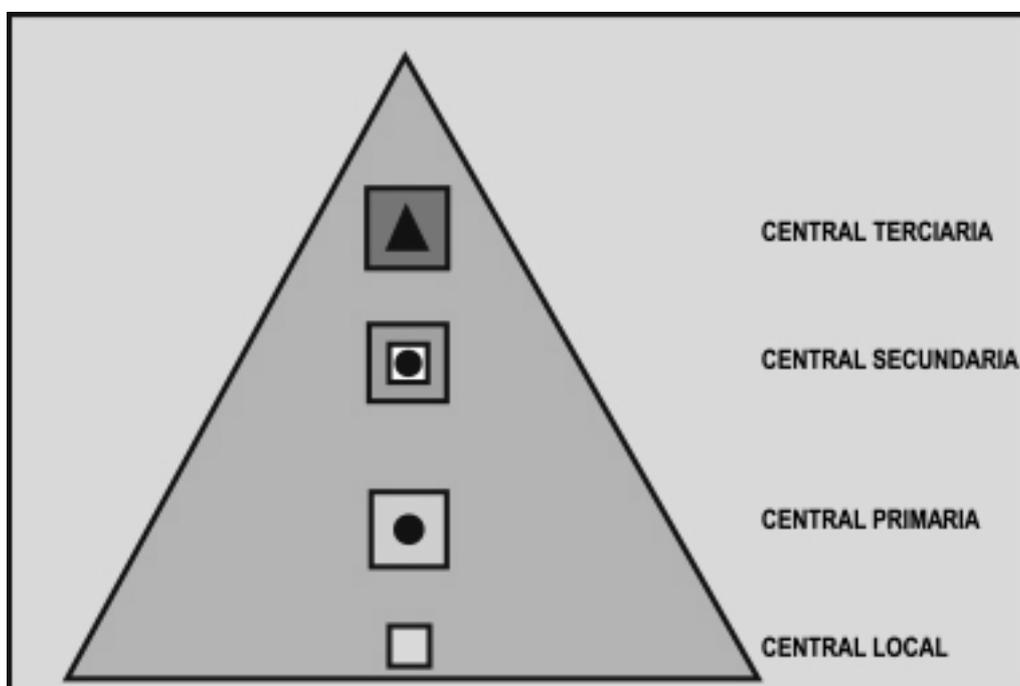


Figura 3.2: Jerarquía y símbolos de centrales.

- **Central local:** Central a la que van conectadas las líneas de usuarios, a las que conmuta entre sí en caso de llamadas locales, encaminando las llamadas salientes hacia la central primaria de la que depende. El área que atiende una central local se denomina **área local**.

- **Central primaria:** Central a la que se conectan los circuitos de enlace de las centrales locales que dependen de ella. El área que atiende una central primaria se denomina **área primaria**. La central primaria depende a su vez de una central secundaria.

- **Central secundaria:** Central a la que se conectan los circuitos de enlace de las centrales primarias que dependen de ella. El área que atiende una central secundaria se denomina **área secundaria**. La central secundaria depende a su vez de una central terciaria. Normalmente el área secundaria coincide con la provincia.

- **Central terciaria:** Son las centrales con mayor jerarquía de la red, a la que se conectan las centrales secundarias que dependen de ellas. El área que atiende una central terciaria se denomina **área terciaria**. Estas centrales también se conocen como centrales **nodales**.

- **Central internacional:** Estas centrales aunque no pertenecen a la red jerárquica son las encargadas de cursar todas las llamadas internacionales con origen o destino en esta red.

### 3.3. ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO TELEFÓNICO.

Como hemos visto en el punto anterior tenemos perfectamente definida una red jerárquica la cual nos va a permitir la comunicación entre un usuario y cualquier otro independientemente de las centrales a las que estén conectados ambos. El camino que se establece entre los dos usuarios siguiendo la red jerárquica se denomina **ruta final**, estando formada esta por lo que se llaman **secciones finales**, en la figura 3.3. podemos ver los diferentes tipos de secciones finales que existen.

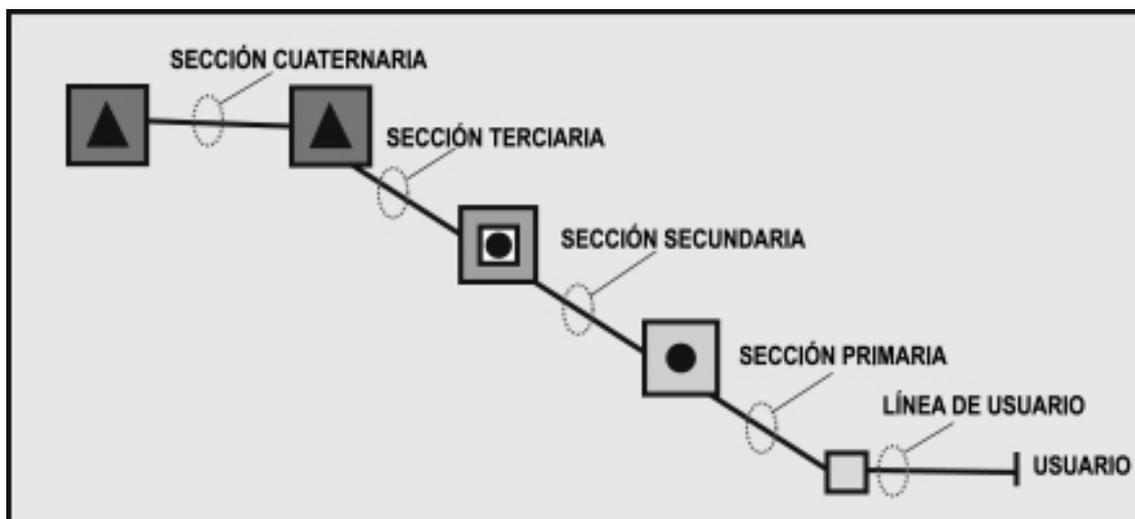


Figura 3.3: Secciones finales.

### 3.3.1. Red complementaria.

Normalmente la estructura de la red sigue el modelo de red jerárquica que hemos visto en los apartados anteriores, pero también y tomando en cuenta motivos como la alta densidad de tráfico y para mejor aprovechamiento de la red, existe lo que se llama red complementaria. Si en la red jerárquica tenemos las secciones finales, en la red complementaria nos vamos a apoyar en las secciones directas.

Las secciones directas son aquellas que van a conectar entre sí dos centrales que según el modelo de red jerárquica, no deberían estar unidas directamente. No obstante sólo se permite que exista sección directa entre dos centrales que tengan el mismo rango jerárquico o difieran una de otra un nivel. Por ejemplo: una central primaria sólo podrá tener secciones directas con otras primarias, con secundarias y con centrales locales.

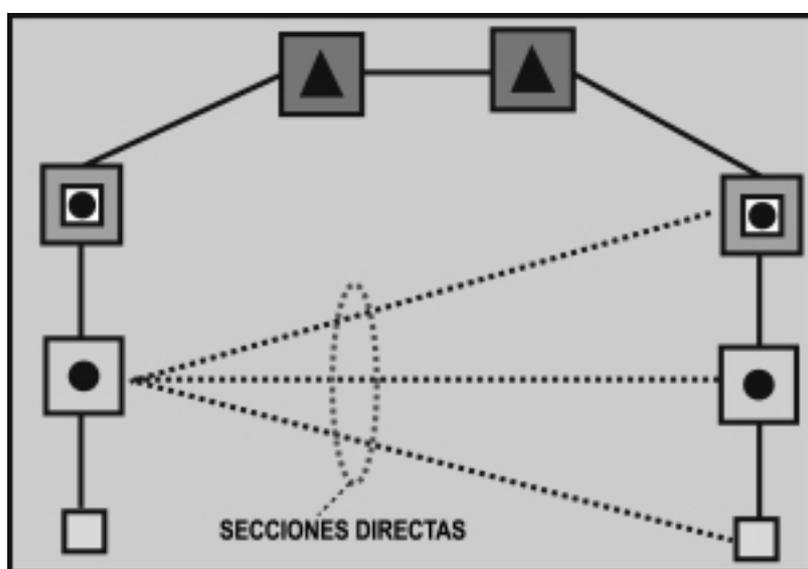


Figura 3.4: Secciones directas.

Solamente se permitirán saltos de nivel mayores cuando la central desempeñe funciones de varias categorías a la vez, es decir: una central terciaria, que a su vez tenga funciones de secundaria y primaria, puede tener secciones directas incluso con centrales locales dada su función de primaria.

Una aplicación de las secciones directas se da en lo que se conoce como **áreas multicentrales**, que es aquella en la que en una misma población, y debido a su gran número de usuarios nos encontramos que para poder dar el servicio telefónico son necesarias más de una central local, estas centrales locales además de estar unidas a su primaria correspondiente, suelen estar conectadas entre sí por secciones directas. A las poblaciones o zonas donde sólo existe una central local para atender a sus usuarios, se las denominan **áreas unicentrales**.

### 3.3.2. Encaminamientos.

El encaminamiento de una comunicación entre dos centrales se va a realizar: por medio de secciones directas, o bien por las secciones finales haciendo los tránsitos necesarios en la red jerárquica.

Hasta hace poco tiempo existía cierta rigidez a la hora de encaminar o modificar el tráfico telefónico dadas las limitaciones en la capacidad de proceso de las centrales electromecánicas, actualmente las centrales electrónicas son fácilmente programables a la hora de efectuar cambios, pudiendo efectuar infinidad de variaciones de encaminamiento del tráfico en función de múltiples condicionantes: origen, categoría, teleservicio, etc. tanto del usuario llamante como el llamado. Así como de poder efectuar infinidad de variantes de direccionamiento del tráfico por porcentajes, alternativas, dobles, etc.

## 3.4. CENTRAL INTERNACIONAL.

Las centrales internacionales son las encargadas de conmutar todas las llamadas con origen o destino en cualquier país del mundo con la red nacional. No forman parte de la red jerárquica, aunque están conectadas normalmente con las centrales terciarias. En la figura 3.5. podemos ver el símbolo con el que son representadas.



Figura 3.5: Símbolo de la central internacional.

## 3.5. OTRAS CENTRALES.

Además de las centrales pertenecientes a la red jerárquica de Telefónica, existen otras centrales como son:

- **Centrales para telefonía móvil:** Estas centrales dan el servicio telefónico a los llamados “**teléfonos móviles**”, para ello se apoyan en una serie de centros remotos o “**estaciones base**”.

- **Centrales de otras Operadoras:** Debido a la **liberalización** de las telecomunicaciones, van surgiendo **nuevas Operadoras**, las cuales aunque en gran medida hacen uso de la red de Telefónica, también poseen su red de centrales.

La **conexión** de estas centrales **con** las de la red jerárquica de **Telefónica** se hace por medio de las “**Centrales Frontera**”, normalmente una Secundaria o Terciaria.

## RESUMEN

Las centrales están unidas entre sí por los enlaces, los cuales dependiendo del tipo de tráfico que por ellos se cursen, se pueden clasificar en:

- Enlaces de salida.
- Enlaces de llegada.
- Enlaces bidireccionales.

Debido al crecimiento del número de líneas de usuario, y por consiguiente el del número de centrales, se nos vuelve a plantear un problema parecido al que teníamos en los inicios de la telefonía, como era el de poder interconectar a todos los usuarios, pero esta vez con las centrales de esos usuarios, con lo que para solucionarlo se crean lo que se denominan las centrales de tránsito.

La red jerárquica es una estructura piramidal en la que cada central ocupa un escalón de la pirámide, y está unida a la central que ocupa el escalón inmediatamente superior e inferior. Las centrales que forman la red jerárquica son:

- Central terciaria.
- Central secundaria.
- Central primaria.
- Central local.

El camino que se establece entre dos usuarios siguiendo la red jerárquica se denomina ruta final, estando formada esta por lo que se llaman secciones finales. Las secciones finales dependiendo la categoría de las centrales a las que unen son:

- Sección cuaternaria.
- Sección terciaria.
- Sección secundaria.
- Sección primaria.
- Línea de usuario.

Para un mejor aprovechamiento de la red, existe lo que se llama la red complementaria, que se apoya en las secciones directas. Estas secciones van a conectar centrales que según el modelo de red jerárquica, no deberían estar unidas directamente, aunque con la premisa de que estas centrales no difieran entre sí más de un escalón.

## **EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- Las líneas que unen una central telefónica con otra se denominan:

- a) Líneas de usuario.
- b) Circuitos de cordón.
- c) Enlaces.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.- El camino que une a dos usuarios a través de la red jerárquica se define como:

- a) Ruta directa.
- b) Ruta final.
- c) Ruta alternativa.
- d) Ninguna de las anteriores.

3.- A la central terciaria también se la llama:

- a) Central nodal.
- b) Central de tránsito.
- c) Central coaxial.
- d) Ninguna de las anteriores.

4.- Una sección secundaria de la red jerárquica une una central secundaria con otra central:

- a) Local.
- b) Secundaria.
- c) Primaria.
- d) Ninguna de las anteriores.

5.- Para un mejor aprovechamiento de la red dada la rigidez de la red jerárquica, existe la red complementaria que está basada en:

- a) Secciones finales.
- b) Secciones directas.
- c) Secciones terminales.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 4**

# **PLANTA EXTERIOR**

## **INTRODUCCIÓN**

**Como hemos visto en los temas anteriores, en la central telefónica se van a realizar las operaciones para efectuar las conmutaciones necesarias, con el fin de que un usuario se pueda interconectar con cualquier otro usuario, ya sea de su propia central o de cualquier otra central, pues bien una vez efectuadas las operaciones ya mencionadas, necesitamos un conjunto de elementos que nos permita la conexión entre los equipos de usuario y la central telefónica a la que pertenecen.**

## **CONTENIDO**

### **RED DE USUARIO.**

#### **Características:**

*Suficiente.  
Elástica.  
Flexible.  
Económica.  
Buena calidad de transmisión.*

#### **Secciones:**

*Línea exterior.  
Línea de acometida.  
Línea interior.*

#### **Estructura en tramos:**

*Cable terminal.  
Cable de alimentación.  
Cable de distribución.  
Línea de acometida.  
Línea interior.*

#### **Tipos de redes de usuario:**

*Redes rígidas.  
Redes flexibles.*

## 4.1. RED DE USUARIO.

Se entiende por **red de usuario** al conjunto de elementos que sirven para **enlazar eléctricamente al usuario con la central telefónica** a la que pertenece.

La **red de usuario o línea de usuario** ha de **cumplir** ciertas **condiciones** que garanticen su correcta utilización y funcionamiento, ya que estas líneas no van de forma directa y única a los usuarios:

- **Suficiente:** Debe cubrir las necesidades de las peticiones de altas de nuevos usuarios, incluidas las futuras según el estudio demográfico previo para el periodo en que se ha diseñado.

- **Elástica:** Capaz de poderse amoldar al desarrollo telefónico en periodos sucesivos, sin que los elementos instalados deban ser retirados en gran medida.

- **Flexible:** Que se adapte al desarrollo real, a pesar de que dicho desarrollo sufra desequilibrios frente a lo prefijado.

- **Económica:** Capaz de compensar los intereses del capital invertido, con el mínimo gasto de conservación.

- **Con suficiente calidad de transmisión:** La línea de usuario debe tener una buena calidad de transmisión de forma que cumpla las características exigidas por los estamentos normativos (UIT, Ministerio de Fomento, etc.).

## 4.2. SECCIONES DE LA RED DE USUARIO.

La red de usuario está estructurada en tramos desde que parte del repartidor principal de la central, hasta que llega al aparato telefónico del usuario.

Estos tramos son:

- **Línea exterior:** Este tramo abarca, partiendo de la **central hasta la caja terminal**, en este recorrido el par del usuario se encuentra físicamente ubicado en conjuntos de cables de gran capacidad. A su vez, la línea exterior se subdivide en dos secciones como son los **cables de alimentación y los de distribución**.

- **Línea de acometida:** Es un cable individual que une la **caja terminal con el conector** situado a la entrada del domicilio del usuario.

- **Línea interior:** Cable que une el **conector con el PCR**, todo ello dentro del domicilio del usuario.

#### 4.2.1. Cables de alimentación.

Red de **cables**, normalmente de **gran capacidad**, que partiendo de la **galería de cables de la central**, se ramifica por todo el área de esta y termina en el **lateral**.

Se denomina **lateral** al punto desde donde se sale al pie de un poste o fachada, mediante la utilización de uno o dos tubos, es decir el lateral sirve para **prolongar los cables subterráneos hacia el exterior**.

En las poblaciones pequeñas, la instalación del cable de alimentación es totalmente aérea, grapeados por las fachadas o soportados por líneas de postes.

En las poblaciones más importantes, las exigencias urbanísticas y el **gran tamaño** de los **cables** que es preciso utilizar, obligan a que en gran parte o en su totalidad, tengan que ir **subterráneos**, especialmente en las proximidades de las centrales que es donde existe una mayor concentración de pares.

Para ello se utilizan conducciones o **canalizaciones subterráneas**, construidas por bloques multitubulares. Ocasionalmente, también se ubican cables en galerías de servicios municipales o de otras entidades.

Todos estos medios de conducción subterránea ofrecen la ventaja de permitir instalar, sustituir o reparar cables sin necesidad de abrir zanjas, y levantar y reponer pavimentos, con los inconvenientes que ello supone. Por ello, el cable directamente enterrado en el suelo, no se emplea en poblaciones salvo casos excepcionales.

**A lo largo de las canalizaciones** se intercalan pequeños locales subterráneos, **separados entre sí no más de 200 m** accesibles desde la calle denominados **cámaras de registro**. En estas cámaras es donde se **empalman** unos cables con otros, donde se instalan las bobinas de carga y desde ellas se accede al **lateral**. Al **conjunto de cables de alimentación** se le denomina **red de alimentación**.

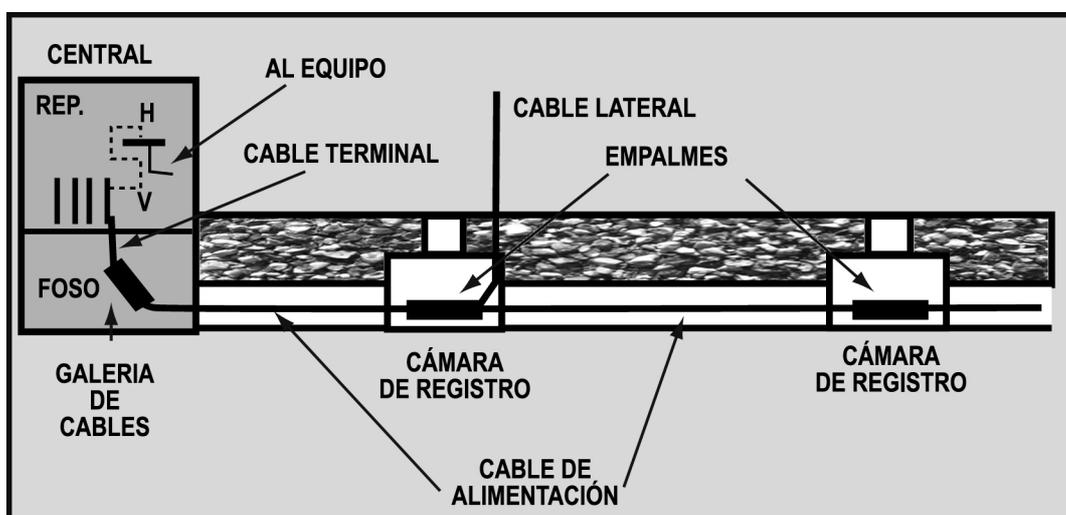


Figura 4.1: Red de alimentación.

#### 4.2.2. Cables de distribución.

La red de alimentación, se ramifica en las cámaras de registro, y a través de los **conductos laterales** aflora al exterior en cables, que por ser de menor tamaño pueden ir, por líneas de postes, grapeados por fachadas o por el interior de los edificios. Este conjunto de cables constituye la **red de distribución**.

A su vez, estos cables menores se ramifican, **terminando** sus extremos en **órganos de interconexión**, que cortan físicamente los conductores que proceden de la central.

Estos órganos de interconexión son las **cajas terminales** para un número de pequeño pares y a la intemperie o las **cajas de conexión** con mayor número de pares y en el interior de edificios.

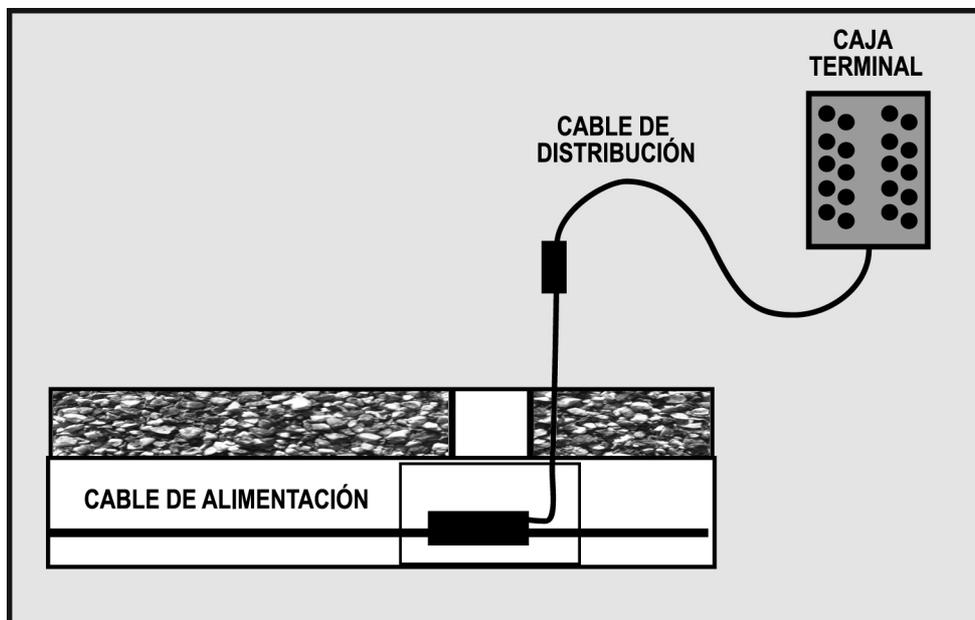


Figura 4.2: Red de distribución.

#### 4.2.3. Cable terminal.

El cable terminal está situado en la galería de cables de la central y une los cables de alimentación con el repartidor principal.

#### 4.2.4. Línea de acometida.

Es el **cable individual** que une el **órgano de interconexión** con el **conector** situado a la entrada del domicilio del usuario.

En caso de instalación a la intemperie, ya sea por fachadas o líneas aéreas, o bien por canalizaciones subterráneas, existen diversos tipos de cable de acometida que se adaptan a las condiciones del medio donde están instalados (cable de acometida con malla metálica para protegerlo de los roedores en canalizaciones, acometida bimetálica de gran resistencia para

fachada e instalaciones aéreas), en todos los casos el cable de acometida está recubierto de un plástico especial de color negro que preserva a los conductores del interior de los cambios de temperatura y humedad sin perder sus características eléctricas.

El conjunto de líneas de acometida forma lo que se denomina **red de dispersión o acometidas**.

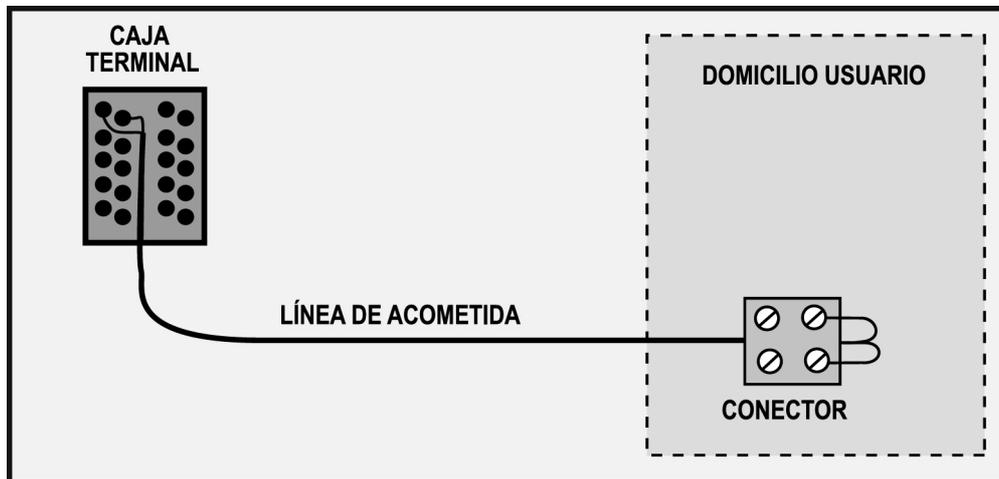


Figura 4.3: Línea de acometida.

#### 4.2.5. Línea interior.

Está constituida por el hilo de instalación interior que va **desde** el **conector** a la entrada del domicilio del usuario **hasta** el **P.T.R.** (Punto de Terminación de Red).

Este hilo está compuesto por dos conductores de cobre de 0,5 mm. de diámetro, con una cubierta de plástico de color crema marfil y que se instala por los conductos de servicio telefónico o grapado o pegado por la pared en domicilio del usuario.

Al P.T.R. va conectada la instalación propia del usuario, de la cual cuelgan los equipos telefónicos que pueda tener este.



Figura 4.4: Línea interior.

### 4.3. TIPOS DE REDES DE USUARIO.

Atendiendo a como están estructuradas y a la continuidad eléctrica de los conductores, las redes de usuario se pueden clasificar en:

#### 4.3.1. Redes rígidas.

Son aquellas en las que todos los conductores se prolongan eléctricamente desde el repartidor hasta el punto de distribución (caja terminal) mediante empalmes cerrados.

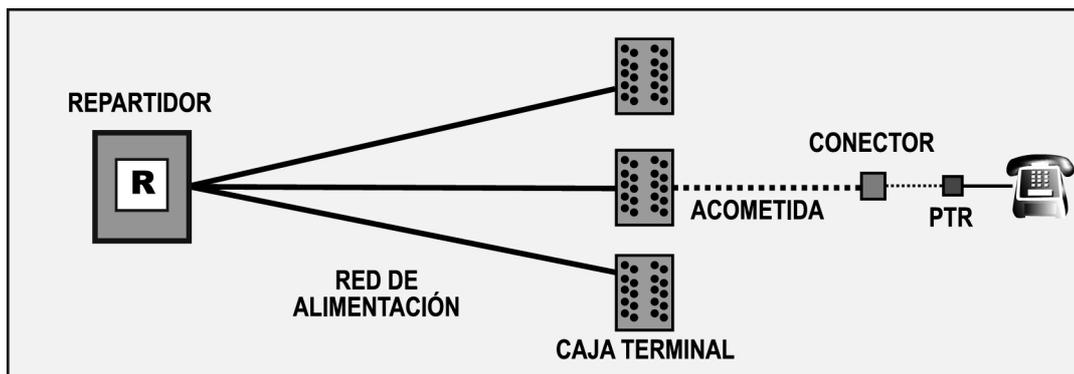


Figura 4.5: Esquema de una red rígida.

#### 4.3.2. Redes flexibles.

Son las que están divididas en dos secciones distintas, de alimentación y de distribución, mediante un punto de interconexión se hace que cualquier par de la red de alimentación se pueda conectar a cualquier otro de la red de distribución.

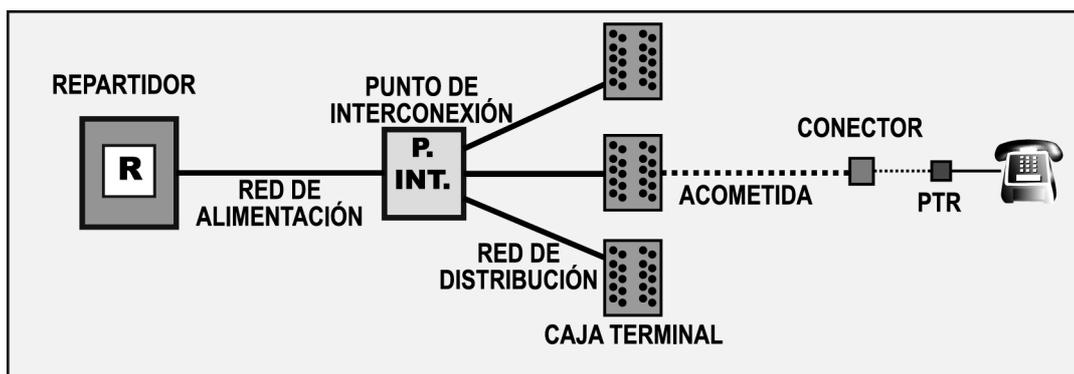


Figura 4.6: Esquema de una red flexible.

## RESUMEN

La **red de usuario** es el conjunto de elementos que permite la **conexión eléctrica entre los equipos de usuario con la central** a la que pertenecen, de forma que **cada uno tiene asignado un circuito para su uso exclusivo**.

Los elementos básicos que componen una red de usuario son:

- **Cable terminal:** Une los cables de alimentación con el repartidor.
- **Cable de alimentación:** Une el cable terminal con los cables de distribución o los puntos de interconexión.
- **Cable de distribución:** Por un extremo se une al cable de alimentación y por otro acaba en los puntos de distribución.
- **Punto de interconexión:** Es un elemento que por medio de hilos puente o dispositivos similares permite conectar un par de la red de alimentación con cualquier otro par de la red de distribución.
- **Punto de distribución:** Es el punto a partir del cual se distribuyen los pares individuales que van a los domicilios de los usuarios.
- **Línea de acometida:** Es la parte comprendida entre el punto de distribución y el conector en el inmueble del usuario.
- **Línea interior:** Cable interior que une el conector con el P.T.R.

Las redes de usuario se pueden clasificar en:

- **Redes rígidas:** Son aquellas en las que los conductores se prolongan eléctricamente mediante empalmes cerrados desde el repartidor hasta el punto de distribución.
- **Redes flexibles:** Son aquellas en las que la red de alimentación está unida a la red de distribución por medio de los puntos de interconexión.

**EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- *La red de usuario de una central telefónica debe ser:*

- a) *Suficiente, flexible, elástica y económica.*
- b) *Suficiente, flexible, elástica y con buena calidad de transmisión.*
- c) *Suficiente, flexible, elástica, económica y con buena calidad de transmisión.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

2.- *Llamamos red de usuario:*

- a) *A la línea exterior del usuario.*
- b) *Al conjunto de elementos que sirven para unir al usuario con la central.*
- c) *Al conjunto de elementos que sirven para unir a la central con el conector.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

3.- *El punto de interconexión une:*

- a) *Las líneas de acometida con la red de distribución.*
- b) *Las líneas de acometida con la red de alimentación.*
- c) *La red de distribución con la red de alimentación.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

4.- *En una red rígida no existen:*

- a) *Puntos de distribución.*
- b) *Puntos de interconexión.*
- c) *Punto de terminación de red.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

5.- *En una red flexible no existen:*

- a) *Puntos de distribución.*
- b) *Puntos de interconexión.*
- c) *Punto de terminación de red.*
- d) *Ninguna de las anteriores.*

## **TEMA 5**

# **REPARTIDOR PRINCIPAL**

## **INTRODUCCIÓN**

En los temas anteriores hemos visto por un lado los equipos de conmutación que tenemos en las centrales y las funciones que estos desempeñan, es decir lo que se llama PLANTA INTERIOR, y por otro lado, la red de usuario que nos sirve para hacer llegar hasta los usuarios el servicio telefónico, en lo que hemos venido a denominar PLANTA EXTERIOR.

Según lo expuesto, necesitamos un elemento que nos sirva de “frontera” y unión a la vez entre la planta interior y la planta exterior, ese elemento es el REPARTIDOR PRINCIPAL, el cual vamos a estudiar en este tema.

## CONTENIDO

### ***REPARTIDOR PRINCIPAL.***

- *Generalidades.*

### ***ELEMENTOS QUE LO COMPONEN.***

- *Armazón.*
- *Lado horizontal.*
- *Lado vertical.*
- *Regletas.*
- *Puentes.*

## 5.1. REPARTIDOR PRINCIPAL.

El **repartidor principal** se encuentra ubicado en la planta baja de la central de conmutación, es el órgano que se encarga de realizar la **conexión entre la planta exterior y el equipo de conmutación**. Su función principal es la de hacer que cualquier par de la red de usuario se pueda interconectar con cualquier circuito de línea del equipo de conmutación.

En **centrales** grandes, es decir centrales de **más de 10.000 líneas**, existe normalmente **debajo del repartidor** y a todo lo largo del mismo, una sala denominada **galería de cables**, de dimensiones suficientes para manipular con ellos y en la que está instalado un armazón metálico especial sobre el que se apoyan los cables de alimentación que entran a través de conductos desde el exterior, los cuales se empalman a los cables terminales que suben al repartidor.

Cuando las **centrales** son de **menor capacidad**, la galería se contrae a una simple cavidad en el suelo de la sala donde está el repartidor, denominándose **foso de cables**. En algunos casos, y en **centrales muy pequeñas**, incluso puede prescindirse del foso de cables, de forma que los **empalmes** se realizan **en el propio repartidor**.

## 5.2. ELEMENTOS DEL REPARTIDOR.

Para poder realizar la función para la que ha sido concebido, el repartidor principal consta de los siguientes elementos:

### 5.2.1. Armazón.

El armazón es una estructura metálica destinada al soporte de los demás elementos que constituyen el repartidor. Sobre esta estructura van a ir montadas las regletas en las que se van a conectar los pares procedentes de la red y los circuitos de línea procedentes del equipo, así como otra serie de regletas de elementos que podemos llamar auxiliares o misceláneos.

### 5.2.2. Lado horizontal.

El **lado horizontal** dispone de una serie de elementos de conexión (**regletas**) dispuestos en sentido horizontal, de hay su nombre, a los que van **conectados** los **circuitos** de línea procedentes **del equipo de conmutación**.

Consta de 13 o 14 niveles que se designan por letras, A,B,C,D, etc., empezando por la parte superior.

En las centrales electromecánicas las regletas del lado horizontal están rotuladas con el número de teléfono por el que empieza y termina cada regleta con el fin de hacer más fácil su localización.

En las centrales digitales (AXE, 1240 y 5ESS), las regletas del lado horizontal van a ir rotuladas con los números del primero y último de los circuitos de línea que se conectan a cada regleta.

En estos sistemas no debemos confundir número de circuito de línea con número telefónico, aunque cada circuito de línea tenga asociado un número telefónico, ya que en este tipo de centrales el concepto de número de teléfono es un concepto software, y es necesario efectuar una asociación entre circuito de línea y número de teléfono, por lo que sí queremos conocer el número de teléfono que tiene asignado un circuito de línea en concreto será necesario consultar el libro de asignación del repartidor, o bien pedirlo directamente al sistema por medio de un terminal informático.

En el lado horizontal además de las regletas que hemos citado antes, también se montan otro tipo de regletas para diversos usos y servicios como, emisores de impulsos de 12 Khz. y 50 Hz, hilo musical, alarmas, escuchas de la policía y otra serie de órganos auxiliares.

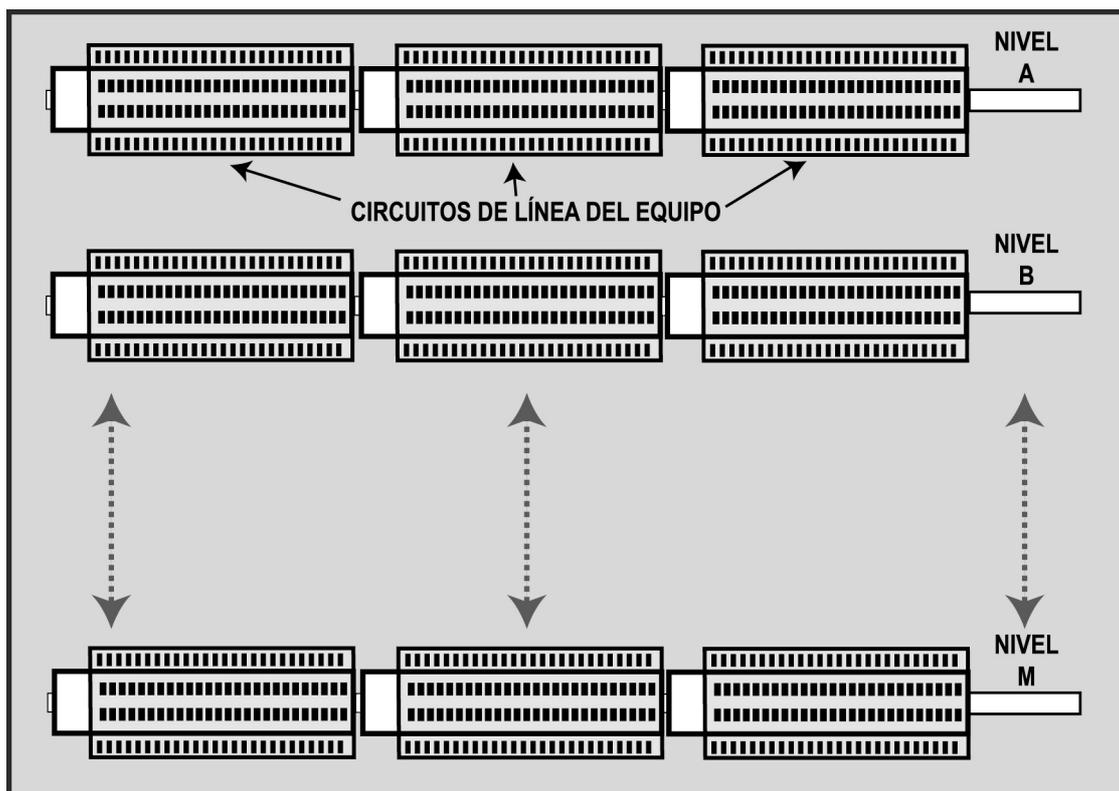


Figura 5.1: Lado horizontal.

Como puede verse en la figura 5.1. las regletas están montadas en posición horizontal, conectando por la parte inferior de estas los circuitos de línea del equipo. Todas las regletas poseen unos jacks de corte y prueba que nos permite aislar mediante tapones el equipo de conmutación del repartidor.

### 5.2.3. Lado vertical.

Constituido en la **parte opuesta al horizontal**, y con sus **elementos de conexión dispuestos de forma vertical en columnas**, en los que se realiza la **terminación de los pares de planta exterior**.

Según esto los cables terminales se van a ir conectando a las regletas situadas en las columnas del lado vertical del repartidor ordenándose por grupos, de esta forma conociendo el grupo y par de un usuario cualquiera, tendremos localizada su posición sin ningún tipo de error. En las regletas esta rotulado el grupo que se conecta a ellas, así como la numeración de los pares que tiene cada regleta.

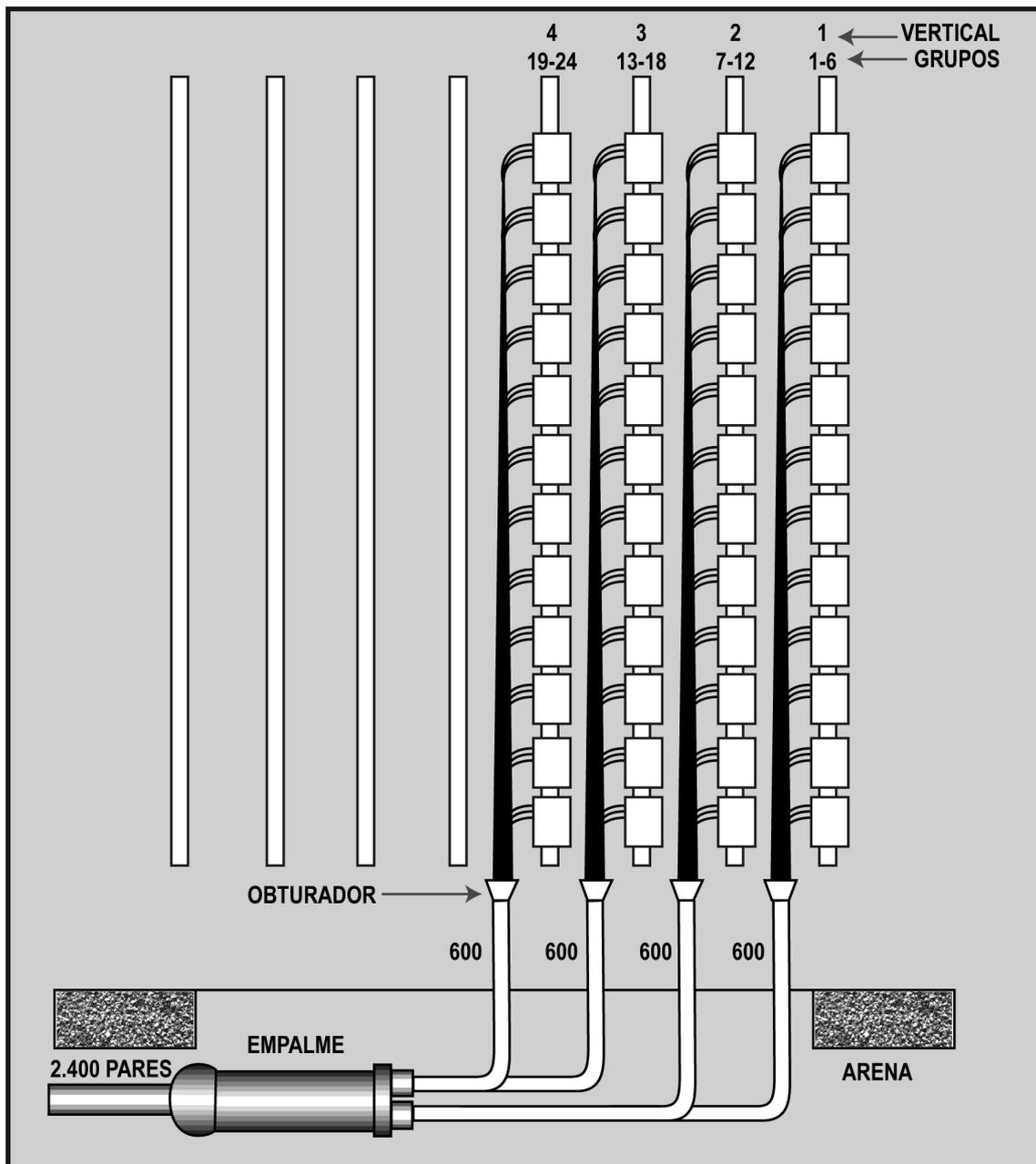


Figura 5.2: Lado vertical con regletas V-600.

La unidad básica de planta exterior es el **par**, es decir, pareja de conductores que nos sirven para llevar el servicio telefónico hasta el equipo del usuario, estos se van agrupando de 100 en 100 para formar lo que se conoce como **grupo**, los cuales se van a empezar a numerar a partir de 1, y cada grupo tiene los pares del 1 al 100 más un par adicional que se conoce como **par piloto**, y que sirve para uso exclusivo del personal encargado del mantenimiento e instalación de la red de usuario.

Dependiendo del modelo de regleta montado en los verticales, estos van a tener la posibilidad de conectar más o menos pares por vertical.

En la figura 5.2. se han montado **regletas** del tipo **V-600**, estas regletas tienen una **capacidad de 50 y 52 pares**, por lo que a **cada vertical** se conectan **606 pares** (6 grupos de 100 pares cada grupo, más sus respectivos pares piloto).

En la parte superior de la figura podemos observar dos numeraciones, la superior hace referencia al **número de vertical**, y la inferior al número de los grupos que entran en ese vertical.

Actualmente con el fin de un mejor aprovechamiento del espacio se montan regletas **V-1200**, con lo que conseguimos conectar en **cada vertical 1212 pares** (12 grupos de 100 pares cada grupo, más sus respectivos pares piloto) con el mismo número de regletas (12) y en el mismo espacio.

Al igual que las regletas del lado horizontal, tanto las regletas del tipo V-600 como las V-1200 tienen jacks que nos permiten aislar el repartidor de la red de cables.

Dependiendo de las características de la red de usuario (**zonas rurales, líneas en tendidos aéreos**, etc.), en el **lado vertical** además de las **regletas** ya mencionadas se van a instalar otras **con elementos protectores** contra descargas atmosféricas, sobretensiones y posibles contactos con líneas de energía eléctrica, con el fin de proteger nuestras instalaciones de estos posibles eventos.

#### 5.2.4. Puentes.

Como hemos visto en los puntos anteriores, por una parte a las regletas del lado horizontal y por su parte inferior se conectan los circuitos de línea que vienen del equipo de conmutación, y por otra, en las regletas del lado vertical los pares de la red de usuario.

Una vez visto esto, es lógico pensar que necesitamos “algo” que nos permita **unir el lado horizontal con el vertical**, pues bien ese “algo” no es otra cosa que un par de hilos que se conectan por un lado a la parte superior de las regletas del horizontal y por otro a las regletas del vertical y que se denominan “**puentes**”, con los que conseguimos conectar eléctricamente los circuitos de línea con sus pares correspondientes.

Estos **puentes** de unión entre las regletas verticales y horizontales se realizan mediante **hilo incombustible bifilar** por caminos preestablecidos **a través del armazón** del repartidor.

Normalmente los puentes tienen un conductor de color negro y el otro de color blanco, salvo en el caso de puentes especiales (servicios especiales, escuchas, microfónicas, etc.) en los que uno es azul y el otro amarillo.

Cada vez que efectúe un **“alta”** de un nuevo usuario será necesario tender un puente de este tipo, al igual que en el caso de una **“baja”** tendremos que desmontar el puente.

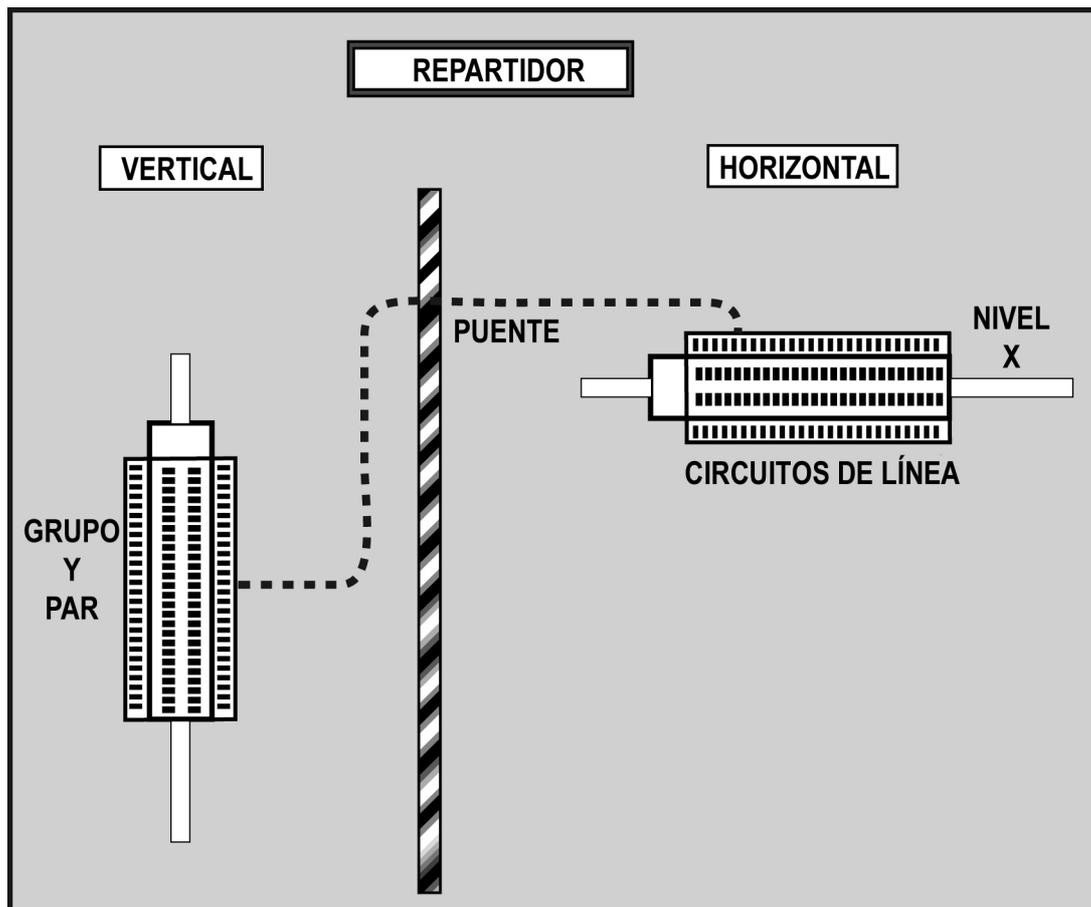


Figura 5.3: Puentes.

## RESUMEN

*El **repartidor principal** es el elemento **frontera** entre la **Planta Exterior** o Red de Usuario y la **Planta Interior** o Equipos de conmutación.*

*El **repartidor** se monta **sobre la galería de cables**, con el fin de conectar a él los cables terminales provenientes de dicha galería.*

*Dependiendo del número de líneas de la central, esta va a disponer de galería de cables, foso de cables, o sencillamente los empalmes se van a realizar en el propio repartidor.*

*Para realizar esta función de frontera entre ambas plantas, consta de los siguientes elementos:*

*- **Armazón:** Estructura metálica que sirve de esqueleto al resto de elementos que constituyen el repartidor.*

*- **Lado Horizontal:** Conjunto de regletas montadas sobre el armazón de forma horizontal, y a las que se van a conectar por su parte inferior los circuitos de línea que vienen del equipo de conmutación.*

*- **Lado Vertical:** Conjunto de regletas montadas sobre el armazón de forma vertical, y las que se van a conectar por su parte lateral los cables de la red de usuario.*

*- **Puentes:** Parejas de hilos conductores que sirven para unir las regletas del lado horizontal con las del lado vertical a través de caminos preestablecidos sobre el armazón.*

*Las regletas **V-600** tienen una capacidad de 50, 52 pares, con lo que montándolas en el lado vertical, conseguimos una capacidad de **606 pares por vertical**.*

*Actualmente y para un mayor aprovechamiento del espacio se montan regletas del tipo **V-1200**, con lo que conseguimos una capacidad de **1212 pares por vertical** en el mismo espacio.*

**EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

**1.- El elemento "frontera" entre la planta interior y exterior es:**

- a) El repartidor intermedio.
- b) El repartidor de interconexión.
- c) El repartidor principal.
- d) Ninguna de las anteriores.

**2.- Los circuitos de línea del equipo de conmutación se conectan a:**

- a) Las regletas en el lado horizontal.
- b) Las regletas en el lado vertical.
- c) Las regletas de protectores.
- d) Ninguna de las anteriores.

**3.- Los pares de la red de usuario se conectan a:**

- a) Las regletas en el lado horizontal.
- b) Las regletas en el lado vertical.
- c) Las regletas de prueba.
- d) Ninguna de las anteriores.

**4.- Los elementos de protección, sí son necesarios, se montan en:**

- a) Las regletas en el lado horizontal.
- b) Las regletas en el lado vertical.
- c) Las regletas de prueba.
- d) Ninguna de las anteriores.

**5.- Las regletas que se montan actualmente en los repartidores son las:**

- a) V-300.
- b) V-120.
- c) V-1200.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 6**

# **TÉCNICAS MIC**

## **INTRODUCCIÓN**

**La manera más habitual de aplicar las técnicas MIC a los canales vocales convierte a estos en flujos digitales de 64 Kbits/s.**

**El objetivo principal de este tema es que comprendamos como un canal vocal analógico es convertido en una señal digital de 64 kbits/seg. y viceversa, de manera que estas señales puedan ser transmitidas con las ventajas de la transmisión digital: calidad y economía.**

## CONTENIDO

- **OPERACIONES FUNDAMENTALES.**
- *El muestreo.*
- *La cuantificación:*
  - Cuantificación uniforme.*
  - Cuantificación no uniforme*
- *Error de cuantificación.*
- *La codificación.*
- *La ley A de codificación de segmentos.*
- *Decodificación y filtrado.*
- **CANAL MIC.**

## 6.1. OPERACIONES FUNDAMENTALES.

La **modulación por impulsos codificados MIC** o **PCM** (Pulse Code Modulation), es el procedimiento más utilizado en telefonía para **convertir** una **señal analógica** en **digital** y viceversa.

Esta conversión se basa en tres operaciones fundamentales: **muestreo**, **cuantificación** y **codificación**.

### 6.1.1. Muestreo.

El proceso mediante el cual se transforma una señal analógica en una serie de **impulsos de distinta amplitud**, llamados **muestras**.

De acuerdo con la teoría de la información, si queremos enviar una señal de frecuencia  $f$  de un punto a otro, **no es necesario transmitir la señal completa**. Es suficiente transmitir muestras (**trozos**) de la señal tomadas, por lo menos, a una velocidad doble de la frecuencia máxima de la señal. Esto es lo que se conoce con el nombre de **teorema de muestreo**.

Así, por ejemplo, para transmitir una señal de frecuencia máxima de 4 KHz, es suficiente con tomar muestras a una velocidad de 8 KHz, o más elevada.

En estas condiciones, en el terminal distante se puede reconstruir la señal original a partir de sus muestras.

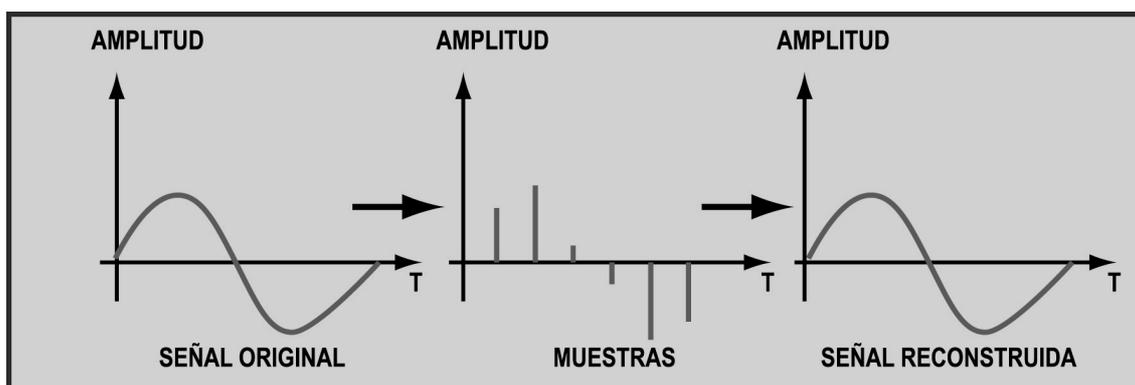


Figura 6.1: Principio del muestreo.

La rapidez, o frecuencia con que se toman las muestras se llama **frecuencia de muestro** ( $f_m$ ), pudiéndose expresar en número de **muestras por segundo** o en **hercios**.

El **muestreo ideal no** es físicamente realizable. En la práctica, una muestra es una medida del valor instantáneo de una señal, pero tomada durante un tiempo que es muy corto comparado con el tiempo entre dos muestras consecutivas. A este tipo de muestreo se le llama **muestreo real**.

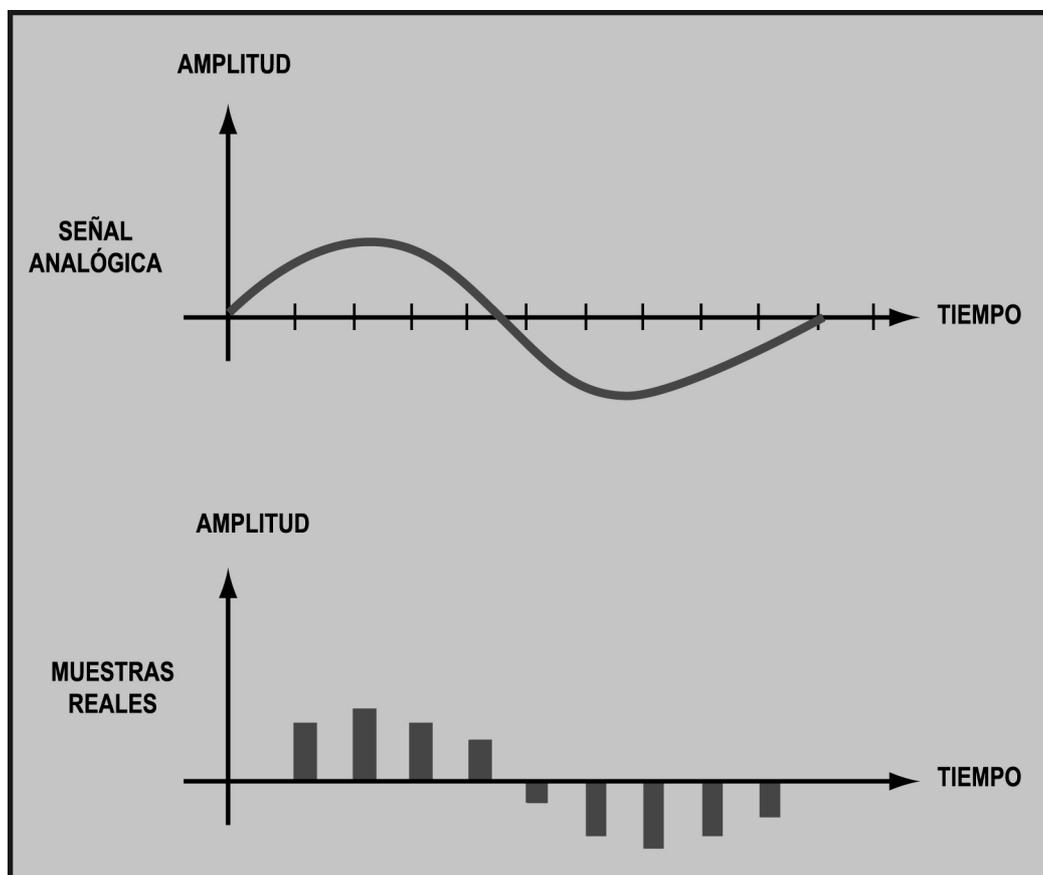


Figura 6.2: Muestreo real.

Después del muestreo, la señal obtenida es un **tren de impulsos**, cada uno de los cuales tiene una amplitud igual al valor que tenía la señal en el instante del muestreo. En el caso del muestreo real, la muestra no se toma en un instante, sino durante un cierto tiempo.

Visto esto, podemos considerar el **muestreo** como un **proceso de modulación en amplitud de un tren de impulsos**. Por eso, a la señal muestreada se la llamaba algunas veces señal **M.I.A.** (Modulación de Impulsos en Amplitud) o en inglés **P.A.M.** (Pulse Amplitude Modulation).

El muestreo se efectúa siempre a un ritmo uniforme, que viene dado por la frecuencia de muestreo  $f_m$ .

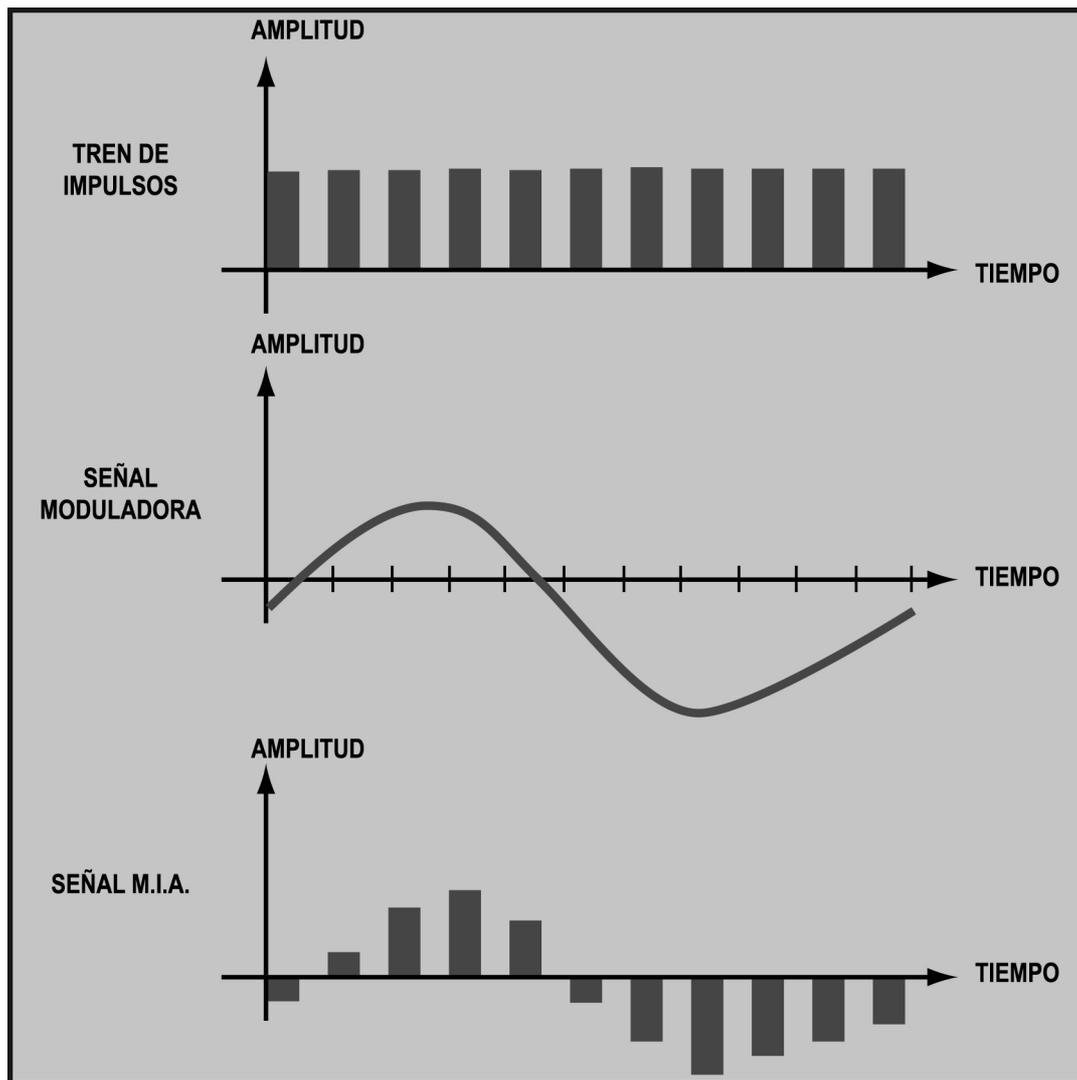


Figura 6.3: Muestreo por modulación de impulsos en amplitud.

La condición que debe cumplir  $f_m$  viene dada por el **teorema del muestreo** que, para el caso de una señal que como la señal vocal contiene distintas frecuencias, se puede enunciar de la siguiente forma:

**Si una señal contiene únicamente frecuencias inferiores a  $f_{max}$  queda completamente determinada por muestras tomadas a una velocidad igual o superior a  $2 f_{max}$ .**

De acuerdo con el teorema del muestreo, las señales telefónicas de frecuencia vocal (de **300 a 3400 Hz**), se han de muestrear a una frecuencia igual o superior a 6800 Hz ( $2 \times 3400$ ). En la práctica, se toma una **frecuencia de muestreo de 8000 Hz**. Es decir, se toman 8000 muestras por segundo, con una separación entre muestras consecutivas de una misma señal de 125  $\mu$ s, que es el **periodo de muestreo**.

$$T = 1/8000 = 0,000125 \text{ seg.} = 125 \mu\text{s}$$

### 6.1.2. Cuantificación.

La cuantificación es el proceso mediante el cual se **asignan valores discretos**, a las amplitudes de las muestras obtenidas en el proceso de muestreo. Tras la cuantificación las muestras serán de tipo **digital**, ya que sólo podrán tener un **número finito de valores**.

Ya hemos visto que las muestras obtenidas en un muestreo real tienen una duración o anchura finita, pero su amplitud puede tomar infinitos valores comprendidos entre el valor 0 y el valor más alto de la señal a muestrear.

Sin embargo, se puede utilizar un número finito de valores discretos para representar de forma aproximada la amplitud de las muestras. Para ello, toda la **gama de amplitudes** que pueden tomar las muestras, o **gama de funcionamiento**, se divide en **intervalos iguales** y a todas las muestras cuya amplitud cae dentro de un intervalo, se les da el mismo valor.

Este proceso se denomina **cuantificación**, y a cada intervalo en que se ha dividido la gama de funcionamiento se le llama **intervalo de cuantificación**. Así pues, lo que se hace en el proceso de cuantificación es asignar a cada muestra el intervalo de cuantificación que le corresponde.

Dentro de una determinada gama de funcionamiento, cada intervalo de cuantificación está limitado por **dos valores de decisión**. Los valores de decisión situados en los extremos de la gama de funcionamiento se llaman **valores virtuales de decisión**, y limitan la máxima amplitud de señal que se puede transmitir sin recorte de crestas.

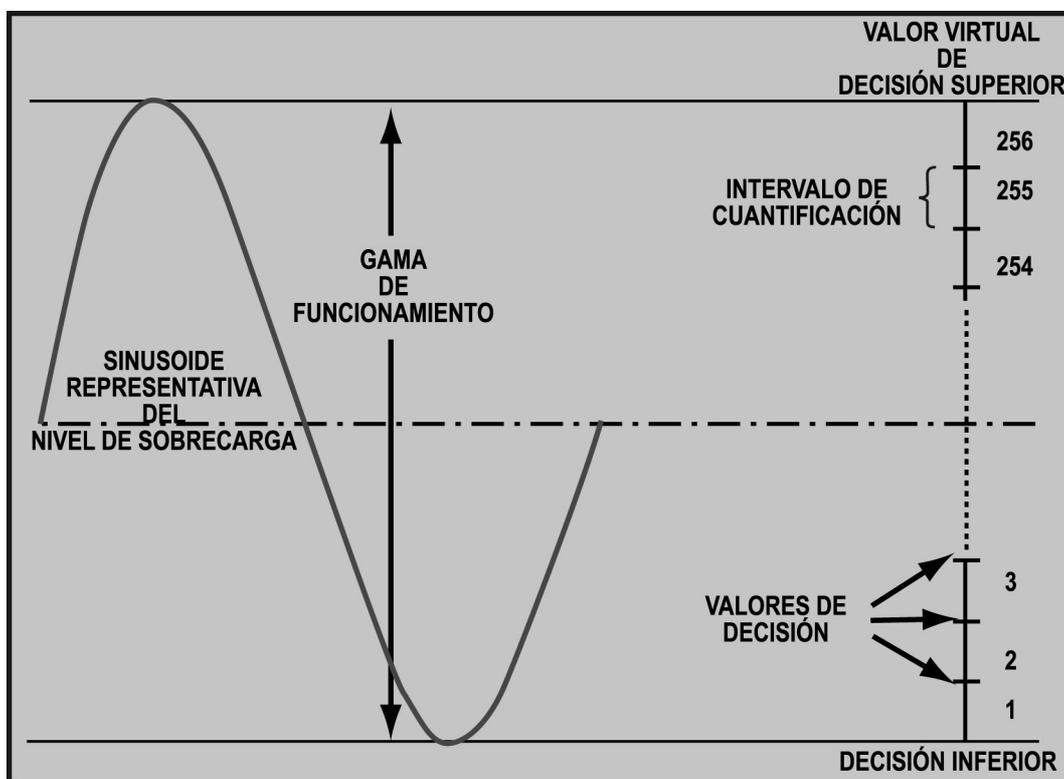


Figura 6.4: Cuantificación.

Se llama **nivel de sobrecarga** al nivel que tiene una señal sinusoidal cuyos valores de pico coinciden con los valores virtuales de decisión. En los MIC europeos este nivel corresponde a **+ 3,14 dBm0**.

El proceso de cuantificación introduce necesariamente un error, ya que se sustituye la amplitud real de la muestra por un valor aproximado. A este error se le llama **error de cuantificación**, y se produce tanto en la cuantificación como en la descuantificación.

El error de cuantificación se puede reducir aumentando el número de intervalos de cuantificación, pero existen limitaciones de tipo práctico que obligan a que el número de intervalos no sobrepase un determinado valor.

En cada muestra se introduce un error de cuantificación que da lugar a una deformación o distorsión de la señal reconstruida que se denomina **distorsión o ruido de cuantificación**.

Una cuantificación en la que todos los intervalos tienen la misma amplitud, se llama cuantificación uniforme.

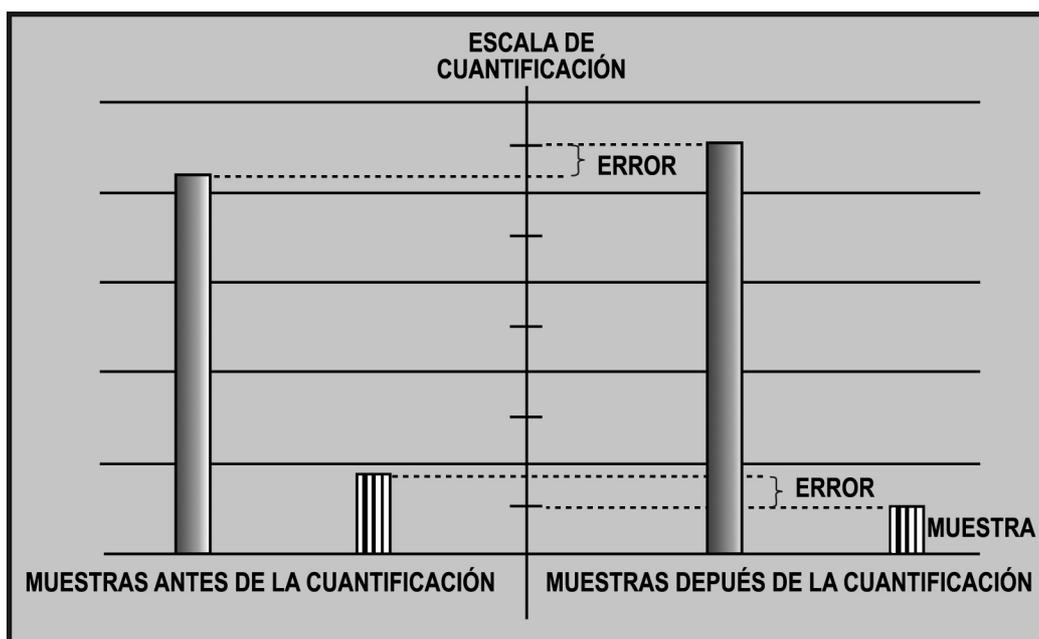


Figura 6.5: Error en la cuantificación uniforme.

En una cuantificación uniforme, la distorsión o ruido de cuantificación es la misma cualquiera que sea el nivel de la señal que se muestrea. Con lo cual, la relación señal/ruido va empeorando al disminuir el nivel de la señal de entrada. La situación se hace inadmisibile para señales cuya amplitud es similar a la de un intervalo de cuantificación.

En la figura 6.5. se puede ver que para señales de amplitud muy pequeñas, el error es casi tan grande como las muestras.

Por lo tanto, hemos de buscar un procedimiento en el cual la relación señal/ruido sea aceptable con el menor número posible de intervalos de cuantificación.

El problema se resuelve utilizando una **cuantificación no uniforme**, en la cual se toma un número determinado de intervalos y se distribuyen de forma no uniforme, de manera que son más pequeños los intervalos correspondientes a las muestras más pequeñas, y son más grandes los intervalos correspondientes a las muestras más grandes.

De esta forma, para las señales débiles es como si se utilizase un número muy elevado de niveles de cuantificación, con lo que se produce una disminución de la distorsión de cuantificación.

El proceso de cuantificación no uniforme que se aplica a las señales vocales utiliza una **característica de cuantificación** o **ley de codificación** del tipo de segmentos.

Hay dos leyes de codificación recomendadas por la **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)** para las señales de frecuencia vocal y las dos son de segmentos. Estas leyes son **la ley A** utilizada en los sistemas **MIC europeos** y **la ley  $\mu$**  utilizada en los sistemas **MIC americanos**.

La **ley A** está formada por **16 segmentos de recta**, de los cuales los **cuatro centrales** están alineados, por lo que **se consideran uno sólo**, reduciéndose los **16 segmentos a 13**.

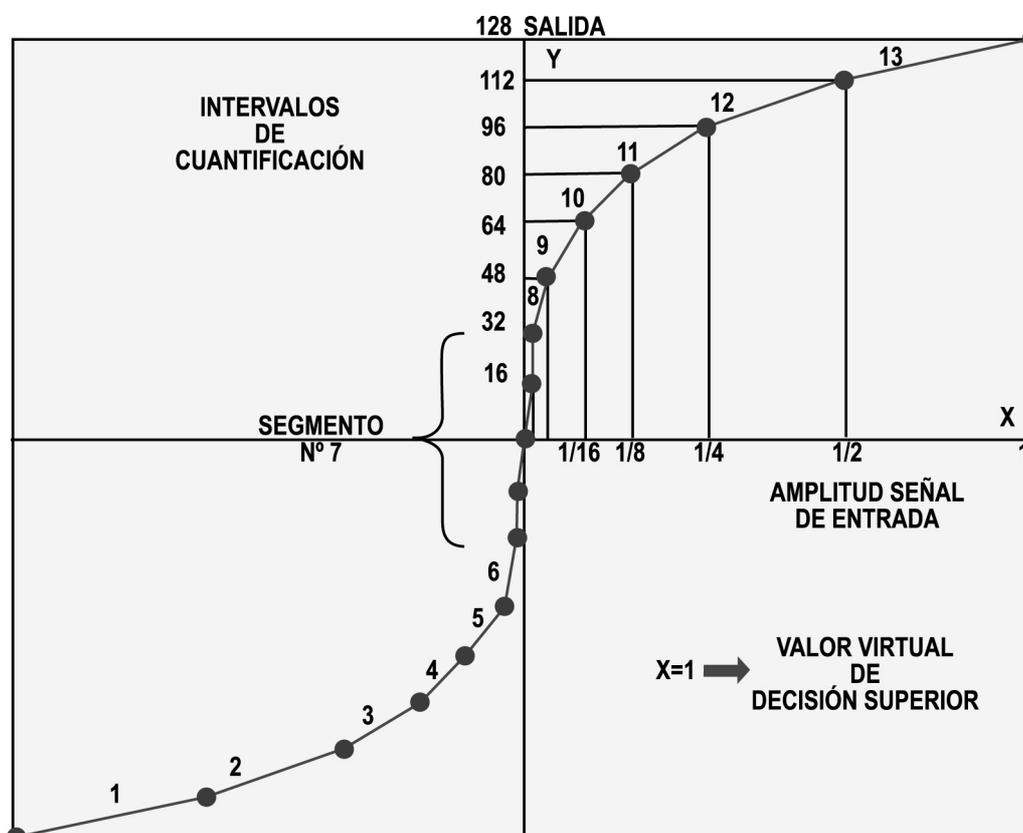


Figura 6.6: Ley "A".

Cada uno de los 16 segmentos está dividido en 16 intervalos de cuantificación iguales entre sí, pero desiguales de unos segmentos a otros, excepto en los 4 segmentos centrales en los que son iguales todos los intervalos de cuantificación.

Como puede verse en la figura 6.6., en el eje de ordenadas, en los sistemas MIC europeos la **gama de funcionamiento** se encuentra **dividida** en **256 intervalos** de cuantificación, **128** corresponden a muestras **positivas** y **128** corresponde a muestras **negativas**, que se agrupan, de **16 en 16**, en **16 segmentos**, **8** segmentos para muestras **positivas** y **8** segmentos para muestras **negativas**. Normalmente a los cuatro segmentos de la parte central de la gama de funcionamiento se les considera **un único segmento** (el 7) de manera que la ley A se conoce como **ley A de 13 segmentos**.

### 6.1.3. Codificación.

La codificación es el proceso mediante el cual **se representa una muestra cuantificada**, mediante una sucesión de "1's" y "0's", es decir mediante una **secuencia binaria**.

Como en los MIC europeos se utilizan 256 intervalos de cuantificación para representar todas las posibles muestras, se necesitarán **secuencias binarias de 8 bits** para representar a todos los intervalos de cuantificación ( $2^8 = 256$ ). **Un grupo de ocho bits** de este tipo, **constituye una palabra MIC**.

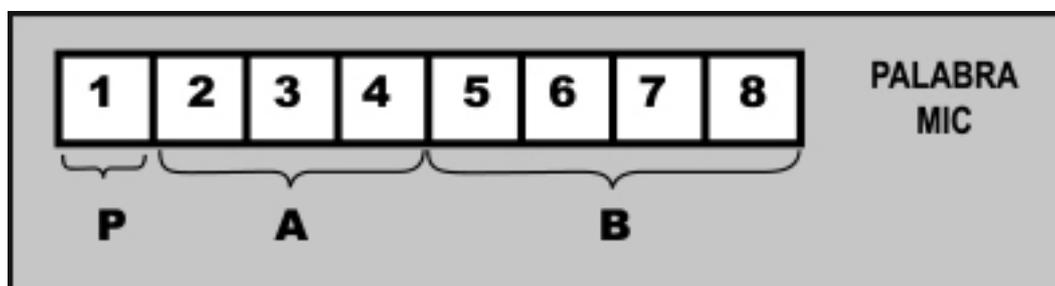


Figura 6.7: Palabra MIC.

**P** define la polaridad de la muestra, comprende un solo bit, únicamente son posibles **2 estados** distintos (**1** y **0**); la polaridad de las **muestras positivas** se representa por un "1", y la de **las muestras negativas** por un "0".

**A** comprende tres bits, mediante los cuales se pueden localizar  $2^3 = 8$  segmentos de recta para cada polaridad, es decir los 16 segmentos que tiene la ley A.

SEGMENTO POSITIVO N°	CÓDIGO	SEGMENTO NEGATIVO N°	CÓDIGO
13 (16)	1111	7 (8)	0000
12 (15)	1110	7 (7)	0001
11 (14)	1101	6	0010
10 (13)	1100	5	0011
9 (12)	1011	4	0100
8 (11)	1010	3	0101
7 (10)	1001	2	0110
7 (9)	1000	1	0111

Figura 6.8: Codificación de los segmentos.

El número entre paréntesis indica el número que tendría cada **segmento**, si no hubiésemos agrupado los cuatro segmentos centrales con el número 7.

B comprende cuatro bits, que permiten determinar  $2^4 = 16$  intervalos posibles en cada segmento de recta.

INTERVALO N°	CÓDIGO
1	0000
2	0001
3	0010
4	0011
5	0100
6	0101
7	0110
8	0111
9	1000
10	1001
11	1010
12	1011
13	1100
14	1101
15	1110
16	1111

Figura 6.9: Codificación de los intervalos.

Como hay 16 segmentos, habrá un total de  $16 \times 16 = 256$  **intervalos de cuantificación**, que son los recomendados por el **UIT**.

Otra manera de ver como se realiza el proceso de codificación es **numerar desde 0 a 127 los intervalos de cuantificación positivos**. Los negativos se **numeran igual de forma simétrica** a los positivos (**código binario simétrico**). Una vez hecho esto, la codificación se reduce a poner el **bit de signo** y poner el intervalo de cuantificación en forma de **número binario**.

Una vez efectuada la codificación, en la palabra MIC obtenida se **invierten los bits pares**, es decir, los bits 2, 4, 6 y 8 con el fin de evitar la existencia de un elevado número de ceros cuando el canal está libre, es decir sin señal. Estos ceros serían un inconveniente en el momento de enviar la señal a línea, aunque actualmente con el empleo del código **HDB3** queda paliado este problema.

#### **Por ejemplo:**

La palabra MIC 01011101 representa la codificación de una muestra negativa (pues el bit de polaridad es un "0"), localizada en el segmento 3 y representada por el intervalo 14 del segmento 3.

Al invertir los bits pares esta palabra saldría a línea con un contenido de información equivalente a 00001000.

En la mayoría de las aplicaciones prácticas las funciones de cuantificación y codificación se realizan simultáneamente en un mismo circuito.

El **dispositivo que realiza la cuantificación y la codificación** se llama codificador.

Si la **cuantificación** que se realiza es **uniforme**, el **codificador** se llama **lineal**, y si la **cuantificación** es **no uniforme**, el **codificador** se llama **no lineal**.

#### **6.1.4. Decodificación y filtrado.**

La **decodificación** es el proceso mediante el cual se **reconstruyen las muestras** a partir de la señal numérica procedente de línea. En realidad su función es la de **decodificación y descuantificación**.

Este proceso se realiza en un dispositivo denominado **decodificador**.

Al conjunto de un **codificador** y de un **decodificador** en un mismo equipo, se le llama **codec**.

Con el fin de que el **error entre las muestras transmitidas y las reconstruidas** sea **mínimo**, **las muestras se reconstruyen con una**

amplitud igual al valor central del intervalo de cuantificación al que pertenecen.

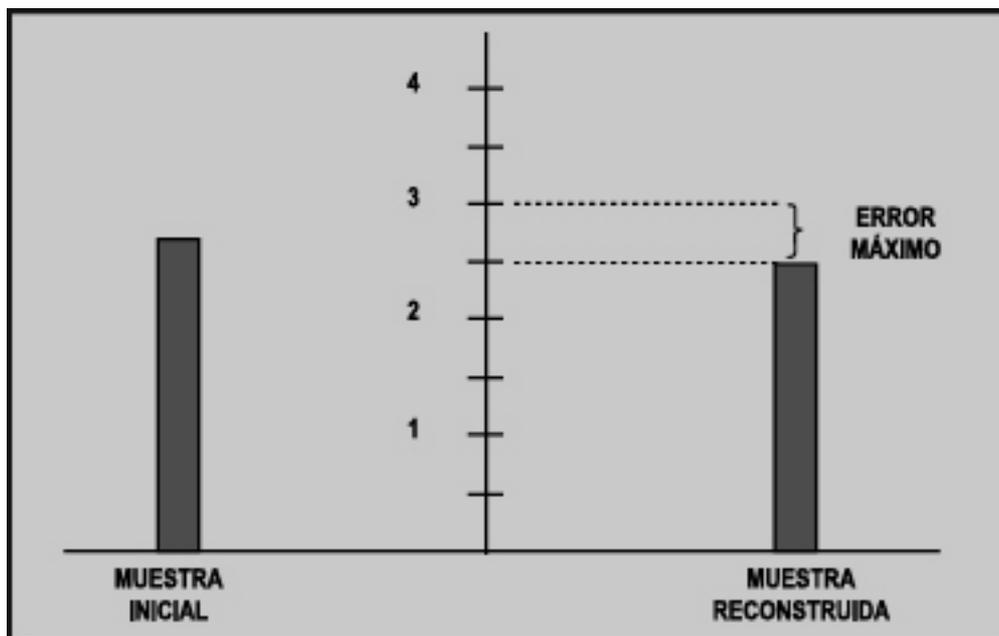


Figura 6.10: Decodificación.

Una vez recuperadas las muestras, sólo es necesario hacer pasar el tren de muestras por un **filtro paso bajo** adecuado para recuperar la señal analógica original.

## 6.2 CANAL MIC.

En los puntos anteriores hemos visto como se aplican las técnicas MIC a los canales vocales, **se muestrea** la señal a una **velocidad de 8000 muestras/seg.** Como **cada muestra** la codificamos con **ocho bits**, el canal vocal queda transformado en un circuito de 8000 muestras/seg. x 8 bits = 64000 bits/seg.

A esta **señal de datos de 64000 bits/seg.** se la denomina **canal MIC.**

## RESUMEN

Las técnicas **MIC** permiten convertir una señal **analógica** en **digital** con el fin de aprovechar las ventajas de la **transmisión digital**.

Las técnicas MIC se basan en **tres operaciones: muestreo, cuantificación y codificación**. Una vez transmitida la señal, para **recuperar la señal analógica original** es preciso realizar las operaciones inversas (**decodificación, recuperación de las muestras y filtrado**).

**Muestreo:** Es el proceso mediante el cual se transforma una señal analógica en una serie de impulsos de distinta amplitud llamada **tren de muestras o señal MIA**.

El muestreo realizado es el **real** que supone muestras con cierta duración, aunque esa duración es pequeña comparada con el tiempo entre dos muestras consecutivas.

Se llama **frecuencia de muestreo** a la frecuencia con que se toman las muestras. Esta frecuencia tiene que ser constante.

**Teorema de Muestreo:** Es posible recuperar una señal analógica a partir de sus muestras, siempre que estas hayan sido tomadas con una frecuencia de muestreo mayor que el doble de la frecuencia máxima de la señal analógica original.

**Cuantificación:** Es el proceso mediante el cual se sustituyen los infinitos valores que pueden adquirir las muestras por un número discreto de valores.

Para ello se divide **la gama de funcionamiento** en un conjunto de **intervalos de cuantificación** que se encuentran limitados por **los valores de decisión**.

**El límite superior e inferior** de la gama de funcionamiento se denominan **valores virtuales de decisión superior e inferior** y coinciden con los valores de pico de una senoide cuyo nivel es + **3,14 dBm0**. A este nivel se le denomina **nivel de sobrecarga**.

En la cuantificación a cada muestra se le da el valor correspondiente al intervalo de cuantificación, con lo cual se comete un **error de cuantificación** que es la diferencia entre el valor de la muestra antes de la cuantificación y después de la descuantificación (valor medio del intervalo de cuantificación).

Se denomina **cuantificación uniforme** a aquella en que todos los **intervalos de cuantificación son iguales**.

## RESUMEN

Se denomina **cuantificación no uniforme** a aquella en que se emplean intervalos de cuantificación más pequeños para las muestras más pequeñas e intervalos de cuantificación más grandes para las muestras más grandes.

La **UIT** ha recomendado para los MIC europeos **la ley A de codificación de 13 segmentos**. Con ella se consigue una mejora de la relación señal ruido de las señales pequeñas.

**Codificación:** Es el proceso mediante el cual a cada muestra codificada se le hace corresponder **una palabra MIC de 8 bits** según **un código binario simétrico**; el primer bit corresponde al signo de la muestra, los tres siguientes al segmento, y los cuatro siguientes al intervalo de cuantificación dentro del segmento.

Después de la codificación se **invierten los bits pares**.

Con los tres procesos hemos convertido el canal vocal en un circuito de 8000 muestras/seg. x 8 bits/muestra = **64 Kbit/seg.** , que se denomina **canal MIC**.

Una vez transmitido el canal MIC, para recuperar la señal analógica es necesario **decodificar** las palabras MIC haciéndoles corresponder a las muestras el **valor medio del intervalo de cuantificación**, tras lo cual **son filtradas** con un filtro de paso bajo adecuado. La señal recuperada está afectada por la **distorsión de cuantificación** producida por los **errores de cuantificación**.

**EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- El muestreo en las técnicas MIC se utiliza para:

- a) Convertir una señal analógica en digital.
- b) Convertir una señal analógica en una serie de impulsos.
- c) Convertir una señal analógica en otra de menor ancho de banda.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.- La ley A de codificación de 13 segmentos consta en realidad de:

- a) 13 segmentos con 16 intervalos de cuantificación cada uno.
- b) 16 segmentos con 13 intervalos de cuantificación cada uno.
- c) 16 segmentos con 16 intervalos de cuantificación cada uno.
- d) Ninguna de las anteriores.

3.- En los MIC europeos la velocidad de transmisión correspondiente a un canal vocal es de:

- a) 64000 muestras/segundo.
- b) 64000 bits/segundo.
- c) 8000 bits/segundo.
- d) Ninguna de las anteriores.

4.- En la codificación, el primer bit indica:

- a) Si la muestra es grande o pequeña.
- b) Si se está hablando o no.
- c) Si la muestra es positiva o negativa.
- d) Ninguna de las anteriores.

5.- El código utilizado en la codificación correspondiente a las técnicas MIC es:

- a) HDB3 – NRZ.
- b) HDB3 – RZ.
- c) Binario simétrico.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 7**

# **MULTIPLEXACIÓN POR DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO**

## **INTRODUCCIÓN**

En este tema vamos a ver los conceptos correspondientes a la Multiplexación por Distribución en el Tiempo (MDT), utilizando como ejemplo el múltiplex digital de 30 canales (MIC). Vamos a utilizar este múltiplex porque es el múltiplex digital más clásico y más utilizado en la red telefónica y además proporciona la banda base digital de 2 Mbits/seg. que es el primer eslabón de la Jerarquía Digital Europea.

## **CONTENIDO**

- **MULTIPLEXACION POR DISTRIBUCION EN EL TIEMPO.**
- **MULTIPLEX MIC DE 30 CANALES.**
  - *Estructura de trama.*
  - *Alineación de trama.*
  - *Señalización.*
  - *Estructura de multitrama.*
  - *Alineación de multitrama.*
- **INTERFAZ DE 2 MBITS/SEG.**
  - *Concepto de interfaz.*

## 7.1 MULTIPLEXACIÓN POR DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO (MDT).

Las **técnicas de multiplexación** se han desarrollado para **conseguir un mayor rendimiento de los sistemas de transmisión**, ya que permiten enviar por un sistema de **transmisión** varias **comunicaciones simultáneamente**.

Para mandar varias señales por el mismo sistema de transmisión tenemos que mezclarlas y mandarlas unidas. En el extremo receptor tendremos que separarlas y enviar cada una al circuito que le corresponda.

Puesto que tenemos que ser capaces de separarlas, la unión de señales las tenemos que hacer distribuyéndolas de forma que con algún dispositivo podamos diferenciar unas de otras.

Las técnicas de **multiplexación por distribución en el tiempo (MDT)**, permiten **multiplexar señales** que **no son continuas en el tiempo**. Se basan en transmitir en los tiempos entre partes de una señal, partes de otras señales, mandándolas todas juntas por el mismo medio de transmisión. En el extremo receptor se separan las partes de cada señal utilizando para ello un proceso de **sincronización**, con lo que ya tendremos cada señal independiente de las otras.

## 7.2 MULTIPLEX MIC DE 30 CANALES.

En el tema anterior hemos visto como gracias a las **técnicas MIC** podemos **convertir una señal vocal analógica** en una **señal digital** de **64 Kbits/seg.**

Hay ocasiones en que nos puede interesar transmitir esta señal de manera aislada, como sería el caso de usuarios digitales conectados a centrales de conmutación temporal.

Sin embargo, la aplicación más importante en telefonía de las técnicas MIC es la utilización común de un mismo sistema de transmisión por varios canales telefónicos.

Los múltiplex MIC surgen como una **combinación** de las **técnicas MIC** con las **técnicas MDT**.

En el terminal de transmisión **se toman periódicamente muestras** de los tres canales que, **una vez codificados, se envían a línea**.

Como veremos en la figura 7.1. de la página siguiente, el dispositivo de muestreo se representa mediante un conmutador rotatorio que gira a la velocidad de muestreo.

En el terminal de recepción, las muestras se han de distribuir a sus canales respectivos, por lo que es necesario un perfecto entendimiento entre ambos terminales. Este entendimiento se consigue mediante un proceso de **sincronismo** o de **alineación** entre ambos extremos, que permite asignar cada muestra a su canal correspondiente.

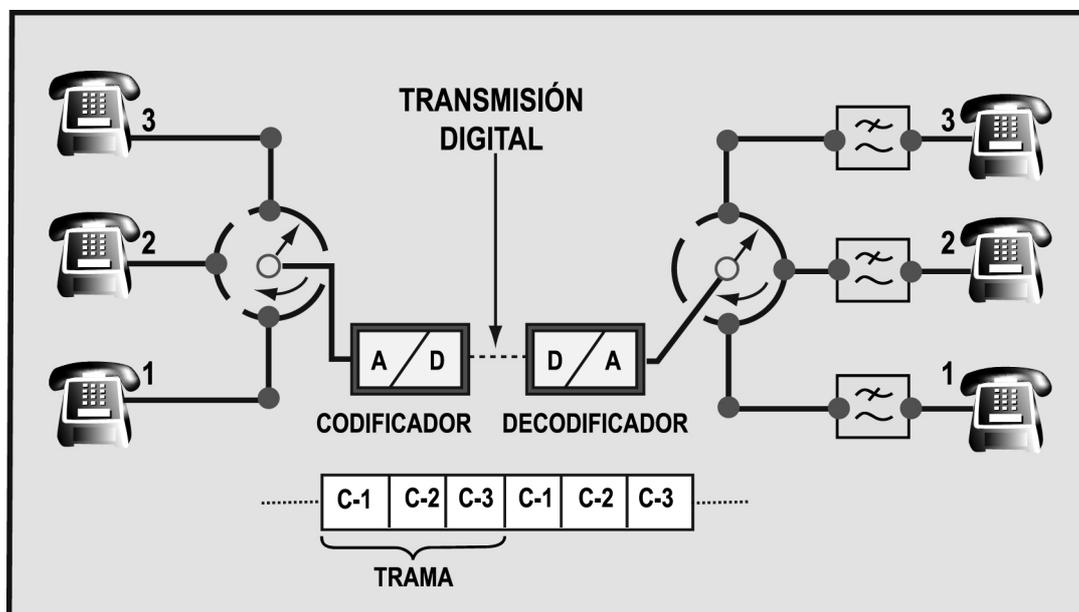


Figura 7.1: Técnicas MIC y MDT.

El periodo de tiempo comprendido entre dos muestras consecutivas de un mismo canal, se llama **tiempo de trama**.

El periodo de tiempo ocupado por una muestra de canal se llama **intervalo de tiempo**. En el ejemplo de la figura 7.1. cada trama tiene tres intervalos de tiempo.

Para el caso de las señales telefónicas de frecuencia vocal, la **trama** tiene una **duración** de **125  $\mu$ s** mientras que la duración de los intervalos de tiempo depende del número de canales que se quieren multiplicar.

La **UIT** ha recomendado dos múltiplex MIC distintos, el múltiplex MIC "europeo", que multiplica 30 canales vocales y se utiliza en Europa, y el MIC "americano" que multiplica 24 canales y se utiliza en Estados Unidos, Canadá y Japón.

De acuerdo con todo esto, el múltiplex **MIC "europeo"** debería tener 30 **intervalos de tiempo**; sin embargo tiene **32**, empleando **30** de ellos para **canales vocales**, **uno** para **señalización** y **otro** para **alineación**. Por eso, a este sistema se le suele designar con el nombre de **sistema MIC de 30 + 2 canales**.

El múltiplex MIC “americano” utiliza únicamente **24 intervalos de tiempo** que corresponden a **24 canales vocales**, ya que la **señalización y la alineación** la hace de forma **distinta** al múltiplex “europeo”.

A partir de ahora, el múltiplex al que vamos a referirnos y estudiar es el MIC “europeo”, que es el utilizado en nuestra planta telefónica.

### 7.2.1. Estructura de trama.

La **trama** ocupa el **intervalo de tiempo** comprendido **entre dos muestras consecutivas** de un mismo canal. Como la frecuencia de muestreo es de **8000 Hz.**, la separación entre dos muestras consecutivas de un mismo canal es:

$$\text{Trama} = \frac{1 \text{ seg.}}{8000} = 125 \mu \text{ segundos}$$

Con lo cual, la duración de la trama es de **125 μ segundos.**

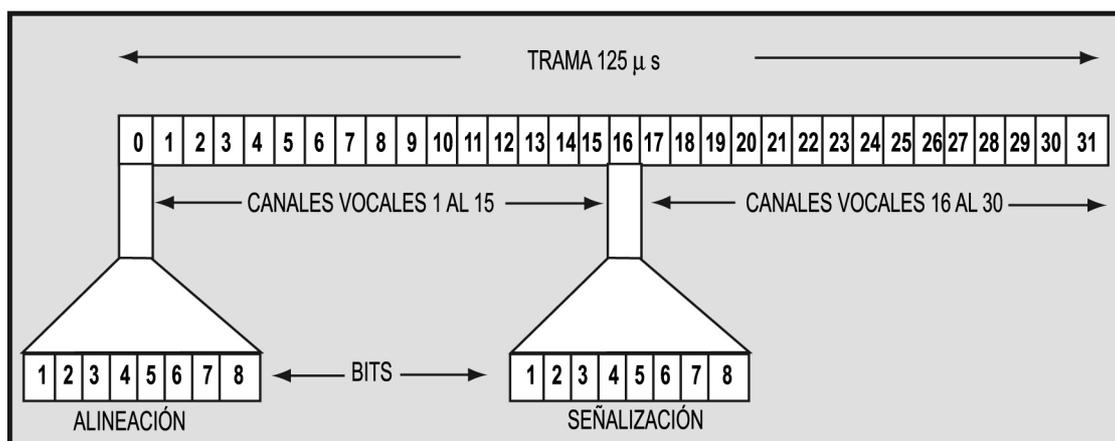


Figura 7.2: Estructura de trama.

Como puede verse, la **trama** está dividida en **32 intervalos de tiempo** iguales, por lo que cada intervalo tendrá una duración de:

$$T_{\text{INTERVALO}} = \frac{125 \mu \text{ seg.}}{32} = 3,9 \mu \text{ seg.}$$

Cada **intervalo** consta de **ocho bits.**

Los **intervalos de tiempo** están **numerados de 0 a 31** y la función de cada uno de ellos es la siguiente:

El **intervalo 0** está reservado para el **alineamiento de trama**.

Los intervalos **1 a 15** llevan la información correspondiente a una muestra de cada uno de los **canales vocales 1 a 15**, una vez codificada y con los bits pares invertidos.

El intervalo **16** se utiliza para la **señalización**.

Los intervalos **17 a 31** llevan la información correspondiente a una muestra de cada uno de los **canales vocales 16 a 30**, una vez codificada y con los bits pares invertidos.

Sobre la utilización de los intervalos **0** y **16** hablaremos en otros puntos de este tema.

Como cada **intervalo de tiempo** dura **3,9 μ seg.** y consta de **8 bits**, la duración de cada bit es:

$$T_{\text{bit}} = \frac{3,9 \mu \text{ seg.}}{8} = 488 \text{ nseg.}$$

Una vez obtenidos todos los tiempos de trama, de intervalo y de bit, vamos a calcular la velocidad de transmisión de información:

**8.000 tramas/seg. x 32 intervalos/trama x 8 bits/intervalo = 2.048.000 bits/seg.**

Así pues, a la salida de un multiplex MIC de 30 canales tendremos un **flujo digital de 2.048 Kbits/seg.**

### 7.2.2. Alineación de trama.

En los sistemas MIC, las tramas se envían a línea una a continuación de otra de forma ininterrumpida, por lo que en el terminal receptor se recibe un flujo continuo de bits.

La misión del terminal receptor no consiste solamente en recibir los bits entrantes en forma correcta, sino también en asignar a cada bit la posición correcta en un intervalo de tiempo, y en enviar a cada canal vocal los bits del intervalo de tiempo que le corresponden. Es necesario, pues, una sincronización que nos indique el comienzo de cada trama.

Esta sincronización se consigue mediante la **alineación de trama**.

La **alineación de trama** se controla mediante el envío de la **palabra X0011011** en el **intervalo** de tiempo **0** de **cada dos tramas**. El primer **bit**, indicado con una **X**, no forma parte de la señal de alineación de trama y está **reservado** para cualquier **uso internacional** que se le asigne en el futuro.

A los ocho bits del intervalo de tiempo 0 de la trama que no lleve señal de alineación de trama se les denomina **palabra de supervisión de trama** y tienen la siguiente aplicación:

<b>Bit 1:</b>	<b>Reservado para uso internacional.</b>
<b>Bit 2:</b>	<b>Fijado a 1 para evitar simulaciones de la señal de alineación de trama.</b>
<b>Bit 3:</b>	<b>Destinado para transmisión de alarma al múltiplex distante.</b>
<b>Bits 4,5,6,7 y 8:</b>	<b>Reservados para uso nacional.</b>

Figura 7.3: Palabra de supervisión de trama.

Cuando el terminal receptor recibe la señal de alineación de trama de forma correcta, distribuye la información de cada intervalo de tiempo a su canal respectivo.

Pero si la señal de alineación de trama no es correcta, la alineación se considera perdida, y desde ese instante se inician las operaciones para recuperar la alineación.

La **UIT** ha dado el siguiente criterio para la pérdida de la alineación de trama, en los sistemas MIC de 30 canales.

“Deberá considerarse que la **alineación de trama se ha perdido**, cuando se hayan **recibido con error tres o cuatro señales consecutivas de alineación de trama**”.

En los **sistemas MIC de Telefónica** se considera que **la alineación de trama se ha perdido, cuando se reciben con error tres señales consecutivas de alineación de trama.**

Con relación a la recuperación de la alineación de trama, la UIT ha recomendado el siguiente procedimiento:

Se considerará **recuperada la alineación de trama** cuando se detecte la siguiente **secuencia**:

- Por primera vez, la presencia de la señal de alineación de trama correcta.

- La ausencia de la señal de alineación de trama en la trama siguiente, detectada con objeto de verificar que el bit 2 del intervalo de tiempo 0 tiene el

valor 1 (por eso se denomina palabra de supervisión de trama al intervalo 0 de las tramas que no llevan alineamiento de trama).

- Por segunda vez, la presencia de la señal de alineación de trama correcta, en la trama siguiente.

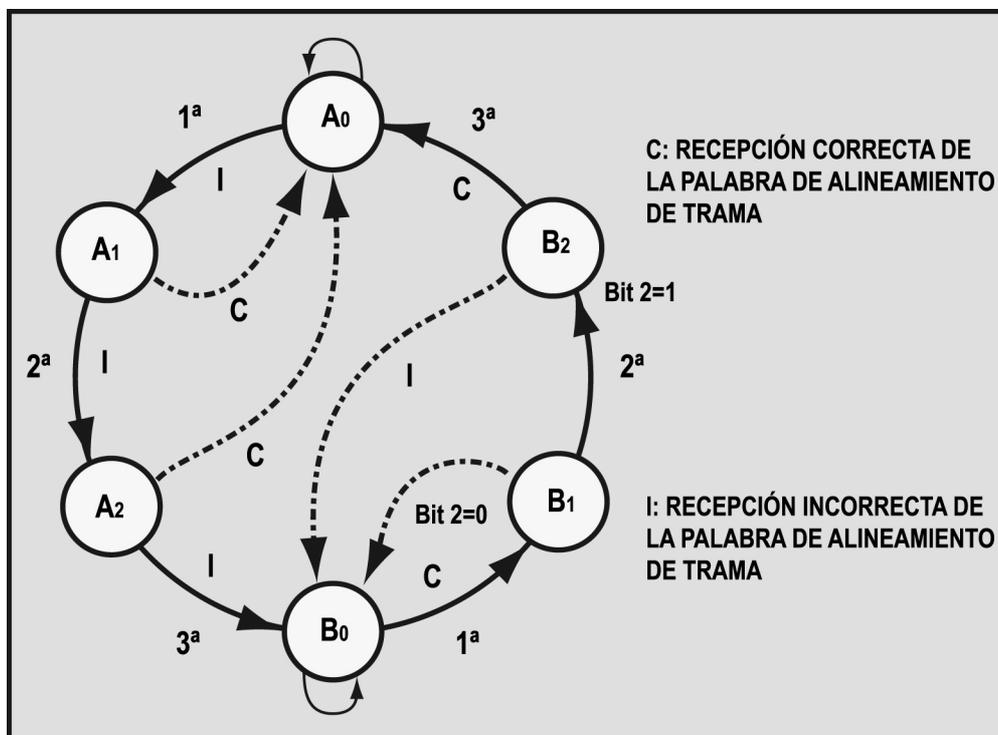


Figura 7.4: Pérdida y recuperación de la alineación de trama.

Cada uno de los estados representados en la figura 7.4. tiene el siguiente significado:

- **A<sub>0</sub>** : Estado de alineación correcta.
- **A<sub>1</sub>** : Estado de prealarma 1 (se ha recibido la primera señal de alineación incorrecta).
- **A<sub>2</sub>** : Estado de prealarma 2 (se ha recibido la segunda señal de alineación incorrecta).
- **B<sub>0</sub>** : Estado de pérdida de alineación (se ha recibido la tercera señal de alineación incorrecta).
- **B<sub>1</sub>** : Estado provisional de recuperación de alineación (ha aparecido la primera señal de alineación correcta).
- **B<sub>2</sub>** : Estado provisional de recuperación de alineación (se comprueba que el bit 2 del intervalo 0 de la siguiente trama es "1").

- **A<sub>0</sub>** : Estado de alineación correcta (ha aparecido la segunda señal de alineación correcta).

### 7.2.3. Señalización.

En los múltiplex MIC, las técnicas MIC se utilizan para digitalizar las señales vocales de conversación, pero además de estas señales hay que transmitir las señales correspondientes a la señalización.

Se denomina **señalización** a todo tipo de **información necesaria para el establecimiento, control y supervisión de la comunicación**.

La señalización telefónica puede ser de dos tipos:

- **Señalización de usuario.**
- **Señalización entre centrales.**

La **señalización de usuario** comprende el intercambio de información entre usuario y central, y entre central y usuario, excluidas las propias señales de conversación. Por ejemplo: **descolgado, tono de marcar, corriente de llamada...**

La **señalización entre centrales** puede ser de varios tipos, dependiendo del tipo de centrales y del tipo de señales.

En las **centrales de conmutación temporales**, cuando están conectadas entre sí, se utiliza la llamada **señalización por canal común**, que consiste en el intercambio de flujos de 64 kbits/seg. que llevan todo tipo de información entre una central y otra, excluida la información correspondiente a los mensajes verbales.

Cuando no se usa señalización por canal común, la señalización entre centrales puede ser, a su vez, de dos tipos:

- **Señalización entre registradores.**
- **Señalización de línea.**

La **señalización entre registradores** suele hacerse con señales de multifrecuencia dentro de banda que son tratadas por el múltiplex MIC como si fueran señales vocales.

La **señalización de línea** nos da información sobre el estado de los enlaces.

En los múltiplex de 30 canales MIC de transmisión, la señalización de línea se realiza utilizando el método de **señalización por canal asociado** en la cual la información de señalización correspondiente a un determinado canal telefónico se transmite por ese canal, o por un canal de señalización asignado

a ese canal vocal. La señalización por canal asociado se caracteriza pues, por existir una **asignación fija de canal de señalización a canal vocal**.

En las **centrales de conmutación temporal** que utilizan señalización por canal común, la **multiplexación de los 30 canales** se hace **en el interior** de la propia **central**, de tal manera que el **múltiplex MIC forma parte del propio equipo de conmutación**.

Cuando las **centrales son electromecánicas**, sin embargo, la **multiplexación** se realiza **en un múltiplex MIC de 30 canales** que se considera **equipo de transmisión** y que esta **totalmente separado del equipo de conmutación**.

Cuando se utiliza **señalización por canal común**, el **flujo de 64 Kbits/seg.** se transmite **a razón de 8 bits** en cada **trama** en el **intervalo de tiempo 16**.

En efecto, como se transmiten **8000 tramas/seg.** si en cada trama se transmiten **8 bits de señalización**, la velocidad resultante será:

$$8.000 \text{ tramas/seg.} \times 8 \text{ bits/trama} = 64 \text{ Kbits/seg. para la señalización}$$

#### 7.2.4. Estructura de multitrama.

Cuando la señalización se transmite por **canal asociado**, la señalización de cada canal se transmite empleando **4 bits del intervalo de tiempo 16** de la trama.

En **cada trama** se puede **señalizar**, por tanto, **dos canales**, por lo que serán necesarias al menos **15 tramas** para señalar la totalidad de los canales. Ahora bien, de la misma forma que se necesita una señal de alineación de trama para poder enviar la información de un canal vocal al canal correspondiente en el extremo opuesto, también se necesita una señal de alineación para poder asignar correctamente las informaciones de señalización, a sus canales respectivos.

Esta señal de alineación para la información de señalización, se llama **señal de alineación de multitrama** y se inserta en el intervalo de tiempo 16 de una trama adicional.

La **señal de alineación de multitrama** está formada por los **bits 0000**. Los restantes cuatro bits del intervalo de tiempo 16, tienen la siguiente aplicación:

- **Bits 5, 7 y 8:** Bits de reserva fijados a 1 si no se utilizan.
- **Bit 6:** Destinado para transmisión de alarma al múltiplex distante.

Por tanto, para el **funcionamiento correcto** de los sistemas **MIC** con señalización por **canal asociado** es necesario emplear un **mínimo de 16 tramas**.

Al conjunto formado por las **16 tramas** se le llama **multitrama**.

Las **16 tramas** que componen una **multitrama** se numeran de **0 a 15**.

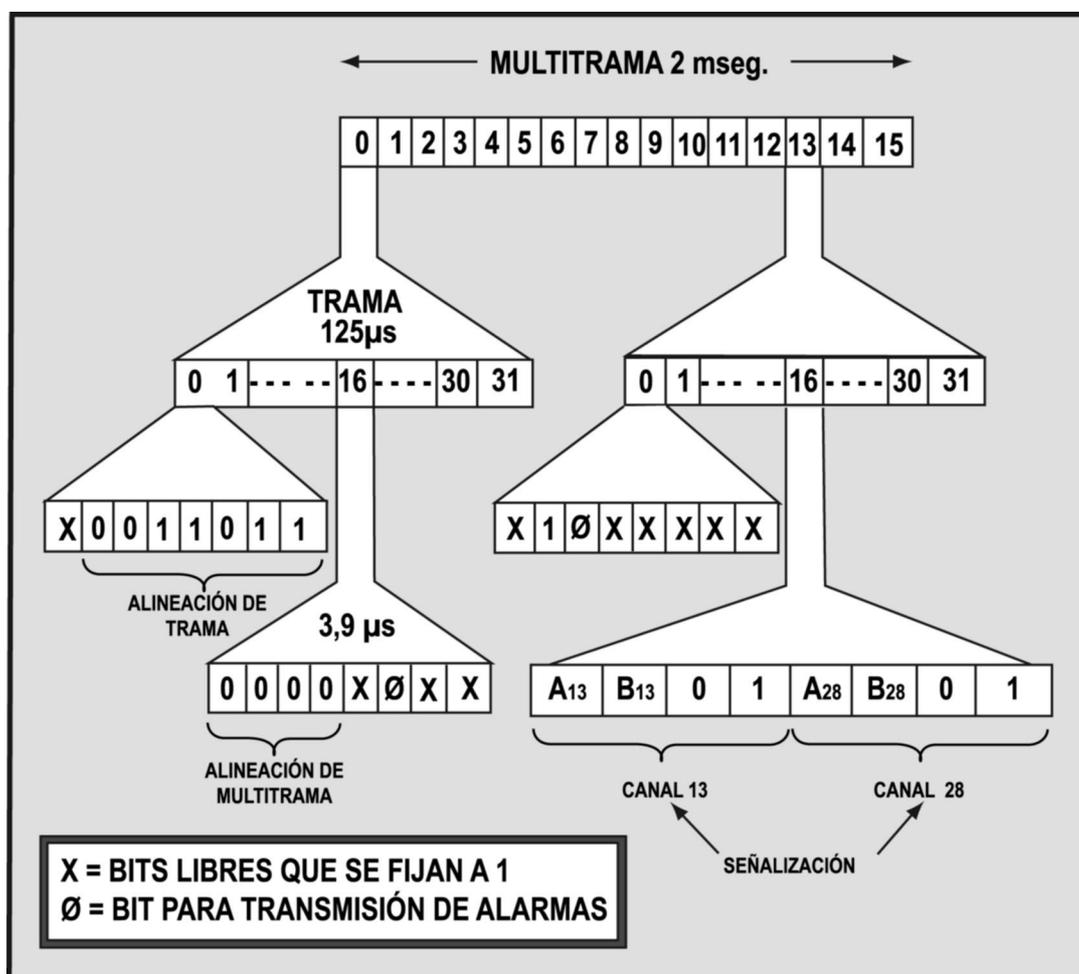


Figura 7.5: Estructura de multitrama.

La asignación de los intervalos de tiempo 16 de cada una de las tramas es la siguiente:

El **intervalo de tiempo 16** de la **trama 0** contiene la señal de **alineación de multitrama**. El **intervalo de tiempo 16** de la **trama 1** contiene la **señalización** de los **canales 1 y 16** (los **cuatro primeros bits** de dicho intervalo de tiempo corresponden al **canal 1** y los **otros cuatro** al **canal 16**). El intervalo de tiempo 16 de la **trama 2** contiene la **señalización** de los **canales 2 y 17**, y así sucesivamente hasta llegar al **intervalo 16** de la **trama 15** que contiene la **señalización** de los **canales 15 y 30**.

En la asignación de bits que acabamos de dar, están previstas cuatro vías de señalización (con 1 bit por vía), para cada canal telefónico.

Actualmente, en los múltiplex MIC de Telefónica sólo se emplean 1 o 2 bits de los 4 disponibles para cada canal.

Cuando se **emplea sólo un bit**, los otros tres bits se fijan a 1, 0 y 1 de acuerdo con las recomendaciones de la UIT. En este caso tenemos **una sola vía de señalización por canal**.

Cuando se emplean **dos bits**, los otros dos se fijan a 0 y 1. En este caso tendremos **dos vías de señalización**.

Puesto que la multitrama esta formada por 16 tramas, la duración de la multitrama es de:

$$16 \times 125 \mu\text{s} = 2000 \mu\text{s} = 2\text{ms}$$

Con lo que la **frecuencia de repetición** es de **500 multitrama/seg.**

**Por lo tanto**, cada bit utilizado para **señalización** se repite cada 2 ms, siendo equivalente a un **circuito de datos de 500 bits/seg.**

TRAMA Nº	BITS DEL INTERVALO DE TIEMPO 16							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	1	0	1	1
1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	0	1	A <sub>16</sub>	B <sub>16</sub>	0	1
2	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	0	1	A <sub>17</sub>	B <sub>17</sub>	0	1
3	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	0	1	A <sub>18</sub>	B <sub>18</sub>	0	1
4	A <sub>4</sub>	B <sub>4</sub>	0	1	A <sub>19</sub>	B <sub>19</sub>	0	1
5	A <sub>5</sub>	B <sub>5</sub>	0	1	A <sub>20</sub>	B <sub>20</sub>	0	1
6	A <sub>6</sub>	B <sub>6</sub>	0	1	A <sub>21</sub>	B <sub>21</sub>	0	1
7	A <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	0	1	A <sub>22</sub>	B <sub>22</sub>	0	1
8	A <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	0	1	A <sub>23</sub>	B <sub>23</sub>	0	1
9	A <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>	0	1	A <sub>24</sub>	B <sub>24</sub>	0	1
10	A <sub>10</sub>	B <sub>10</sub>	0	1	A <sub>25</sub>	B <sub>25</sub>	0	1
11	A <sub>11</sub>	B <sub>11</sub>	0	1	A <sub>26</sub>	B <sub>26</sub>	0	1
12	A <sub>12</sub>	B <sub>12</sub>	0	1	A <sub>27</sub>	B <sub>27</sub>	0	1
13	A <sub>13</sub>	B <sub>13</sub>	0	1	A <sub>28</sub>	B <sub>28</sub>	0	1
14	A <sub>14</sub>	B <sub>14</sub>	0	1	A <sub>29</sub>	B <sub>29</sub>	0	1
15	A <sub>15</sub>	B <sub>15</sub>	0	1	A <sub>30</sub>	B <sub>30</sub>	0	1

Figura 7.6: Bits I.T. nº 16.

En la tabla de la figura 7.6. se ve el **estado** de los bits del **intervalo** de tiempo **16** de todas las **tramas que componen la multitrama**, indicándose con **A** y **B** los **bits de señalización de cada canal**.

Cuando **no se emplea la vía B** de señalización se fijan los **bits B a 1**.



Cada uno de los estados representados en la figura 7.7. tiene el siguiente significado:

- **A<sub>0</sub>** : Estado de alineación correcta.
- **A<sub>1</sub>** : Estado de prealarma 1 (se ha recibido la primera señal de alineación incorrecta).
- **B<sub>0</sub>** : Estado de pérdida de alineación (se ha recibido la segunda señal de alineación incorrecta).
- **A<sub>0</sub>** : Estado de alineación correcta (ha aparecido la primera señal alineación correcta).

### 7.3. INTERFAZ DE 2 MBITS/SEG.

En los puntos anteriores hemos visto como es la estructura de la **señal digital** de **2.048 Kbits/seg.** que **abreviadamente** se llama de **2 Mbits/seg.** obtenida en el múltiplex MIC de 30 canales.

Esta señal tiene que entrar en el equipo siguiente de la cadena de transmisión, que podrá ser o bien un equipo de línea o bien un múltiplex digital de orden superior.

La unión de dos equipos se realiza por medio de **interfaz**. El interfaz comprende tanto los **dispositivos físicos utilizados** como la **especificación** de las **señales** eléctricas que transitan a través de él.

En los múltiplex MIC de Telefónica se emplea el interfaz recomendado por la UIT que se indica a continuación para los accesos de salida:

**Velocidad de Transmisión: 2048 Kbits/seg. ± 50 p.p.m.**

**Línea de Transmisión : Par coaxial.**

**Impedancia : 75 Ohmios resistivos.**

**Código eléctrico : HDB3 – RZ o AMI-RZ. Siendo el HDB3-RZ el utilizado preferentemente.**

**Tensión nominal del pulso : 2,37 voltios.**

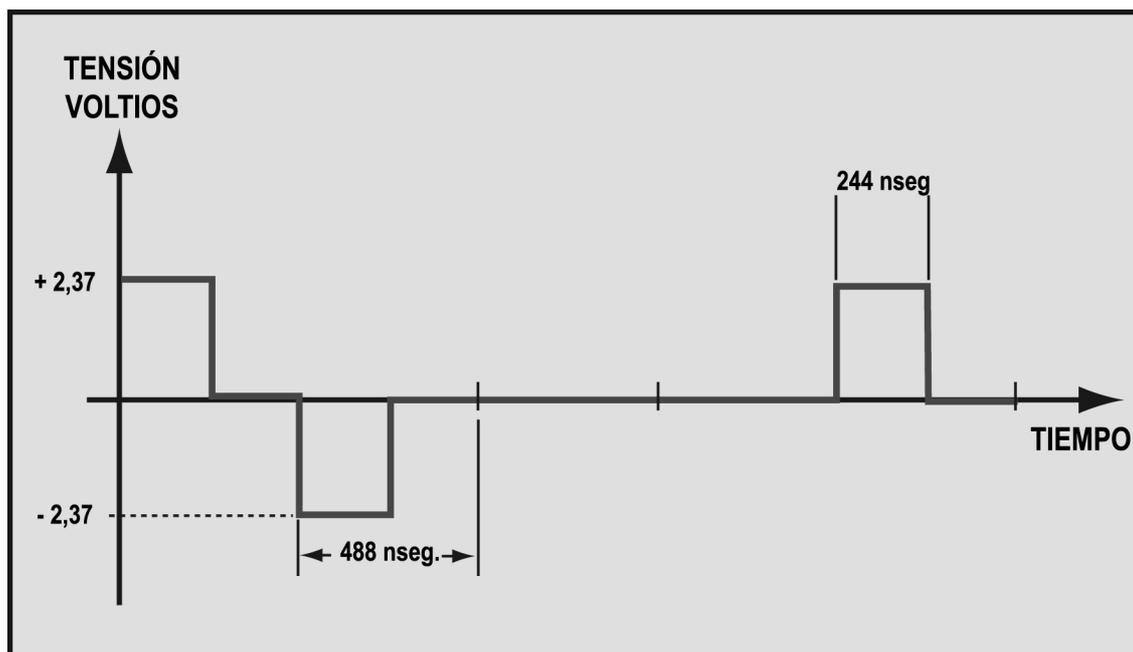


Figura 7.8: Interfaz de 2 Mbits/seg.

La UIT también admite que se constituya el interfaz de 2 Mbits/seg. con un par simétrico de 120 Ohmios de impedancia y con pulsos de tensión nominal de 3 voltios. Este tipo de interfaz en la actualidad no se usa en el equipo múltiplex y sólo se usa en los equipos de línea de 2 Mbits/seg.

## RESUMEN

Los **múltiplex MIC** combinan las técnicas **MIC** con la multiplexación por distribución en el tiempo (MDT).

La **multiplexación por distribución en el tiempo** consiste en mandar entre dos partes de una señal partes de otras señales, de tal manera que puedan **compartir el mismo medio de transmisión**.

La multiplexación **MDT** puede realizarse **directamente** con **señales digitales**, con las consideraciones necesarias en cuanto a la sincronización.

La multiplexación **MDT** de canales vocales se realiza una vez que estos están digitalizados gracias a las técnicas MIC.

**En Europa** se utiliza el **múltiplex MIC de 30 canales** recomendado por la UIT, que se basa en la utilización de **una trama compuesta por 32 intervalos de tiempo de ocho bits cada uno**.

Los intervalos de la trama son los siguientes:

- **Intervalo 0:** Alineación de trama.
- **Intervalos 1 a 15:** Canales vocales 1 a 15.
- **Intervalo 16:** Señalización.
- **Intervalos 17 a 31:** Canales vocales 16 a 30.

Cuando se utiliza **señalización por canal común**, el **flujo de señalización se envía por el intervalo de tiempo 16** a razón de **8 bits por trama**.

Cuando se utiliza **señalización por canal asociado**, es necesario la estructura **de multitrama (16 tramas)**. La asignación de los bits de señalización del intervalo de tiempo 16 es la siguiente:

- **Trama 0:** Palabra de alineamiento de multitrama 0000 más la palabra XØXX, donde Ø se emplea para el envío de alarma al distante y los X son bits libres que normalmente se fijan a 1.

## RESUMEN

- **Trama 1:** Los cuatro primeros bits se emplean para señalar el canal vocal 1 y los cuatro siguientes para señalar el canal vocal 16.



- **Trama 15:** Los cuatro primeros bits se emplean para señalar el canal vocal 15 y los cuatro siguientes para señalar el canal vocal 30.

De los cuatro bits reservados para la señalización de cada canal, se emplean 1 o 2 según se empleen 1 o 2 vías de señalización, los demás se fijan a 1.

La **alineación de trama** se realiza mandando la **palabra X0011011** en el **intervalo de tiempo 0** cada dos tramas. En las tramas que no llevan la palabra de alineamiento, se envía por el intervalo de tiempo 0 la palabra **X1ØXXXXX**, donde Ø es un bit reservado para **mandar alarmas** al extremo distante y los **X** son bits libres que normalmente se fijan a 1, a esta palabra se le denomina **palabra de supervisión de trama**.

El flujo digital obtenido en un **múltiplex MIC de 30 canales** tiene una **velocidad de transmisión** de:

**8.000 tramas/seg x 32 intervalos/trama x 8 bits/intervalo=2.048 Kbits/seg= 2 Mbits/seg**

Se denomina **interfaz** a la **unión entre dos equipos de transmisión**. Las **características** más importantes del **interfaz de 2 Mbits/seg.** recomendado por la UIT son: **cable coaxial de 75 Ohmios con señales eléctricas codificadas en HDB3-RZ con tensión nominal del impulso de 2,37 voltios.**

## EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN

1.- La multiplexación MDT de canales vocales se realiza en:

- a) En grupos de 15 canales.
- b) En grupos de 32 canales.
- c) Una vez que han sido digitalizados mediante las técnicas MIC.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.- El intervalo de tiempo 0 de la trama está reservado principalmente para:

- a) La señalización fuera de banda.
- b) Las muestras del canal 0.
- c) El alineamiento de trama.
- d) Ninguna de las anteriores.

3.- En las tramas que no llevan alineamiento de trama, el bit 3 del intervalo 0 se utiliza para:

- a) Siempre esta fijo a 1.
- b) Señalización del canal 3.
- c) Envío de alarma al múltiplex distante.
- d) Ninguna de las anteriores.

4.- El número de bits de una trama en un múltiplex MIC de 30 canales es de:

- a)  $30 \times 8 = 240$  bits.
- b)  $31 \times 8 = 248$  bits.
- c)  $32 \times 8 = 256$  bits.
- d) Ninguna de las anteriores.

5.- El número de tramas que se transmiten por segundo en un múltiplex MIC de 30 canales es:

- a) 256 tramas/seg.
- b) Depende del interfaz utilizado.
- c) 8.000 tramas/seg.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 8**

# **CONMUTACIÓN DIGITAL**

## INTRODUCCIÓN

Como hemos visto en los temas anteriores, las técnicas de transmisión digitales hacen que sea más rápido, económico y fiable en intercambio de información entre dos entidades cualesquiera.

El uso práctico de las técnicas digitales en la planta telefónica, se inició por los Sistemas de transmisión, aplicándose de forma progresiva al resto de la planta, incluidos los equipos de conmutación, dando lugar por tanto a la llamada CONMUTACIÓN DIGITAL.

En este tema veremos la forma de conmutar señales digitales mediante dos modelos de conmutación digital, la conmutación ESPACIAL y la conmutación TEMPORAL, así como las diferentes aplicaciones y combinaciones reales de estos tipos de conmutadores en las denominadas CENTRALES DE CONMUTACIÓN DIGITALES.

## CONTENIDO

- *Generalidades de la CONMUTACION.*
- *Conmutación ESPACIAL.*
- *Conmutación TEMPORAL.*
- *Conmutación ESPACIO-TEMPORAL*
- *Aplicaciones en la planta.*

## 8.1. GENERALIDADES DE LA CONMUTACIÓN.

En las **centrales electromecánicas todas las señales** que viajan a través de ellas **son señales analógicas**, es decir se conmuta la señal analógica generada en el teléfono del usuario, o la recibida por un enlace de llegada, sin someterla previamente a ningún tipo de modulación, es decir se conmuta el canal telefónico vocal en baja frecuencia.

Una vez sabido esto, podemos decir que las centrales electromecánicas son **centrales analógicas**, y que por tanto su **red de conexión** también es **analógica**.

En tal caso, por **un mismo camino físico** de la red de conexión, sólo puede establecerse **una única comunicación**. Ya que si dos comunicaciones se establecieran por el mismo camino físico, se sumarían las dos señales analógicas correspondientes.

Cada camino físico a través de la red de conexión, queda materializado por un conjunto de **puntos de cruce**, que han de ser obligatoriamente distintos y en ningún caso compartidos por otros caminos.

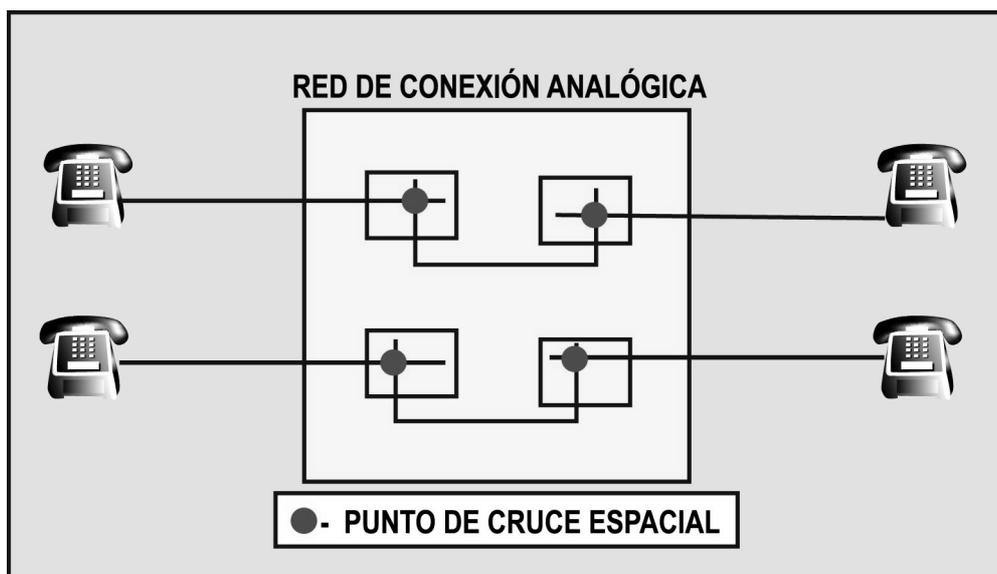


Figura 8.1: Conmutación Analógica.

Lo que diferencia un camino de otro, es su posición **en el espacio**, y por tanto a este tipo de conmutación se le llama **conmutación espacial**.

Toda **conmutación analógica** es **siempre** una conmutación **espacial**, aunque como veremos posteriormente, **existen conmutaciones espaciales de tipo digital**.

## 8.2. CONMUTACIÓN ESPACIAL DE TIPO DIGITAL.

Debido a los avances tecnológicos que repercuten en la calidad de transmisión de las comunicaciones, además del ahorro económico, nos puede interesar someter a la señal analógica producida por el teléfono del usuario a un proceso de modulación. Para posteriormente conmutar la señal digital así obtenida en una **red de conexión digital**.

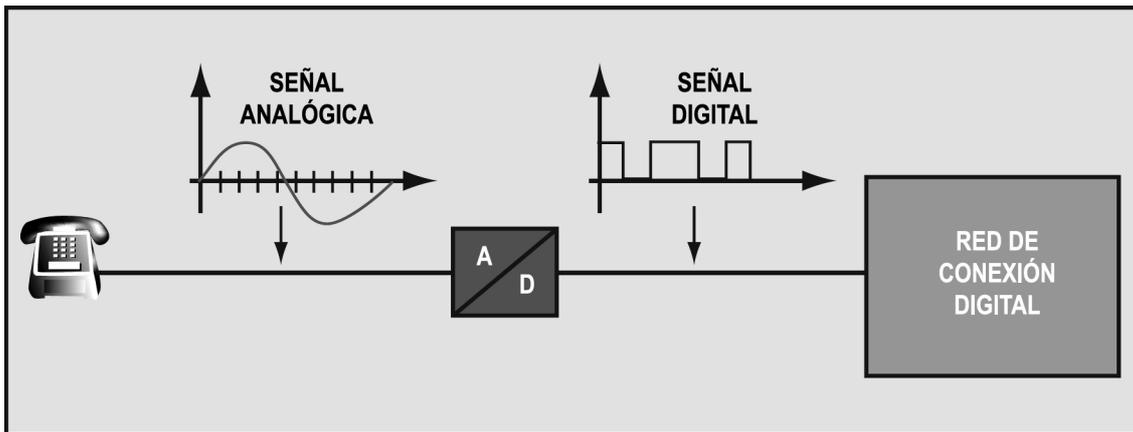


Figura 8.2: Modulación analógico/digital.

En la práctica se utilizan redes de conexión que conmutan señales moduladas según la técnica de **Modulación por Impulsos Codificados (M.I.C.)**.

Según vimos en los temas anteriores, la **señal M.I.C.** es el resultado de **combinar**, la **técnica** de modulación por impulsos codificados (**M.I.C.**) y el multiplexaje por distribución en el tiempo (**M.D.T.**).

Recordemos que la **técnica M.I.C. convierte** las **señales analógicas** de frecuencia vocal, **en señales digitales**, y que la **M.D.T. permite** aprovechar el espacio entre dos muestras consecutivas del mismo canal, para introducir muestras de otros canales, con lo que pueden **conmutarse varios canales sobre la misma vía física**, de un modo prácticamente simultáneo.

Así, las señales analógicas de voz procedentes de 30 usuarios pueden multiplexarse por los 30 canales útiles de un múltiplex M.I.C., es decir, compartirán el mismo camino físico en el espacio, sin interferirse gracias a su compartición del tiempo.

Con todo esto, podemos definir la **conmutación espacial digital** como una transferencia física de los bits de un canal de un múltiplex a otro, dicha transferencia de bits es instantánea, por lo que no implica modificación en el intervalo de tiempo de canal.

La conmutación espacial se realiza en los llamados **conmutadores espaciales**, conociéndose estas etapas de conmutación como **etapas espaciales** o **etapas S**.

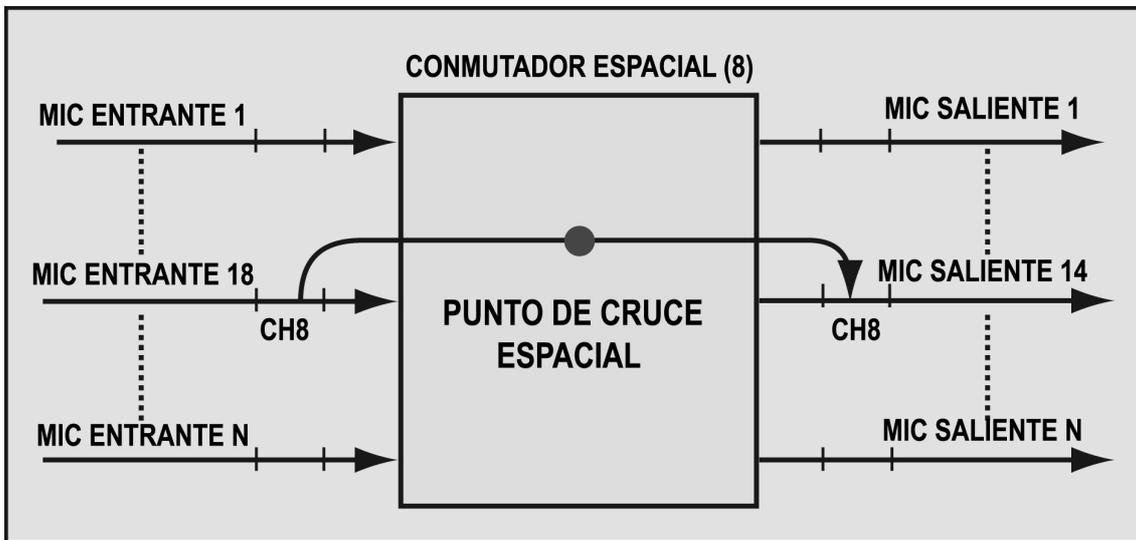


Figura 8.3: Conmutación espacial.

Para terminar de comprender el concepto de conmutación espacial digital, vamos a ver un ejemplo basado en la figura 8.3:

El conmutador espacial transfiere el contenido del canal 8 (CH8) del múltiplex M.I.C. entrante 18, hacia el canal 8 (CH8) del múltiplex saliente 14, estableciendo para esta conmutación, un punto de cruce espacial. Como podemos observar se realiza un cambio de M.I.C. pero no de intervalo de tiempo.

### 8.3. CONMUTACIÓN TEMPORAL.

La **conmutación temporal** consiste en el **almacenamiento** del **contenido de un canal en una memoria** durante un cierto tiempo, siendo ese tiempo de almacenamiento menor que el tiempo de una trama, el contenido de la memoria será leído hacia el M.I.C. saliente, modificando el canal asignado.

El conmutador temporal, a diferencia del conmutador espacial, dispone de un único múltiplex M.I.C. entrante, y un único múltiplex M.I.C. saliente, que puede ser considerado como entrante con una reorganización de sus canales.

Tanto el conmutador temporal como el espacial son capaces de realizar varios puntos de cruce simultáneamente.

Las etapas de conmutación realizadas con conmutadores temporales, se conocen como **etapas temporales** o **etapas T**.

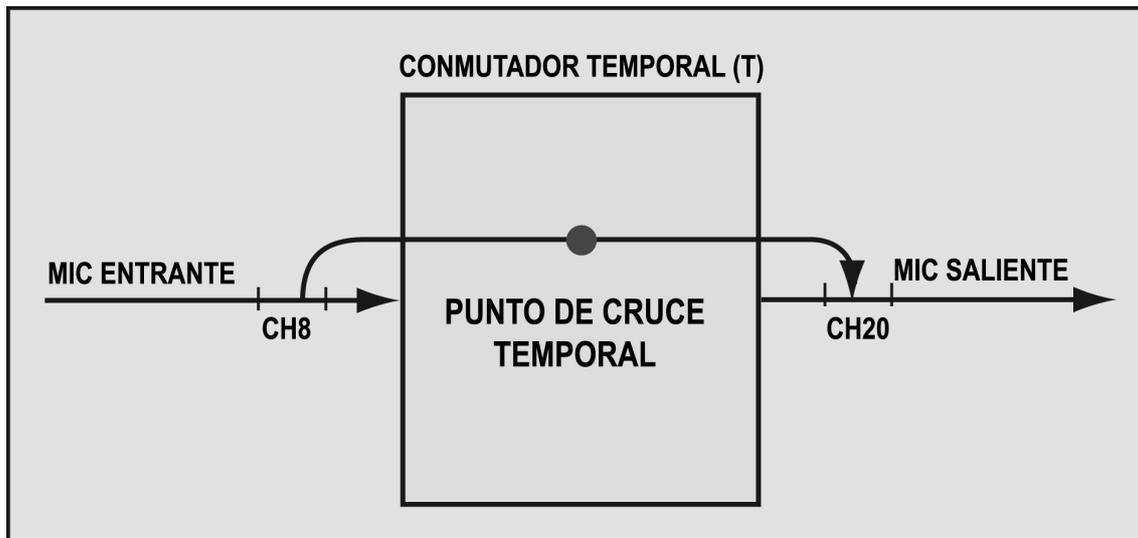


Figura 8.4: Conmutador temporal.

En la figura 8.4. podemos ver un ejemplo de conmutación temporal en la que el conmutador temporal transfiere el contenido del canal 8 (CH8) del M.I.C. entrante hacia el canal 20 (CH20) del M.I.C. saliente, estableciendo para esta conmutación un punto de cruce temporal.

La conmutación temporal no es instantánea, **pues presupone un almacenamiento en memoria, y es la causante de que las redes de conexión digital M.I.C. introduzcan un retardo en las señales, intrínseca a la conmutación.**

Dado que los tiempos de trabajo de una red de conexión digital M.I.C. son del orden de microsegundos o incluso menos, obligan a que la **tecnología** empleada sea **totalmente electrónica**. Los dispositivos electromecánicos que trabajan en tiempos de milisegundos o incluso más, son demasiado lentos.

## 8.4. CONMUTACIÓN ESPACIO-TEMPORAL.

En realidad la conmutación espacio-temporal no es más que una mezcla de la conmutación espacial y la temporal, aprovechando por ello todas las ventajas que nos proporcionan ambos modelos de conmutación.

La conmutación espacio-temporal es una operación en la que el contenido de un canal de un múltiplex M.I.C. entrante, se transfiere a otro canal de un múltiplex M.I.C. saliente escogido entre varios.

Las etapas de conmutación realizadas con conmutadores espacio-temporales, se conocen como **etapas espacio-temporales** o **etapas ST**.

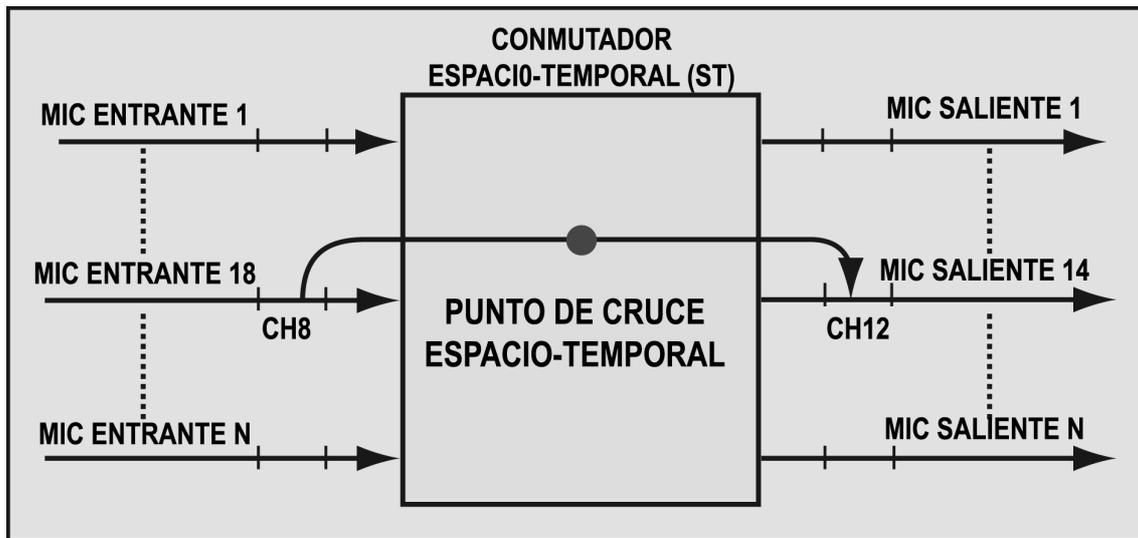


Figura 8.5: Conmutación espacio-temporal.

El conmutador espacio-temporal transfiere el contenido del canal 8 (CH8) del múltiplex M.I.C. entrante 18, hacia el canal 12 (CH12) del múltiplex saliente 14, estableciendo para esta conmutación, un punto de cruce espacio-temporal. Este punto de cruce tiene un componente espacial (cambiamos de M.I.C.), y un componente temporal (cambio de intervalo de tiempo o canal). El componente temporal introduce un retardo (en el ejemplo, de 4 intervalos de tiempo).

## 8.5. APLICACIONES EN LA PLANTA.

En realidad lo que nos vamos a encontrar en la planta son diversas combinaciones de etapas temporales y espaciales dependiendo del tipo de central digital al que nos refiramos.

Inicialmente las centrales digitales sólo disponían de conmutadores temporales y espaciales en su etapa de conmutador de grupo, relacionándose a continuación las diferentes combinaciones de los tres sistemas digitales que existen en la planta actualmente:

- **Sistema AXE:** Combinación **T – S – T**.
- **Sistema 1240:** Combinación **S – T – S**.
- **Sistema 5ESS:** Combinación **T – S – T**.

Actualmente, y dadas las evoluciones tecnológicas que experimentan este tipo de centrales, vamos a poder encontrarnos conmutadores espaciales y temporales ya no sólo en la etapa de grupo, si no que los podremos encontrar en cualquier otro elemento de la central, como por ejemplo en la etapa de línea en el caso del sistema AXE.

## RESUMEN

En las **centrales analógicas** los conmutadores de la **red de conexión** son todos **conmutadores espaciales**.

En la práctica **sólo** se utilizan redes digitales con **modulación M.I.C.**, resultado de **aunar** la técnica **M.I.C. con el M.D.T.**

Existen diversos tipos de conmutaciones como son:

- **Conmutación espacial:** Consiste en trasladar el contenido de un canal de un M.I.C. de entrada, al mismo intervalo de tiempo de otro M.I.C. de salida. Esta operación se realiza en el conmutador espacial mediante un punto de cruce espacial. A la etapa espacial también se conoce como **etapa S**.

- **Conmutación temporal:** Consiste en trasladar el contenido de un canal del M.I.C. de entrada, a un intervalo de tiempo distinto del M.I.C. de salida. Esta operación se realiza en el conmutador temporal mediante un punto de cruce temporal. A la etapa temporal también se conoce como **etapa T**. Las etapas temporales introducen un retardo intrínseco a la conmutación.

- **Conmutación espacio-temporal:** Consiste en trasladar el contenido de un canal de un M.I.C. de entrada, a un intervalo de tiempo distinto de otro M.I.C. cualquiera de salida. Esta operación se realiza en el conmutador espacio-temporal mediante un punto de cruce espacio-temporal. A la etapa espacio-temporal también se conoce como **etapa ST**.

Todas estas etapas digitales de conmutación se realizan mediante el empleo de tecnología electrónica debido a los tiempos de trabajo que requieren las redes de conexión digital M.I.C.

Las centrales digitales existentes en la planta, utilizan combinaciones de estas etapas de conmutación en su etapa de conmutación de grupo, estas son:

- **Sistema AXE:** T – S – T.

- **Sistema 1240:** S – T – S.

- **Sistema 5ESS:** T – S – T.

Actualmente además de en su red de conexión estas centrales disponen de conmutadores digitales en diferentes elementos de su instalación, como por ejemplo, en la etapa de línea en el sistema AXE.

**EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- Las centrales analógicas en su red de conexión disponen de etapas:

- a) Temporales.
- b) Espacio-temporales.
- c) Espaciales.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.- Una conmutación temporal implica:

- a) Un cambio de Intervalo de tiempo pero no de M.I.C.
- b) Un cambio de Intervalo de tiempo y de M.I.C.
- c) Un cambio de M.I.C. pero no de intervalo de tiempo.
- d) Ninguna de las anteriores.

3.- Una conmutación espacial implica:

- a) Un cambio de Intervalo de tiempo pero no de M.I.C.
- b) Un cambio de Intervalo de tiempo y de M.I.C.
- c) Un cambio de M.I.C. pero no de intervalo de tiempo.
- d) Ninguna de las anteriores.

4.- Una conmutación espacio-temporal implica:

- a) Un cambio de Intervalo de tiempo pero no de M.I.C.
- b) Un cambio de Intervalo de tiempo y de M.I.C.
- c) Un cambio de M.I.C. pero no de intervalo de tiempo.
- d) Ninguna de las anteriores.

5.- En una central AXE la etapa de grupo esta formada por una combinación:

- a) T – S – S.
- b) S – T – S.
- c) T – S – T.
- d) Ninguna de las anteriores.

## **TEMA 9**

# **RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (R.D.S.I.)**

## **INTRODUCCIÓN**

**La sucesiva aplicación de las técnicas digitales a los equipos de conmutación y transmisión, así como a los equipos de los usuarios, nos permiten la posibilidad de crear una Red de comunicación capaz de transportar información de diversos tipos, como puedan ser, voz, datos, textos e imágenes, de forma digital a los distintos puntos de acceso de la citada Red.**

## CONTENIDO

- *Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I.).*
- *Estructura de la R.D.S.I.*
- *Accesos de Usuario.*
  - *Accesos Básicos.*
  - *Accesos primarios.*
- *Puntos de Referencia.*
- *Códigos de línea.*
- *Servicios de la R.D.S.I.*
  - *Servicios Portadores.*
  - *Teleservicios.*

## 9.1. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (R.D.S.I.).

La **R.D.S.I.** es un tipo de Red de comunicación **capaz** de **transportar** diversos tipos de información, como son, la **voz, datos, textos e imágenes**, de **forma digital** y entre todos los **puntos de acceso a la Red**.

Una vez visto esto, nos podemos preguntar el porqué de la R.D.S.I. si existen redes dedicadas para el transporte de voz, datos, etc.

Pues bien, debido a cada una de estas redes son redes separadas y totalmente independientes generalmente unas de otras, los usuarios necesitan puntos de accesos también separados para cada una de estas redes y servicios. Por lo que por ejemplo, si un usuario necesita acceder la Red de voz y a la Red de datos, tiene que tener además de sus equipos de voz y datos, un acceso para cada una de estas redes, es decir dos accesos.

Con la **R.D.S.I.** lo que conseguimos es que, por una parte que los accesos de la Red sean **Digitales**, con las ventajas que ello conlleva, y que por un único acceso todos los **Servicios se Integren**, y no estén separados como en otras redes.

La R.D.S.I. nos puede servir también como red de acceso a los distintos tipos de redes dedicadas que puedan existir, como la Red Telefónica Básica (R.T.B.) o la Red de Datos de Conmutación de Paquetes.

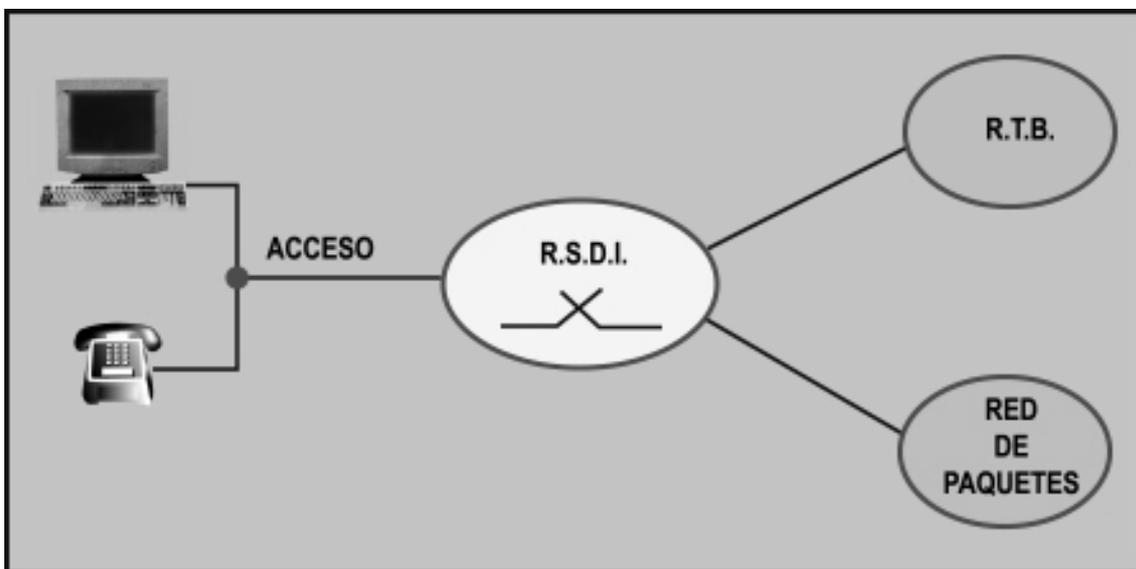


Figura 9.1: Accesibilidad de la R.D.S.I.

Cabe recordar que la R.D.S.I. nace como evolución a una primera idea de Red Digital Integrada o R.D.I., ofreciendo además de conexiones por conmutación de circuitos a 64 Kbits/seg., y como diferencia de la R.D.I., elementos de conmutación de paquetes.

## 9.2. ESTRUCTURA GENERAL DE LA R.D.S.I.

La R.D.S.I. está basada en una serie de elementos que son necesarios para su correcto funcionamiento, a continuación se le relacionan los principales elementos:

- **Accesos digitales de usuario:** Van a permitir la conexión de los terminales de usuario a la Red a través de unas conexiones digitales de acceso normalizadas. La digitalización del acceso de usuario permite proporcionar la conectividad digital extremo a extremo entre usuarios.

- **Red de tránsito:** La cual interconecta las centrales locales entre sí o con los nodos especializados de la red. Esta basada en:

- Sistemas digitales de transmisión.
- Centrales digitales de conmutación.
- Sistemas de señalización por canal común.

- **Elementos de conmutación de paquetes:** Integrados en la propia R.D.S.I.

- **Nodos especializados:** Que pueden ser de diversos tipos, como son:

- Nodos para servicios centralizados y de valor añadido.
- Nodos de interconexión con otras redes.
- Nodos de operadoras.
- Nodos de explotación de red.

## 9.3. ACCESOS DE USUARIO.

La UIT define dos tipos de acceso entre el usuario y la red, estos son:

- Acceso Básico de usuario (2B+D).
- Acceso Primario de usuario (30B+D).

### 9.3.1. Acceso Básico de usuario (2B+D).

El **Acceso Básico** esta compuesto de **dos canales B de 64 Kbits/seg. cada uno**, destinados al **transporte** de una amplia variedad de **flujos de información digital** entre un terminal y una central local R.D.S.I. **en ambas direcciones**.

Por estos canales B vamos a poder mandar información del tipo, voz digital codificada y datos digitales.

Además de los canales B, el acceso básico va a tener otro canal al que llamamos **canal D**, a una velocidad de **16 Kbits/seg.**, que está destinado a la transferencia de **señalización** para poder establecer las comunicaciones de los **canales B**, quedándole tiempo para **transferir mensajes usuario-usuario y datos** a baja velocidad y bajo caudal de tráfico.

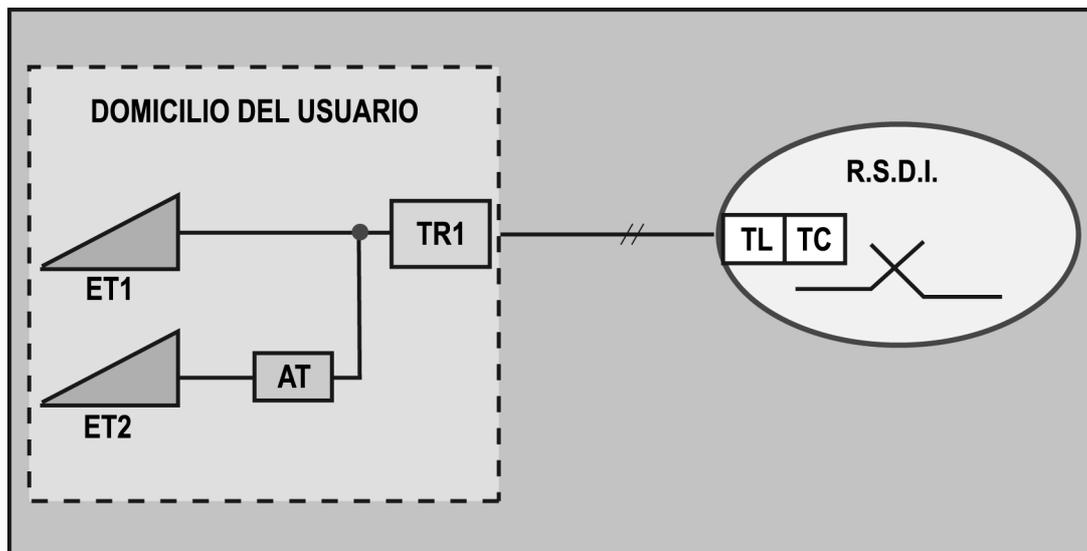


Figura 9.2: Acceso Básico.

Las **agrupaciones funcionales** que nos vamos a encontrar en el domicilio del usuario pueden ser:

- **ET1**: Equipo terminal 1 o Terminal R.D.S.I., es un terminal diseñado para su conexión a este tipo de Red, algunos ejemplos de este tipo de terminales van desde un simple terminal telefónico digital hasta un terminal para videoconferencia o un fax grupo IV.

- **ET2**: Equipo terminal 2 o Terminales no R.D.S.I., engloba a todos los terminales que no han sido diseñados para la R.D.S.I., y que por tanto no pueden conectarse directamente a ella. Terminales tipo 2 son todos aquellos que pueden conectarse a las redes ya existentes (teléfonos analógicos, terminales de datos X-25 V-24/36, fax grupo 2/3, etc.).

- **AT**: Adaptador de terminal, este equipo permite a terminales del tipo ET2 conectarse a la R.D.S.I. realizando las adaptaciones necesarias de señales y velocidad. Ejemplos de AT's son:

- AT a/b: permiten la conexión de terminales analógicos como, teléfonos analógicos, fax 2/3, etc.

- AT X-25: permite conectar terminales de datos X-25.

- **TR1**: Unidad de terminación de red, realiza una adaptación del nivel físico entre la interfaz hacia el terminal o el adaptador de terminal, y la línea de usuario digital. Las principales funciones de un TR1 son:

- Terminación de la línea exterior de transmisión digital, conexión a la línea.

- Mantenimiento de las conexiones físicas en la línea y control de la calidad de transmisión.

- Sincronización de las instalaciones de usuario con respecto a la red, control de tiempos.

- Suministra la alimentación de potencia a la interfaz a la que están conectados los terminales, tanto en local como desde la línea.

- Multiplexación del flujo de bits.

- Adaptación del nivel físico entre los terminales y la línea del usuario.

- Manejo de colisiones.

A la entrada de la central R.D.S.I., representados en la figura 9.2., nos encontramos otras agrupaciones funcionales del acceso:

- **TL**: Equipo de transmisión digital, realiza funciones similares a la TR1 del lado de la central local, además se encarga de las funciones del mantenimiento de la línea de transmisión digital.

- **TC**: Terminación de central, realiza la conexión de los canales de información con las etapas de conmutación de la central, soporta el procesamiento de la señalización de usuario, controla la activación y desactivación de la línea digital y realiza el mantenimiento correspondiente del acceso del usuario.

Al interfaz que parte del TR1 hacia el usuario, se le denomina **bus pasivo**.

### **9.3.2. Acceso Primario (30B+D).**

Se trata de una **trama de 2 Mbits/seg.**, es decir de un sistema M.I.C. de 30 canales (como hemos visto en temas anteriores, realmente 32), en el que el intervalo 0 se usa como sincronismo, el **intervalo 16 para el canal D a 64 Kbits/seg.**, y los **30 intervalos restantes como canales B de 64 Kbits/seg.** cada uno.

Como podemos ver en la figura 9.3. aparece un nuevo equipo terminal de red (**TR2**), aunque realmente el TR2 lleva integrado un TR1.



La **interfaz V** sin embargo, podemos decir que **es una interfaz virtual**, ya que no existe separación física entre **TL** y **TC** en las centrales de conmutación R.D.S.I.

## 9.5. CODIGOS DE LÍNEA.

La UIT tiene normalizados los códigos de línea que se usan a nivel físico en la interfaz S y en la interfaz U, y estos son:

- **Accesos Básicos:** En la **interfaz S** se usa el código **AMI** (Alternative Mark Inversion). En la **interfaz U** y en los Sistemas AXE y 5ESS el **2B1Q**, y en el sistema 1240 el **4B3T**.

- **Accesos Primarios:** La interfaz U es el sistema de 2 Mbits/seg., por lo que emplea el **HDB3** (High Density Bipolar con un máximo de 3 ceros consecutivos).

## 9.6. SERVICIOS R.D.S.I.

Los servicios que ofrece la R.D.S.I. se dividen en dos categorías básicas:

- Servicios Portadores.
- Teleservicios.

Existen también los llamados Servicios Suplementarios, que lo que hacen es modificar o complementar a un servicio de telecomunicación básico. Algunos servicios suplementarios son, portabilidad de terminales, llamada en espera, presentación usuario llamante, etc.

### 9.6.1. Servicios portadores.

Ofrecen al usuario R.D.S.I. la **capacidad de transporte de información**, independientemente de su contenido y aplicación, entre dos equipos terminales.

Dependiendo de las modalidades y capacidades de transferencia de información, vamos a tener diferentes tipos de servicios portadores.

Atendiendo al modo de transferencia de información tenemos:

- Servicios portadores **Modo Circuito**.
- Servicios portadores **Modo Paquete**.

### 9.6.2. Teleservicios.

Los teleservicios son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa, incluida las funciones del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios conforme a los procedimientos particulares establecidos para ese servicio. Esto significa que la prestación de un teleservicio se recibe a través de un determinado terminal.

Cada teleservicio utilizará para su prestación un servicio portador de los definidos anteriormente.

Los teleservicios que ofrece la R.D.S.I. principalmente son: Telefonía, Telefonía a 7 Khz., Fax grupo 2/3, Fax grupo 4, Teletex, Videotex, Videotelefonía, etc.

Los usuarios pueden acceder a los distintos servicios de telecomunicación con los equipos terminales apropiados.

## RESUMEN

La **R.D.S.I.** es una red capaz de transportar información de distintos tipos, como puede ser la voz, datos, textos e imágenes en forma digital.

La UIT tiene normalizados dos tipos de acceso digitales para la R.D.S.I.:

- **Accesos Básicos (2B+D)**: dos canales B a 64 Kbits/seg. cada uno y un canal D a 16 Kbits/seg.

- **Accesos Primarios (30B+D)**: es un sistema M.I.C. de 2 Mbits/seg. con 30 canales B a 64 Kbits/seg., 1 canal D a 64 Kbits/seg. y el canal restante para sincronismo

Tanto los accesos básicos como los primarios están formados por las llamadas **agrupaciones funcionales** y que pueden corresponder a un equipo físico o a parte de él:

- **ET1**: Terminal R.D.S.I.
- **ET2**: Terminal no R.D.S.I.
- **AT**: Equipo para conectar terminales no R.D.S.I.
- **TR1**: Unidad de terminación de red 1.
- **TR2**: Unidad de terminación de red 2.
- **TL**: Equipo de transmisión digital en la central.
- **TC**: Equipo de conexión con las etapas de conmutación de la central.

Las **separaciones** entre las **agrupaciones funcionales** son los llamados **puntos de referencia** que **pueden ser físicos o virtuales** y que son, interfaz **S**, interfaz **T**, interfaz **R**, interfaz **U** e interfaz **V**.

En la interfaz S se utiliza el **código de línea AMI**, en la interfaz U y en los Accesos Básicos el **2B1Q** en los sistemas AXE y 5ESS y el **4B3T** en el sistema 1240, mientras en los Accesos Primarios se usa el **HDB3** en la interfaz U.

Los **servicios** que ofrece la **R.D.S.I.** son:

- **Servicios Portadores**: Ofrecen al usuario la capacidad de transporte de información entre dos terminales. Se clasifican en dos grupos:

- Servicio Portador **Modo Circuito**.
- Servicio Portador **Modo Paquete**.

- **Teleservicios**: Servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa, incluidas las funciones del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios conforme a los procedimientos particulares establecidos para ese servicio. Los teleservicios de la R.D.S.I. son: Telefonía, Telefonía a 7 Khz., Fax 2/3, Fax 4, Videotelefonía, etc

- **Servicios Suplementarios**: Complementan algún servicio básico.

## **EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

1.- Un Acceso Básico consta de:

- a) Dos canales B a 16 Kbits/seg. y un canal D a 64 Kbits/seg.
- b) Dos canales B a 64 Kbits/seg. y un canal D a 64 Kbits/seg.
- c) Dos canales B a 64 Kbits/seg. y un canal D a 16 Kbits/seg.
- d) Ninguna de las anteriores.

2.- Un Acceso Primario consta de:

- a) 30 canales B a 16 Kbits/seg. y un canal D a 64 Kbits/seg.
- b) 30 canales B a 64 Kbits/seg. y un canal D a 64 Kbits/seg.
- c) 30 canales B a 64 Kbits/seg. y un canal D a 16 Kbits/seg.
- d) Ninguna de las anteriores

3.- La interfaz que forma el llamado bus pasivo del usuario es la:

- a) Interfaz U.
- b) Interfaz S.
- c) Interfaz R.
- d) Ninguna de las anteriores.

4.- El código de línea usado en la interfaz S es:

- a) 2B1Q.
- b) AMI.
- c) HDB3.
- d) Ninguna de las anteriores.

5.- La Telefonía a 7 Khz. es:

- a) Un Servicio Portador.
- b) Un Servicio Suplementario.
- c) Un Teleservicio.
- d) Ninguna de las anteriores.



## **SOLUCIONES**

### **EJERCICIOS DE AUTOCOMPROBACIÓN**

## SOLUCIONES

### TEMA 1:

1 b; 2 c; 3 d; 4 b; 5 c.

### TEMA 2:

1 b; 2 c; 3 a; 4 c; 5 a.

### TEMA 3:

1 c; 2 b; 3 a; 4 c; 5 b.

### TEMA 4:

1 c; 2 b; 3 c; 4 b; 5 d.

### TEMA 5:

1 c; 2 a; 3 b; 4 b; 5 c.

### TEMA 6:

1 b; 2 c; 3 b; 4 c; 5 c.

### TEMA 7:

1 c; 2 c; 3 c; 4 c; 5 c.

### TEMA 8:

1 c; 2 a; 3 c; 4 b; 5 c.

### TEMA 9:

1 c; 2 b; 3 b; 4 b; 5 c.