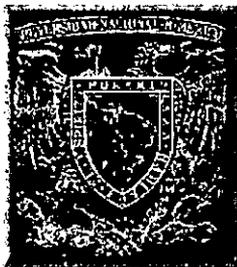


57  
2es.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“ TELEFONIA DIGITAL Y REDES DIGITALES DE  
SERVICIOS INTEGRADOS ( RDSI ).  
PRINCIPIOS DE CONMUTACION Y SEÑALIZACION  
DIGITAL. ”

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

**JULIO CESAR HERRERA SOTO**

ASESOR : ING. JOSE LUIS RIVERA LOPEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.

1998

262685

... CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLÁN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
PRESENTE.

ATN: Q. MA. DEL CARMEN GARCÍA MIJARES  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Telefonía Digital y Redes de Servicios Integrados (RDSI).  
Commutación y Señalización Digital"

que presenta el pasante: Herrera Soto Julio César  
con número de cuenta: 8909208-0 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 27 de Abril de 19 88

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Ing. José Luis Rivera</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Vicente Kaguño</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Blanca De la Peña</u>	<u>[Firma]</u>

## PROLOGO

A pesar del hecho de que la palabra DIGITAL fue introducida muy recientemente, esta clase de señales ya se ha estado usando desde hace algunos años, especialmente en el dominio de las telecomunicaciones.

El presente trabajo consta de tres partes fundamentales:

La primera parte está enfocada a la comprensión de como es transmitida una señal digital, sin introducimos a los conceptos básicos de tratamiento de la señal antes de la transmisión. En esta parte el lector entenderá lo que es la Multiplexación por División de Tiempo, es decir, la forma en que se enlazan 32 señales (ó 24) en una misma portadora.

La segunda parte hace mención del concepto de conmutación. La conmutación es la forma de mantener cerrado un circuito, de tal manera que dos personas puedan comunicarse a traves de la red telefónica. En esta parte se da el concepto y se explica un ejemplo de conmutación a traves de la red.

Para finalizar se mencionará en forma general lo que es la señalización. Cabe mencionar que la señalización es parte esencial para hacer la conexión entre dos personas (conmutación), ya que en estas se transmiten señales (información) para hacer el proceso de conmutación. En esta parte se mencionarán las formas de señalización: de registro, por canal asociado y por canal común

## INTRODUCCION

En 1876, 32 años después de que se instalase la primera línea telegráfica, Alexander Graham Bell patentaba un nuevo aparato llamado teléfono.

En un principio, las comunicaciones telefónicas se producían solo, a nivel local, dentro de una misma ciudad, llegándose, gracias a los avances tecnológicos, a la extensión mundial que hoy tienen.

Las redes telefónicas se componen fundamentalmente del propio aparato o terminal telefónico (abonado) conectado mediante redes de cableados urbanos a las centrales telefónicas locales. Estas centrales están conectadas con el resto de las centrales locales de la red a través de centrales de tránsito.

Toda central consta de un equipo de conmutación, que es el que nos permite seleccionar al abonado telefónico al que deseamos llamar y de un equipo de transmisión que es el que transmite las señales de unas centrales a otras.

Los medios de transmisión son muy variados y van desde cables de pares de hilos de cobre hasta fibra óptica o comunicaciones por satélite, pasando por los cables coaxiales o las transmisiones por radio.

Actualmente se están modernizando las técnicas de transmisión y de conmutación, pasándose de técnicas analógicas a digitales, lo cual permitirá, tanto un aumento en la calidad de las transmisiones, como disponer de nuevos servicios que solo pueden ofrecer las centrales digitales, como la tarificación detallada, el desvío de llamadas o las conversaciones a tres, amén de ser un paso previo para la aparición de la futura Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Por otro lado nuestros teléfonos tienen dos formas de indicarle a la central a la que están conectados a que número se pretende llamar; una es mediante la marcación decádica, basada en aperturas y cierres de la línea, que es típica de los teléfonos de disco que producen esas aperturas y cierres al girar.

Otra es la marcación multifrecuencia, típica de los teléfonos de teclas, que envían una combinación de dos frecuencias para cada número marcado.

Las frecuencias emitidas por el teléfono al marcar están entre los 700 y 1700 Hz, lo cual quiere decir que podemos ocupar nuestro teclado telefónico, incluso para controlar algo a distancia una vez que esté establecida la comunicación, como puede ser nuestro contestador automático. Esto se debe a que la red telefónica nos permite enviar de un teléfono a otro, cualquier frecuencia que esté entre 300 y 3400 Hz, lo que hace que un canal telefónico tenga un ancho de banda de 3100 Hz. De hecho, a la voz humana, que puede emitir frecuencia de hasta 10 KHz, la red telefónica le recorta las frecuencias superiores a 3400 Hz, no emitiéndolas, por lo cual, la voz por teléfono tiene ese timbre tan particular.

El objetivo básico de una central telefónica es establecer el enlace entre dos abonados - uno llamante y otro llamado - que desean establecer una conversación, para ello se debe disponer de los medios físicos y señalización necesarios para alcanzarlo con efectividad.

La conmutación telefónica es el proceso mediante el cual se establece y mantiene un circuito de comunicación capaz de permitir el intercambio de información entre dos usuarios cualquiera. La imposibilidad de tener permanentemente conectados a todos los usuarios entre sí, con dedicación exclusiva de ciertos medios para su uso, es lo que hace necesario el empleo de un sistema que permita establecer el enlace para la comunicación solamente durante el tiempo que esta dure. Los sistemas que consiguen una mayor eficacia son las centrales telefónicas con sus diversas modalidades.

La función principal de una central de conmutación es establecer el contacto temporal entre dos usuarios que desean comunicarse, gracias a la información (numeración) proporcionada por el solicitante, por lo que se debe establecer un intercambio de señales -señalización- tanto entre éste y la central local como entre esta y las otras para completar la llamada. Estas señales corresponden a las distintas fases de la conmutación y en el presente trabajo serán explicados de una manera más clara.

INDICE

DESARROLLO:.....	1
CAPITULO I. MULTIPLEXACION POR DIVISION	
DE TIEMPO TDM	
1.1. Concepto.....	1
1.2. Estructura de trama de 32 canales.....	1
1.3. Estructura de trama de 24 canales.....	2
1.4. Sistema PCM de alto orden.....	3
CAPITULO II. CONMUTACION	
2.1. Evolución de la red telefónica.....	7
2.1.1. Red analógica.....	7
2.1.2. Red híbrida.....	8
2.1.3. Red Digital Integrada.....	8
2.2. Principios de conmutación.....	12
2.2.1. Puerto transmisor y puerto receptor.....	12
2.2.2. Principios de conmutación digital.....	12
2.2.3. Ejemplo de conmutación digital .....	12

CAPITULO III. SEÑALIZACION

3.1. En un ambiente analógico MFC.....	17
3.1.1. Señalización de línea.....	17
3.1.2. Señalización de registro.....	18
3.2. En un ambiente digital.....	21
3.2.1. Señalización por canal asociado.....	21
3.2.2. Señalización de registro.....	26
3.2.3. Señalización por canal común.....	26
CONCLUSIONES.....	28
GLOSARIO.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	31

## CAPITULO I MULTIPLEXACION POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)

### 1.1. CONCEPTO

Un sistema TDM es un sistema de transmisión en el cual un número de comunicaciones están multiplexadas en una portadora al asignar a cada comunicación un espacio específico de tiempo. En el espacio de tiempo asignado, se transmite el "valor momentáneo" (fotografía de la señal). Para usar un sistema TDM, cada señal analógica debe prepararse, convirtiendo la señal continua en muestras, generadas a intervalos regulares.

En el lado de recepción de la portadora, la cadena de bits debe ser demultiplexada.

Esto será realizado por:

-análisis del alineamiento: el canal 0 de la cadena de bits contiene un patrón específico de bits (sincronización del reloj en el lado receptor).

-colocar las diferentes muestras de 8 bits de los canales en registros (buffers) individuales.

-convertir las muestras de 8 bits en las señales analógicas originales.

Un demodulador será usado para generar estas señales analógicas.

### 1.2. ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 32 CANALES.

Usando un sistema TDM, un número de comunicaciones puede ser combinado en una portadora. Cada comunicación esta representada por un a serie de muestras, cada una de las cuales se representa en la forma de un código digital. En Europa ha sido estandarizado y aceptado por la ccitt un sistema TDM de 32 canales. Cada canal tiene 8 bits. Esta estructura es llamada trama (frame) y tiene 256 bits.

Una llamada es asignada a un canal en una trama semejante. Esto significa que se pueden enviar 8 bits en cada trama. Como una señal de abonado es muestreada cada 125  $\mu$ s, la duración de un canal es:  
 $125\mu\text{seg}/32 = 3.906 \mu\text{seg}$ .

La velocidad de transmisión (bit rate) de la cadena del PCM es de 256 bits en 125  $\mu$ seg, lo cual corresponde a 2.048 Mbits/seg.

En la estructura de la trama, la asignación de los canales es de la siguiente manera. Figura 2.1.

- canal 0: sincronización de la trama (alineación)
- canal 16: señalización.
- canal 1-15 y 17-31: voz/datos.

De un total de 32 canales, únicamente 30 pueden ser usados para señales de voz. Esta es la razón por la que esta estructura es llamada algunas veces estructura de la trama de 30 canales. Cada canal usado para señales de voz contiene 8 bits, de los cuales el primero es usado como bit de signo y los otros siete son bits de magnitud codificados de acuerdo a la ley "A". En cada trama el mismo número de canal será dado al mismo abonado.

### 1.3. ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 24 CANALES

La cadena de bits consiste de tramas que contienen 193 bits, donde un bit es usado para la alineación y 192 son usados por los 24 canales de 8 bits cada uno.

Una llamada puede ser asignada a cierto número de canal. Así que cada abonado estará disponible para enviar 8 bits en cada trama, esto es cada  $\mu$ seg. Esto significa que la duración máxima de una trama (193 bits) es de  $\mu$ seg.

La razón o velocidad de transmisión (bit rate) de una trama es de 193 bits en 125  $\mu$ seg o 1.544 Mbits/seg.

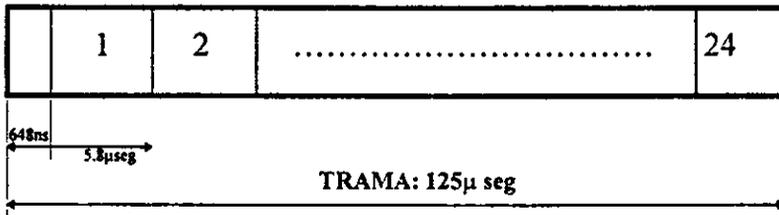
La duración de un bit es de  $125 \mu\text{seg} / 193 = 648 \text{ nseg}$ .

La duración de un canal es de  $8 \times 648 \text{ nseg} = 5.18 \mu\text{seg}$ .

Los 24 canales son usados del mismo modo. Todos son usados tanto para voz como para señalización. La alineación es hecha por un bit que es asociado a estos 24 canales. Cada canal tiene 8 bits de los cuales el primero es un bit de signo y los otros 7 son bits de magnitud, codificados de acuerdo a la ley "μ" (estandarizado por el sistema Bell de North American y el CCITT)

Cuando un número de canal es dado a un abonado, ese abonado puede enviar 8 bits en cada trama, siempre usando el mismo canal. Esta es la razón por la que se tienen 8000 tramas por segundo. Fig 1.2

FIGURA 1.2 TRAMA DE 24 CANALES



#### 1.4. SISTEMAS PCM DE ALTO ORDEN.

Usando un PCM normal de 32 canales, 30 comunicaciones pueden ser manejadas sobre una portadora.

Si el ancho de banda de la portadora es suficiente, entonces más canales pueden ser enviados por una portadora usando un PCM de alto orden.

Esto significa, que reduciendo el tiempo necesario para enviar un pulso, más pulsos pueden ser enviados en la misma unidad de tiempo.

Observaciones:

■ Razón de transmisión y frecuencia de línea.

Aquí existe una relación directa entre el número de símbolos por segundo en la línea y el ancho de banda de la frecuencia requerido para transmitirlos.

Usando las mejores técnicas de transmisión se puede probar que el mismo ancho de banda necesario para la comunicación, es igual a la velocidad de transmisión de símbolo/2, donde la mayoría de los casos es igual a la transmisión de bits/2.

■ Regeneración.

En un sistema de transmisión digital, todo el ruido de transmisión puede ser eliminado en tanto que la señal permanezca lo suficientemente fuerte en relación al ruido. Como resultado, los regeneradores son colocados a distancias regulares durante una transmisión, los cuales restaurarán la señal digital en su forma original.

Estos regeneradores están localizados en intervalos regulares a lo largo de la trayectoria de la transmisión.

La figura 1.3 muestra un sistema pcm de alto orden típico.

FIG. 2.1 ESTRUCTURA DE TRAMA DE 32 CANALES

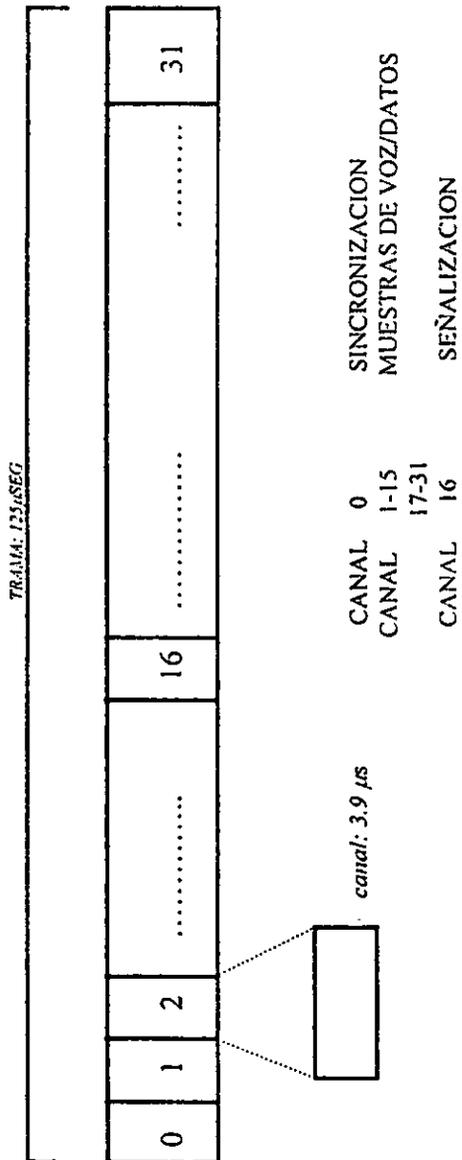
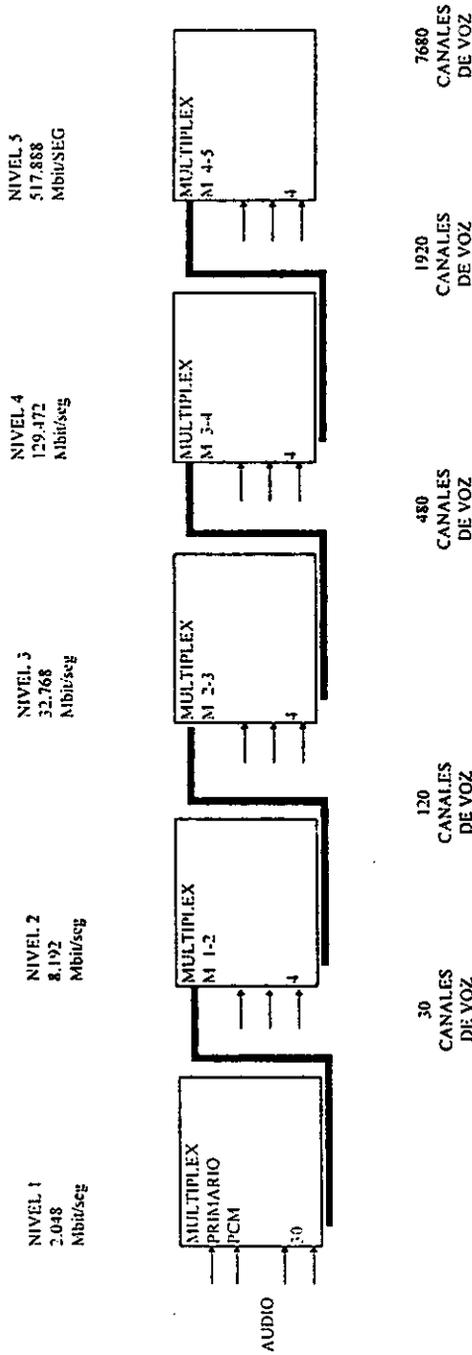


FIGURA 1.3 PCM DE ALTO ORDEN



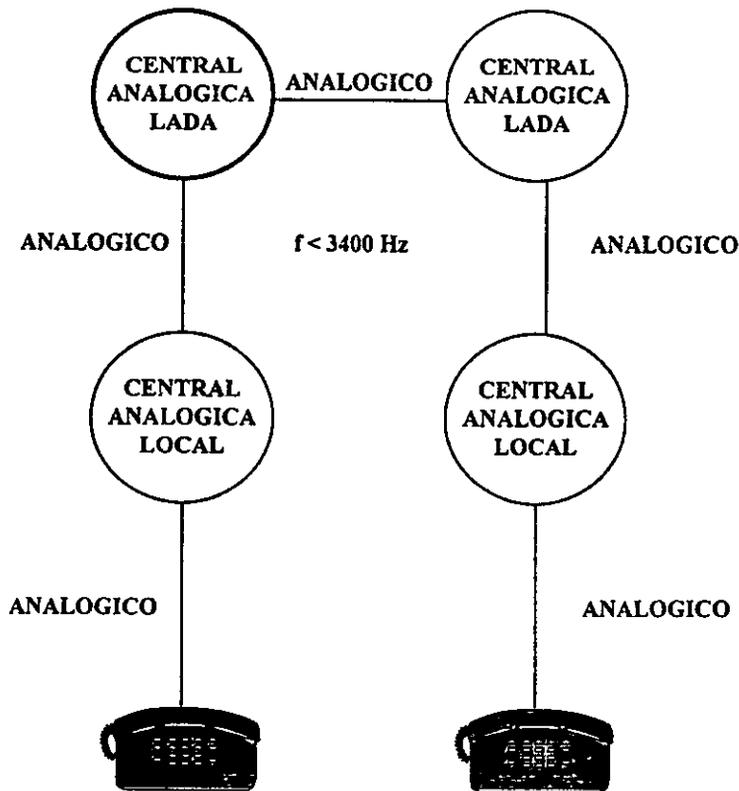
## CAPITULO II : CONMUTACION DIGITAL

### 2.1. Evolución de la red telefónica

#### 2.1.1. Red telefónica analógica:

Cerca de los años 70's la red telefónica usada en todas las ciudades, consistió de conmutaciones analógicas, conectadas por sistemas de transmisión analógicos. Fig.2.1.

Fig. 2.1 Red telefónica analógica



### **2.1.2. Red telefónica híbrida:**

Desde la introducción de redes de larga distancia en los años 30's, un nuevo problema apareció en la red telefónica: el ruido de transmisión reducía la calidad de la red de larga distancia a niveles inaceptables.

Como resultado, las compañías telefónicas inician la búsqueda de sistemas que podrían transmitir datos sin introducir ruido. Una solución para este problema fué encontrada en los años 70's: la introducción de transmisión digital dentro de las redes telefónicas analógicas.

El primer sistema comercial de este tipo llegó a estar disponible ya avanzados los 60's y la red telefónica analógica fue lentamente evolucionando hacia la red híbrida. Fig 2.2

Esta red telefónica híbrida consiste de:

- a. Sistemas de transmisión digital basado en un formato de trama de 32 canales PCM.
- b. Puntos de conmutación analógica conectando conversaciones en forma analógica.
- c. Un convertidor de analógico a digital en el nivel de troncales de cada central.

### **2.1.3. Red digital integrada (IDN)**

Ya que los sistemas de transmisión digital tienen la habilidad de eliminar el ruido de transmisión completamente, la calidad de la señal pudo mejorarse. Sin embargo, el costo global de tal red híbrida fue muy alto (convertidor A/D en cada punto de conmutación). Para mejorar la relación costo-eficiencia, la administración telefónica ha tratado de eliminar los convertidores intermedios (A/D).

Por tanto, se ha desarrollado un conmutador TDM . Con la comercialización de las centrales digitales en los 80's, el camino fué abierto para la introducción de nuevas redes telefónicas con relación costo-eficiencia muy buena, las cuales consisten de:

- centrales digitales
- sistemas de transmisión digital.

Esta red es llamada "La Red Digital Integrada" (IDN), y es la mejor solución costo-efectivo para las redes modernas digitales y como resultado se introducirá en todo el mundo en las siguientes décadas. Fig 2.3

Fig. 2.2 Red telefónica híbrida

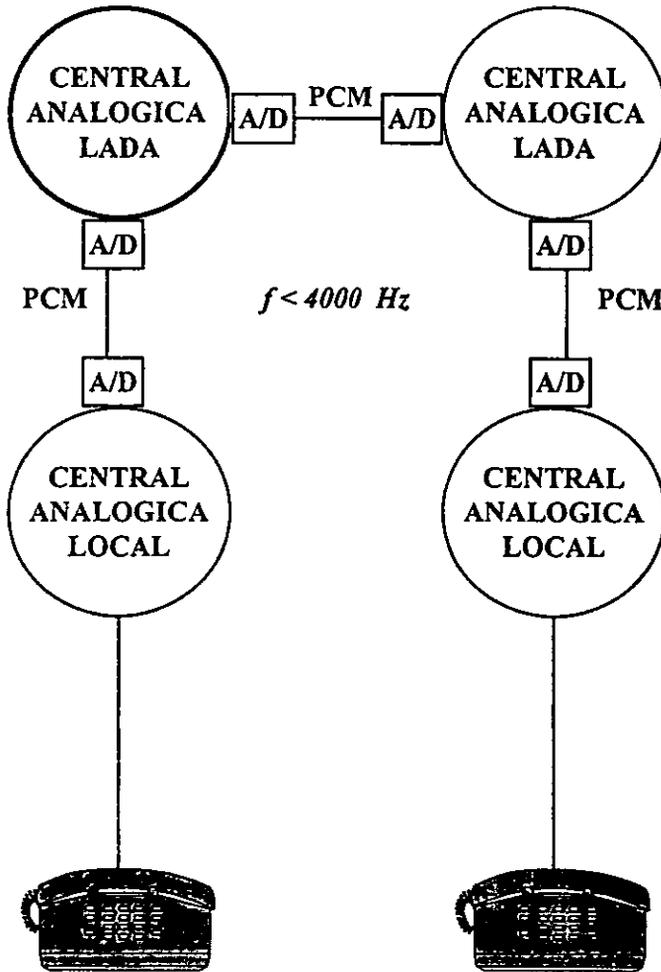
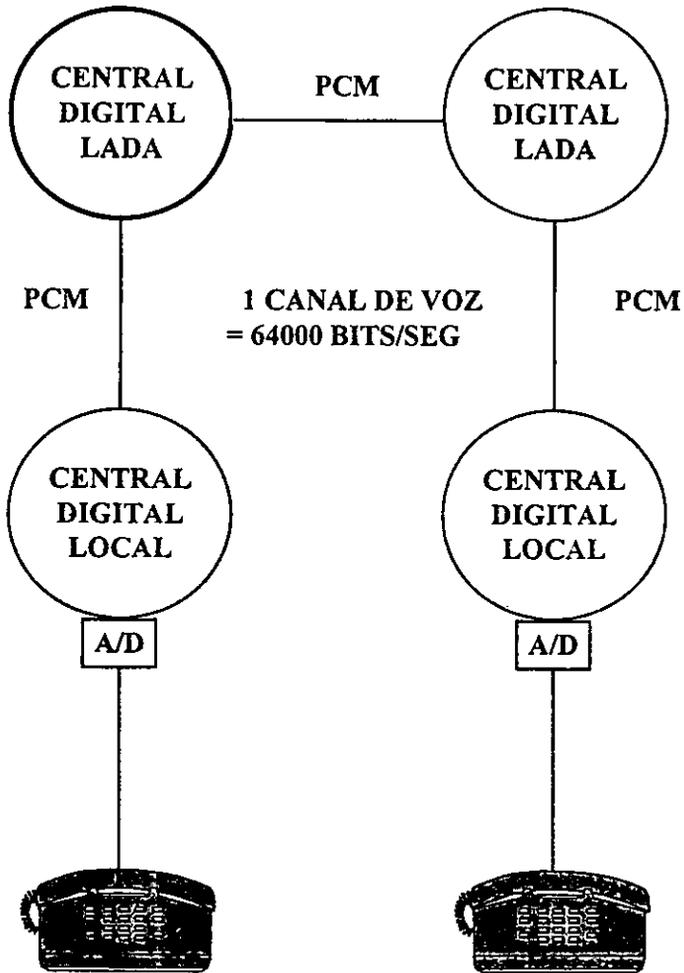


Fig. 2.3 Red digital integrada



## 2.2. CONMUTACION DIGITAL.

En una central digital, un conmutador digital o en tiempo recibe cadenas de bits PCM de 32 canales y transmite el PCM a los puertos físicos. Una cadena PCM contiene información para 30 comunicaciones diferentes.

### 2.2.1. Estructura de un elemento de conmutación, puerto receptor y puerto transmisor.

Una conmutación digital tiene que dividir la información que entra en un puerto en 30 diferentes direcciones. La estructura de una unidad de conmutación se muestra en la figura 2.4. Cada una de estas unidades de conmutación, consiste de:

- a) Un número de puertos (16 en el caso más frecuente). Cada puerto está constituido por un puerto transmisor y uno receptor.

Los puertos están interconectados por medio de un sistema de bus paralelo (bus de TDM). Una estructura más detallada de un puerto receptor y transmisor se muestra en la fig 2.5.

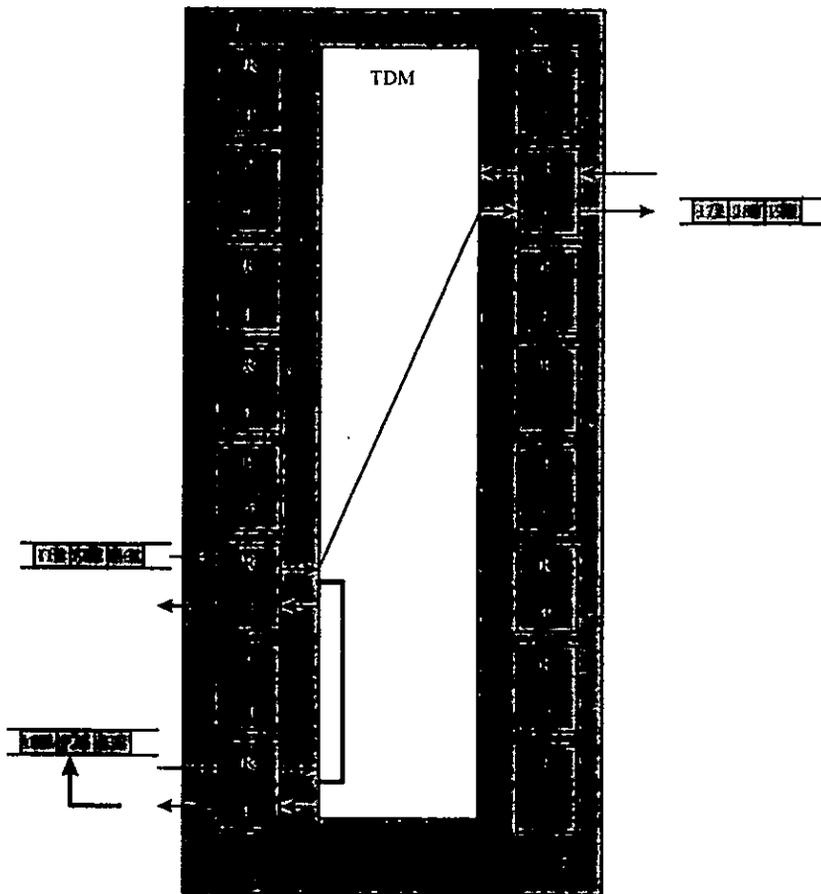
### 2.2.2 Principios de Conmutación Digital.

El puerto receptor recibe series de bits consecutivos formando un canal. Todos los bits en el canal serán enviados al mismo destino. Como resultado, el tiempo de conmutación no conmutará bit por bit, pero si canal por canal. El puerto receptor consiste de las siguientes partes:

- un registro (latch), donde los bits de un canal son almacenados hasta que el canal completo es recibido.
- un registro (buffer) conteniendo el puerto de destino y las identidades de destino, para todos los canales los cuales están en uso.

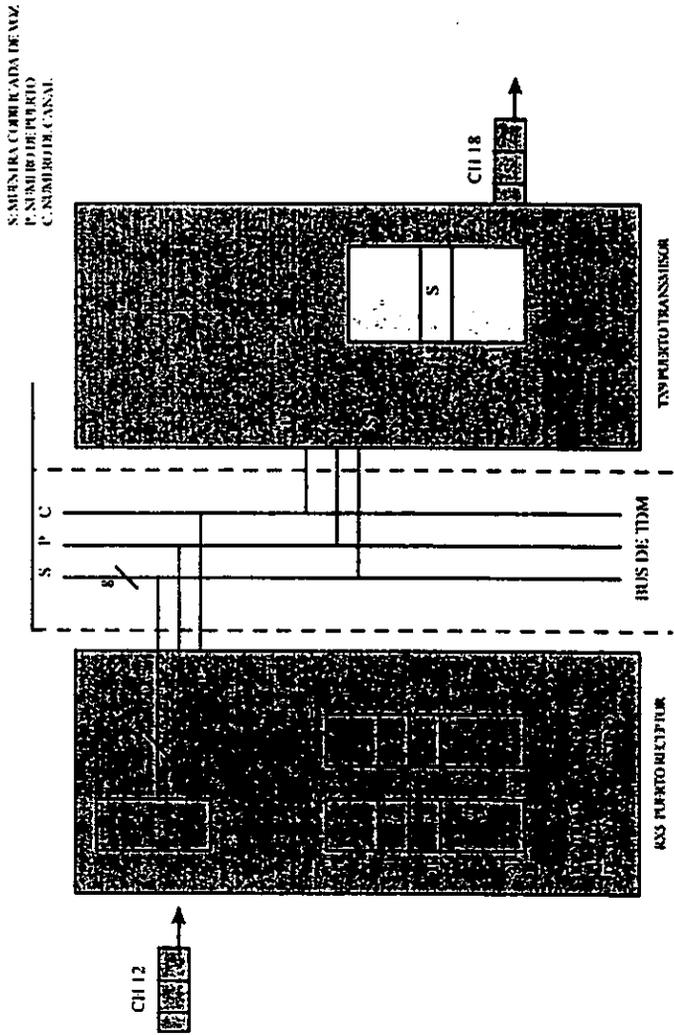
El puerto transmisor envía los canales PCM. El puerto contendrá un registro (buffer) para almacenar muestras de datos hasta que ellas puedan ser enviadas conjuntamente.

FIGURA 2.4 PRINCIPIOS DE CONMUTACION DIGITAL

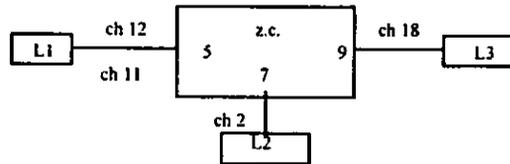


CANAL DE VOZ PARA PUERTO 5 CH11 ES CONECTADO AL PUERTO 7 CH2  
CANAL DE VOZ PARA PUERTO 5 CH12 ES CONECTADO AL PUERTO 9 CH 18

FIGURA 2.5 PRINCIPIOS DE CONMUTACION DIGITAL



### 2.2.3. Ejemplo de conmutación digital.



Dos llamadas se originan en la central local L1, la primera será enrutada a la central local L2 y la segunda a la central local L3.

#### ■ Enrutamiento de la primera llamada.

La primera llamada inicia desde un abonado conectado a L1. La llamada es enrutada a través de la red de conmutación de L1 a una troncal de salida, dando acceso al canal 11 de un TDM que lleva a la zona centro, el cual es conectado al puerto receptor 5.

El puerto transmisor 7, se conecta al sistema TDM de 32 canales que lleva a la central local L2. Una vez preparada esta, la llamada se asignó al canal 2. Como resultado, los datos transmitidos en el canal 2 del sistema de 32 canales serán enviados a una troncal de entrada de la central local L2, la cual es conectada a través de la red al abonado llamado.

Resultado: Los datos que entran a la red de la zona centro en el canal 11 del puerto de recepción 5 tienen que ser enviados al puerto de transmisión 7, canal 2.

En el puerto de recepción 5 (Rx5) se almacena la siguiente información:

- la muestra codificada de voz de 8 bits
- identidad del puerto destino: puerto transmisor Tx7
- identidad del canal destino: canal 2

El puerto receptor Rx5 ahora enviará las muestras codificadas de voz (s) vía el bus del TDM hacia el puerto transmisor Tx7. Esta muestra será almacenada en la dirección 2 (identidad del canal destino) del almacén de datos de Tx7, donde el puerto está esperando para la transmisión en el canal 2 de los 32 canales del sistema dirigiéndolo hacia la central L2.

■ **Enrutamiento de la segunda llamada.**

La segunda llamada se inicia desde otro abonado conectado a L1. Esta es enrutada a través de la red de conmutación de L1 a una troncal de salida dando acceso al canal 12 del mismo sistema TDM que lleva hacia la zona central, la cual está conectada al puerto receptor 5. El puerto transmisor 9 está conectado a un sistema TDM de 32 canales que lleva hacia L3. Al momento del establecimiento, la llamada fué asignada al canal 18. Como resultado, los datos transmitidos en el canal 18 del sistema de 32 canales, se enviarán a una troncal de entrada de la central local de L3, la cual es conectada a través de la red hacia el abonado llamado.

Resultado: Los datos que llegan a la red de la zona centro en el canal 12 del puerto receptor 5, tienen que enviarse al puerto transmisor 9 canal 18.

En el puerto receptor Rx5 la siguiente información será almacenada.

- las muestras codificadas de voz de 8 bits.
- identidad del puerto destino: puerto transmisor Tx9.
- identidad del canal de destino: canal 18.

El puerto de recepción Rx5 ahora enviará la muestra de voz (s) codificada vía el TDM hacia el puerto transmisor Tx9.

Esta muestra será almacenada en la dirección 18 (identidad del canal de destino) de los datos almacenados de Tx9, donde el puerto está esperando para la transmisión en el canal 18 del sistema de 32 canales enviados hacia la central L3.

## **CAPITULO III. SEÑALIZACION**

### **3.1. Señalización en un medio ambiente MFC Analógico**

#### **3.1.1. Señalización de línea señalización de registro.**

Para ejecutar las funciones de conmutación, han tomado acciones especiales. Es necesaria una comunicación entre el abonado y la central y también entre centrales, para decirle a la central como ejecutar sus funciones de conmutación. Esta fase de comunicación es llamada "señalización".

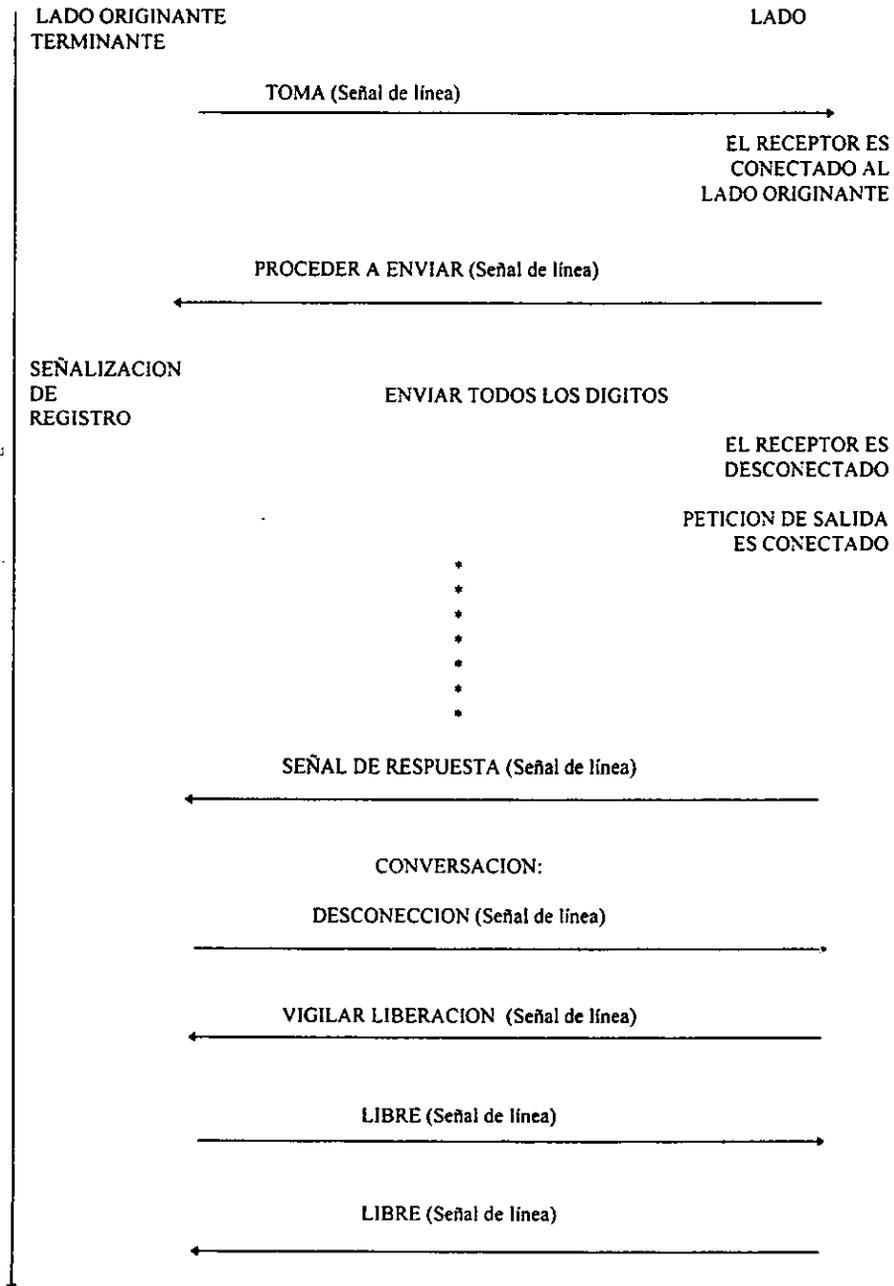
El primer tipo de comunicación llamado señalización de línea es intercambiado entre los circuitos de línea ( o circuitos troncales). El principal objetivo de esta fase de señalización de línea es informar a la siguiente central, de la intención de iniciar o liberar una llamada. Al momento de establecer una llamada entre centrales, se toma una troncal, después de la toma la información de selección pasará entre un registro en la central saliente y el registro en la central entrante. La fase de intercambio de información es llamada "señalización de registro" y hará uso de la misma troncal (trayectoria de voz) el cual más tarde será usado para la conversación telefónica.

En telefonía, únicamente se usa un escenario de señalización para establecer una llamada. Fig 3.1.

Para la liberación de una llamada, existen dos escenarios:

- Si el abonado llamante cuelga primero, una señal de liberación hacia adelante inicia la liberación de todos los dispositivos.
- Si el abonado llamante cuelga primero, se usará una señal de liberación hacia atrás, resultando en un tiempo de espera (time out). A la expiración de este tiempo de espera o cuando el abonado llamante cuelga, la llamada será liberada.

FIG. 3.1 ESCENARIO DE SEÑALIZACION BASICA

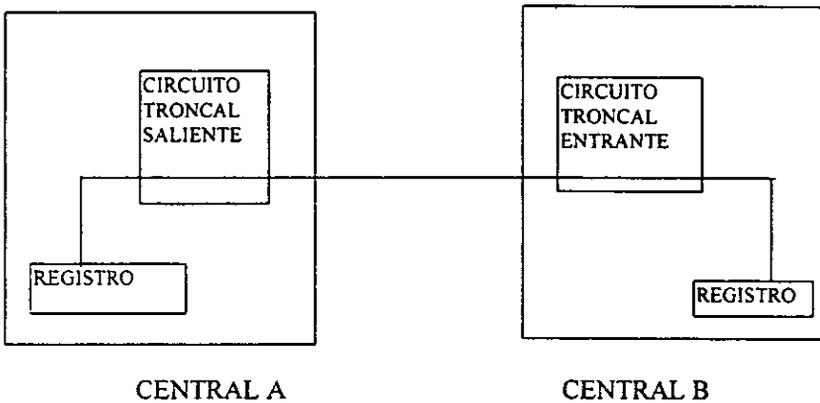


### 3.1.2 Señalización de registro MFC

La señalización de registro es usada para enviar información de direcciones y también para transferir información adicional de dirección concerniente a la parte llamada o a la parte llamante. Figura 3.2.

**FIGURA 3.2. SEÑALIZACIÓN DE REGISTRO**

#### SELECCION DE LA INFORMACION



La señalización de registro MFC consiste en transmitir y recibir información de dirección sobre los canales de voz por varias combinaciones de 2 de un grupo de 6 frecuencias dentro de la banda de voz. Cada combinación de dos frecuencias formará una señal y cada señal representa información de dirección. El receptor de multifrecuencia detecta la señal y transfiere la información al equipo de control, el cual establece conexiones a través de conmutadores de enrutamiento. Cuando la señalización MFC forzado (obligado) es aplicada, la central originante enviará una señal de registro a la señal destino; esta señal persiste hasta que la central destino conteste con una señal de regreso y viceversa, para ordenar la siguiente secuencia de eventos en la dirección. Ya que las señales hacia atrás y adelante son interdependientes, se requiere un diálogo de preguntas y respuestas.

Este procedimiento es calificado como señalización forzada de multifrecuencia. La secuencia hacia adelante de señalización, puede contener información de direcciones de abonados llamantes, más otra información necesaria para la propia conmutación.

Las señales hacia atrás pueden servir como reconocimiento y distinguir información de señales referentes a interrogación de ruta y estado de la llamada. Las mismas señales en la dirección hacia adelante como hacia atrás pueden pertenecer a varios grupos y tener un diferente significado de acuerdo al grupo que pertenecen. El sistema de señalización MFC forzado usa dos rangos de 6 frecuencias, todas entre 300 Hz y 3400 Hz.

- rango alto (dirección hacia adelante).
- Rango bajo (dirección hacia atrás).

Entre dos frecuencias sucesivas en un rango, hay un espacio de 120 Hz. El espaciado entre la frecuencia más alta del rango bajo y la frecuencia más baja del rango alto es de  $2 \times 120 = 240$  Hz.

## **3.2. SEÑALIZACION EN UN MEDIO AMBIENTE DIGITAL**

### **3.2.1. Señalización de línea : señalización por canal asociado. (CAS)**

#### **■ Principios**

Para transferir las "condiciones de línea", fue introducido un nuevo sistema de señalización: "señalización por canal asociado" (CAS). Este sistema codifica las viejas señales de línea en señales digitales (bits) y transmite estos bits vía una localidad fija en la cadena de bits. Estas localidades dependen de la estructura de la trama que es usada (24 o 32 canales).

Los bits reflejan un cierto estado de línea, así que el sistema será capaz de manejar toda clase de señalización de línea que es hecha vía cambios en el estado de línea. Consecuentemente, CAS está restringido a señalización de línea. Hay una excepción: La señalización de registro decádica que es enviada vía cambios potenciales de línea de voz.

Toda clase de señalización de registro que se hace vía señales frecuencias-voz, no es transmitida vía CAS. Esta clase de señalización será transmitida a través de un canal de voz de usuario normal.

#### **■ Alineación de multitrama.**

Como no es posible enviar la información de señalización de línea en cada trama, ésta se enviará en ciertas tramas. Para dar a esas tramas un número, es necesaria una estructura de multitrama. El número de tramas en una estructura de multitrama, depende del uso de 32 o 24 canales por trama. En caso de una estructura de trama de 32 canales, se usa una multitrama de 16 tramas.

Se necesita el número de tramas únicamente para el canal 16, el cual es usado para señalización por canal asociado pero también para alineación de multitrama. El patrón para alineación de multitrama es enviado por el canal 16 de la trama 0.

Las demás tramas (1 al 15) usa el canal 16 para enviar información de señalización. El canal 16 de la trama 0 tiene, como cualquier otro canal, 8 bits. Únicamente los 4 primeros bits serán usados para patrón de alineación de multitrama. El patrón usado es "0000". Los bits 5, 7 y 8 no importan y deben ser puestos a 1. El bit 6 indica si el enlace correspondiente recibe o no el patrón de alineación de multitrama.

En caso de una estructura de 24 canales, se usan multitramas de 12 tramas, numeradas desde 1 hasta 12. Cada trama tiene 1 bit que puede ser usado para alineación de tramas y multitramas. El bit de alineamiento en las tramas impares es usado para alineación de la trama. El bit de alineamiento en las tramas pares es usado para alineación de multitrama.

Hay únicamente 6 bits en cada multitrama para el patrón de alineación de multitrama. Este patrón es 001110.

■ Señalización por canal asociado en un PCM de 32 canales.

En un medio ambiente TDM, el sistema de señalización de registro MFC descrito anteriormente es aun usado y se transfiere vía el canal de voz involucrado.

Para transferir las condiciones de línea, sin embargo, se introdujo un nuevo sistema de señalización, el cual fue mucho más eficiente: CAS. En un ambiente TDM, se transportan 30 conversaciones en un enlace. Normalmente cada canal de voz también tendría que llevar su propia señalización de línea. Se puede incrementar la eficiencia, sin embargo al combinar todas las señalizaciones de línea en un canal, el canal 16.

En señalización de línea, un número de condiciones son pasadas entre los circuitos troncales de ambas centrales. Cada condición es representada por una condición de 4 bits. Como resultado, un total de 15 condiciones pueden ser representadas en esta forma. En una trama de 32 canales PCM, cada canal tiene 8 bits, también al canal 16. Por lo tanto más de una trama será necesaria para pasar la condición de 30 conversaciones entre dos centrales. Se necesitará una multitrama que consista de 16 tramas consecutivas.

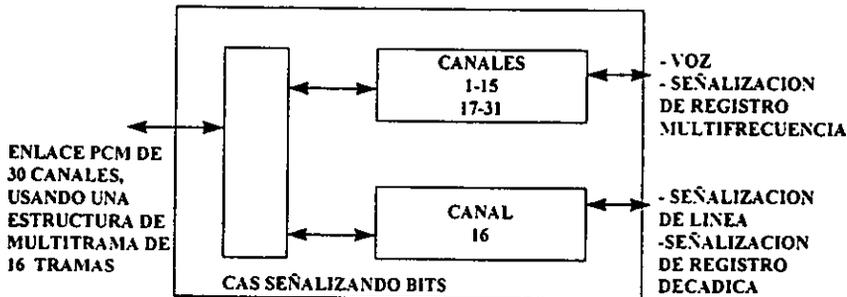
El canal 16 de cada trama en esa estructura representará la condición de 2 conversaciones en el PCM. Fig 3.3 y 3.4.

**FIGURA 3.3 SEÑALIZACION POR CANAL ASOCIADO**

TRAMA	CANAL	16	SE USA
0	abcd	xyxx	
1	abcd	abcd	para canales 1 y 17
2	abcd	abcd	para canales 2 y 18
3	abcd	abcd	para canales 3 y 19
4	abcd	abcd	para canales 4 y 20
5	abcd	abcd	para canales 5 y 21
6	abcd	abcd	para canales 6 y 22
7	abcd	abcd	para canales 7 y 23
8	abcd	abcd	para canales 8 y 24
9	abcd	abcd	para canales 9 y 25
10	abcd	abcd	para canales 10 y 26
11	abcd	abcd	para canales 11 y 27
12	abcd	abcd	para canales 12 y 28
13	abcd	abcd	para canales 13 y 29
14	abcd	abcd	para canales 14 y 30
15	abcd	abcd	para canales 15 y 31

0000 = patron de alineamiento de multitrama  
 y = LMFA = perdida de alineacion de multitrama  
 x = no usado, debería ser puesto a 1  
 abcd 4 bits usados para señalizacion

**Fig.3.4 Enlace PCM de 30 canales equipado con CAS**



■ CAS en un PCM de 24 canales.

En un sistema PCM de 24 canales, ningún canal especial es usado para señalización. La señalización será hecha ahora por el canal de voz. Cada seis tramas (trama 6 y 12), un bit será usado para señalización. Este es el bit menos significativo de esa muestra que será usado, así que la muestra es reducida de 8 a 7 bits. Fig. 3.5.

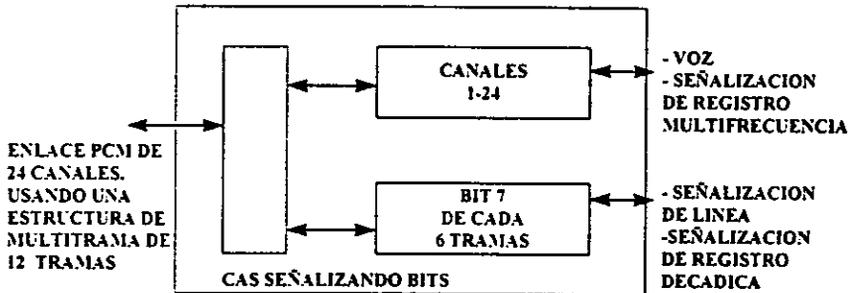
Esto no será hecho en cada trama, ya que de otra forma cada muestra podría ser codificada en 7 bits, los cuales resultarán en una baja calidad de transmisión. Así que cada canal tiene un bit de señalización por cada 6 tramas, como se quieren dos bits de señalización (A y B) por cada canal, es necesaria una multitrama de 12 tramas.

En la sexta trama se tiene el bit A para cada canal y en la última trama está el bit B por cada canal..

En el caso de necesitar dos bits (A y B) para señalización, se puede enviar esta con una velocidad de 667 Hz ( $1 \text{ señalización}/12 \times 125\mu\text{s} = 1 \text{ señalización por } 1.5 \text{ mseg}$ ).

Si necesitamos únicamente un bit, entonces el bit de señalización en la trama 12 tiene la misma función como el bit en la trama 6. Esto causa un incremento en la velocidad de transmisión a 1333 Hz. Para enviar señalización a esa velocidad, se necesitan 32Kbits/seg (para 24 canales).

**Fig.3.5 Enlace PCM de 24 canales equipado con CAS**



### **3.2.2. SEÑALIZACION DE REGISTRO**

En un medio ambiente digital, la señalización de registro MFC es aun usada. Los registros, sin embargo transmiten y reciben muestras representando el par de frecuencias.

### **3.2.3. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN (CCS).**

El objetivo de la señalización es pasar la información desde una central hacia la siguiente de la manera más eficiente.

- a. la intención de iniciar o terminar una llamada
- b. la selección de la información
- c. la identidad de la trayectoria de voz que será usada.

En todos los sistemas de señalización clásicos, la señalización es ejecutada sobre la trayectoria de voz seleccionada ( c ) sobre la cual se envía primero señalización de línea (a) y después señalización de registro (b).

La eficiencia podría sin embargo ser incrementada enormemente al equipar entre ambas centrales una conexión directa de señalización en la cual la información (señalización) será enviada directamente entre las inteligencias de la central (CCS).

En un CCS, cada toma o liberación será tratada como información. Entre ambas centrales, un servicio de oficina postal será provisto que es el responsable para recepción, transmisión y distribución de cartas, conteniendo información de señalización. La oficina-postal en centrales colindantes serán conectadas usando un enlace de señalización.

Al tiempo de la toma, los circuitos de troncal escribirán una carta informando el circuito de troncal de entrada en otra central de los siguientes elementos:

- una llamada iniciará (señalización de línea).
  - hacia un destino identificado por selección de información (señalización de registro)
- sobre una troncal seleccionada por la central saliente (identidad de la trayectoria de voz).

La carta será direccionada hacia el circuito de troncal de entrada relacionada y será entregada a la oficina-postal, la cual entregará la carta a la oficina postal de la central destino. La oficina postal en esta central entregará la carta al circuito de troncal correcto. Fig. 3.6

A diferencia de CAS, que trata solo con señalización de línea, CCS tiene las siguientes ventajas:

- CCS trata tanto señalización de línea como con señalización de registro. Como resultado, esto es mucho más rápido que el CAS.
- La señalización puede ser hecha en cualquier momento, aun durante la conversación.

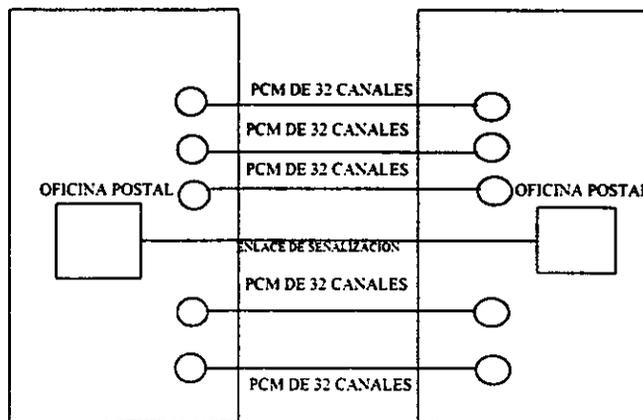


FIGURA 3.6. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN.

## CONCLUSIONES

Es importante conocer la forma elemental en que se realiza una llamada telefónica entre dos personas o abonados. Con este fin pudimos estudiar la conmutación y la señalización de manera básica, sin introducirnos de una manera detallada ya que nos llevaría a realizar entre tres y cuatro escritos de igual magnitud que este. De cualquier forma cumplimos el cometido de explicar como se realiza una llamada telefónica dentro de una red usando tecnología digital.

Al levantar la bocina telefónica nos adentramos al mundo de las telecomunicaciones de una manera sencilla: accedemos a la red telefónica por medio de señalización, la cual nos lleva a la conmutación y enrutamiento con la que finalmente llegamos a la conexión entre usuarios.

Un sistema de transmisión, conmutación y señalización Digital (Red Digital Integrada) permite, por ejemplo, que las llamadas telefónicas se establezcan en forma rápida evitando congestión del tráfico telefónico y evitando pérdidas que puedan derivarse en distorsión de la comunicación.

## GLOSARIO

**Abonado:**

Terminal telefónica con la cual se establece la comunicación con otro equipo.

**Central:**

Conjunto de puertos transmisores y receptores capaces de establecer una llamada telefónica entre dos abonados. Es parte fundamental en una red telefónica y todos los abonados deben estar conectados físicamente en ella.

**Conmutación:**

Proceso en el cual dos abonados quedan conectados entre sí.

**Canal:**

Intervalo específico de tiempo el cual lleva cierta información dentro de la trama. Por lo general cada canal tiene 8 bits de información.

**Digital:**

Forma de representación de una señal. Es de mejor calidad para transmitirse que una analógica en equipos de recepción-transmisión.

**Enrutamiento:**

Trayectoria proporcionada por un medio físico para establecer la conexión entre abonados. El enrutamiento se hace en base a conmutación y señalización.

**Multiplexación por División de Tiempo. (TDM):**

Transmisión en la cual varios canales son transmitidos a través de una portadora.

## PRINCIPIOS DE CONMUTACION Y SEÑALIZACION DIGITAL

**Modulación de Pulsos Codificados (PCM):**

Cadena de pulsos digitales con los cuales se transmite información Digital.

**Señalización:**

Forma en que se comunican los abonados con las centrales y entre centrales para establecer una comunicación.

**Señalización de registro (MFC):**

Señalización por frecuencias (Multifrecuencias codificadas) combinadas.

**Señalización de Línea:**

Señalización en la cual se identifica el estado de la línea telefónica.

**Señalización por Canal Asociado (CAS):**

Señalización en la cual un canal preestablecido de la trama llevará la información de la señalización de línea.

**Señalización por Canal Común:**

Señalización en la cual se usan los dos tipos de señalización en un mismo canal (Señalización de registro y de línea por el canal 16).

**Trama:**

Periodo de tiempo (125 micro segundos) en el cual 32 o 24 canales están multiplexados en el tiempo para poder ser transmitidos a través de la red telefónica.

**BIBLIOGRAFIA**

**MANUAL DE TELEFONIA**

Telefonía fija y móvil

RDSI

José Manuel Huidobro

Edit. Paraninfo 1997

**SEÑALIZACION POR CANAL COMUN CCITT No. 7**

Centro de Educación y Desarrollo

Alcatel-Indetel 1996.

**DIGITAL TELEPHONY**

John G. Bellamy

John Wiley & Sons Inc 1982

**APUNTES:**

Introducción a la Telefonía

Alcatel-Indetel

**LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES**

Redes Aplicaciones y costes.

José A. Carballar Falcón.

Edit. RA-MA 1993

PRINCIPIOS DE CONMUTACION Y SEÑALIZACION DIGITAL

TELEFONÍA DIGITAL

Siemens Aktiengesellschaft

División de Sistemas de Conmutación Públicos.

EL TELEFONO EN LA HISTORIA DE LAS  
COMUNICACIONES Y LOS TRANSPORTES  
EN MEXICO.

Enrique Cárdenas de la Peña

1987

REFERENCE MANUAL FOR TELECOMMUNICATIONS

Fremman

John Wiley & Sons Inc.

New York 1985.