



1. 52

# Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE INGENIERIA

## ESTUDIO SOBRE EL DESARROLLO DE LA CONMUTACION TELEFONICA ELECTRONICA

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

DANIEL ESQUIVIA ARELLANO

FRANCISCO ARREOLA VITAL

RAUL MALDONADO FRANCO

SERGIO RONZON TINAJERO

JUNIO

1981



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## I N T R O D U C C I O N :

Día a día el avance técnico en materia de comunicaciones se pone de manifiesto, ya sea por mejoras a los sistemas existentes o por la creación de otros más modernos. Sin lugar a duda se puede decir que la telefonía ha sido uno de los campos más beneficiados por los avances de la electrónica, ya que podemos observar que sólo en unas cuantas décadas se ha logrado evolucionar - en forma espectacular de teléfono alámbrico a las comunicaciones espaciales y de la conmutación electromecánica a la conmutación electrónica.

La mayoría de las centrales telefónicas en operación en el mundo, son del tipo electromecánico, cuya eficiencia ya no es satisfactoria, debido a diferentes - aspectos, que constituyen cada uno de ellos, distintas - vías de investigación.

Tomando como fuente los reportes de los últimos estudios realizados, esta tesis expone los progresos mas recientes en sistemas de conmutación electrónica telefónica. La intención de este trabajo es realizar un resumen en forma mas coherente y relacionada posible de las nuevas ideas y sistemas de conmutación telefónica.

Se considera que la elaboración de un documento que incluye la información básica general de la filosofía de los nuevos sistemas y la tecnología moderna que se utiliza viene en cierta forma a satisfacer la necesidad de contar con información en nuestro idioma que sirva de base para el desarrollo de estas técnicas en nuestro país.

Aun después de 30 años en que se iniciaron estos estudios, la conmutación electrónica sigue siendo motivo de investigación en laboratorio, considerando que la reparación de una red cuya complejidad crece, ocasiona serios problemas; se requiere mucha investigación para responder correctamente a las necesidades de los usuarios y de las compañías que prestan este servicio y así poder escoger por consiguiente entre soluciones particulares o una solución general.

Los cambios realizados en los sistemas de conmutación electrónica son radicales, ya que en éstos se utilizan a diferencia de los sistemas convencionales, circuitos lógicos constituidos principalmente por componentes integrados, placas de circuitos impresos tipo enchufable conectores impresos y procesadores.

Dentro de las características de funcionamiento, las ventajas también son considerables ya que se obtiene entre otros, rápida comunicación, diversos servicios especiales a los abonados, fácil mantenimiento y rápida puesta en funcionamiento de la central.

En el presente trabajo se hará mención de todas aquellas consideraciones sobre Conmutación Electrónica; asimismo, se realizará un bosquejo de la situación en los principales países comprometidos en el curso de esta técnica, se describirán suscitadamente las características de los principales sistemas desarrollados, y se intentará vislumbrar las tendencias perceptibles y posteriormente pronosticar los ejes futuros de investigación en Conmutación Electrónica.

## - I N D I C E -

## CAPITULO I.

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE CONMUTACION

I. 1.- Conmutación Telefónica .....	1
I. 2.- Constitución de un sistema de Conmutación .....	8
I. 3.- Técnicas de Separación de Trayectorias .....	12
I. 3.1.- Separación de Conexiones por Distribución de Espacio .....	13
I. 3.2.- Separación de Conexiones por Distribución de Tiempo .....	14
I. 3.3.- Separación de Conexiones por Distribución de Frecuencia .....	15

## CAPITULO II.

## CONMUTACION TELEFONICA ELECTRONICA

II. 1.- Sistemas Semielectrónicos .....	18
II. 2.- Sistemas Electrónicos .....	21
II. 2.1.- Sistemas de Conmutación Electrónica por Distribución de Espacio .....	45

II. 2.2.- Sistemas de Conmutación Electrónica por Distribución de Tiempo .....	61
II. 3.- Sistemas de Conmutación Controlados por Programa Almacenado .....	77
II. 4.- Señalización por Canal Semáforo .....	85

## CAPITULO III.

## PRINCIPALES DESARROLLOS EN EL MUNDO

III. 1.- Estados Unidos .....	93
III. 2.- Francia .....	103
III. 3.- Japón .....	107
III. 4.- México .....	114

## CAPITULO IV.

## FILOSOFIA DE ALGUNOS SISTEMAS

IV. 1.- Sistema D - 10 .....	128
IV. 2.- Sistema ESS - 4 .....	135
IV. 3.- Sistema E - 10 .....	144
IV. 4.- Sistema METACONTA .....	160

## CAPITULO V.

NUEVAS TENDENCIAS DE LA CONMUTACION  
TELEFONICA ELECTRONICA

V. 1.- Unificación de los Lenguajes .....	182
V. 2.- Técnicas Numéricas y Redes Integradas .....	184
V. 3.- Arquitectura de las Redes .....	188
V. 4.- Arquitectura de los Sistemas .....	189
V. 5.- Control Repartido .....	193
V. 6.- Centralización de Mantenimiento .....	196
V. 7.- Desarrollos Futuros Previsibles .....	199
CONCLUSION .....	203
REFERENCIAS .....	205

I. **CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE  
CONMUTACION.**

I.1.- **Conmutación Telefónica.**

En los principios de la telefonía, los circuitos telefónicos elementales constaban de dos aparatos, de batería local o central, unidos por medio de una línea de dos conductores. Estos circuitos aun siendo bien sencillos han formado en sí una red o sistema telefónico. Si no se requiere mayor número de aparatos, estos sistemas ofrecen la solución mas simple al problema de comunicar dos abonados entre sí.

Sin embargo, el avance de la telefonía se enfrentó al problema de la unión de un número mucho mayor de abonados, requiriéndose por lo tanto un gran número de aparatos para dar servicio a una gran cantidad de abonados. Es necesario, por lo tanto, contar con sistemas adecuados para unir a todos los abonados formando redes con los medios necesarios para que cada aparato pueda establecer comunicación con cualquiera de los demás aparatos del sistema.



Por lo tanto, desde el punto de vista de la unión de los abonados y del método para enlazarlos, podemos distinguir los siguientes dos sistemas de redes telefónicas.

a).- Sistema sin Conmutación.

b).- Sistema con Conmutación.

a).- Sistema sin Conmutación.

El método más sencillo para formar una red de varios abonados, es la unión de ellos a una "línea colectiva", conectando sus aparatos en paralelo como se muestra en la Figura 1.1. En este sistema que es de batería local (BL), los enlaces entre dos abonados son fijos, distinguiéndose, en esto, de los sistemas de conmutación donde los enlaces no son fijos.

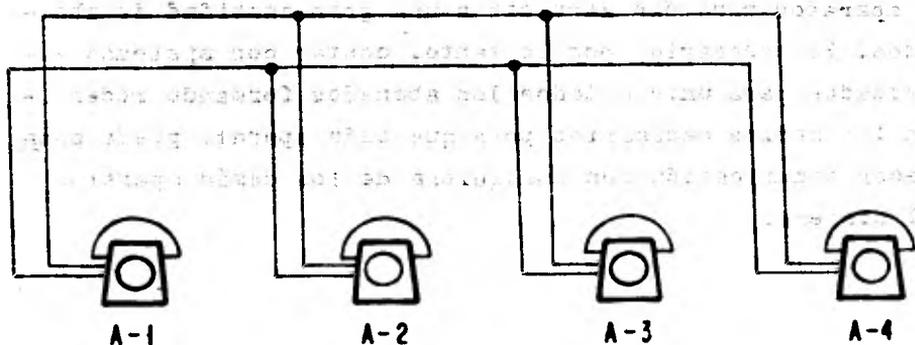


FIG. 1.1

Línea colectiva.

Objetos de uso general - 10

En el sistema de línea colectiva, así - como en muchos otros, donde se usa un solo par de hilos conductores, cualquier conversación de un aparato a otro podrá escucharse en todos los demás aparatos conectados a la misma línea. Por la misma razón es posible que una - - "conferencia", pueda ser escuchada por cualquiera de los demás, por lo que se dice que es un sistema "no secreto".

El sistema de línea colectiva es el más común en los sistemas de comunicación por voz. En este sistema, todos los aparatos están conectados a un mismo par de hilos conductores. Cuando un aparato transmite, su señal se envía a todos los demás aparatos conectados a la línea. Esto significa que cualquier conversación puede ser escuchada por cualquiera de los demás aparatos conectados a la línea. Este sistema es conocido como un sistema "no secreto".



(1)

b).- Sistemas con Conmutación.

La función de conmutación de un sistema telefónico tiene por objeto establecer trayectorias de comunicación entre dos puntos. La figura 1.2.a muestra el problema de conectar eléctricamente a los puntos A y B, el que se resuelve mediante la línea de transmisión permanente entre los puntos. Si ahora se desea establecer la conexión entre los puntos A' y B' figura 1.2.b. se puede aprovechar la línea que se utiliza para conectar a los puntos A y B mediante los conmutadores colocados en los extremos de la línea. En este caso se realiza un tipo rudimentario de conmutación para establecer cualquiera de las trayectorias que se necesite.

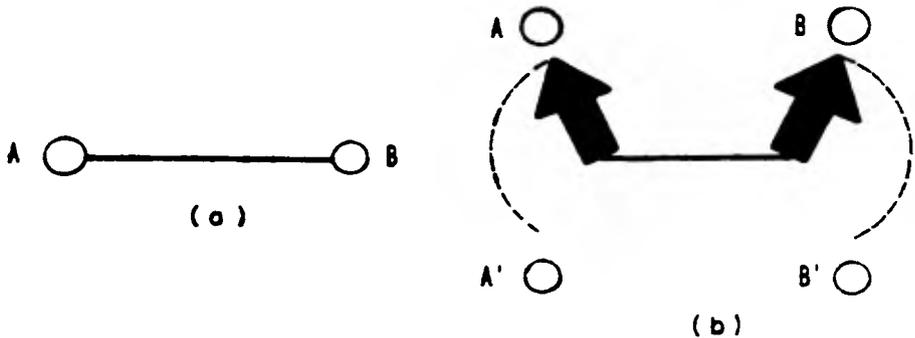


Fig. 1. 2.- Conmutación Rudimentaria.

En sistemas de conmutación telefónica los puntos A y B representan dos suscriptores al servicio telefónico que desean comunicarse entre sí mediante sus teléfonos. En el caso de conmutación de datos, uno de los puntos es el suscriptor o abonado al servicio de conmutación de datos que debe ser conectado con el centro de procesamiento electrónico. Para la comunicación telefónica entre dos puntos se deben realizar otras tareas indispensables, como son: un abonado debe manifestarle al otro abonado el deseo de comunicarse con él y viceversa; los micrófonos (transmisores) de los teléfonos deben recibir corriente de alimentación, se debe registrar el costo de la llamada, etc. Así, vemos que la simplicidad del sistema de la figura 1.2. disminuye, pues es necesario, aun en la comunicación de punto a punto, complementar el sistema con equipo capaz de realizar esas tareas adicionales. Sin embargo, a medida que el número de abonados aumenta, la tarea de establecer conexiones se hace progresivamente -- mas importante que las otras tareas; pues ya no es suficiente contar con una sola línea para un gran número de abonados, ni tampoco es conveniente unir cada abonado, con cualquier otro mediante conexiones individuales de punto a punto como lo indica la figura 1.3.a. La solución mas conveniente se ha encontrado con los sistemas de conmutación telefónica. La figura 1.3.b. ilustra tal solución en la que los abonados se conectan en forma radial al sistema (central telefónica).

Los teléfonos están conectados al sistema telefónico centralizado por medio de un sistema de conmutación telefónica centralizada. En el caso de un sistema de conmutación telefónica centralizada, los abonados se conectan al sistema telefónico centralizado por medio de un sistema de conmutación telefónica centralizada.

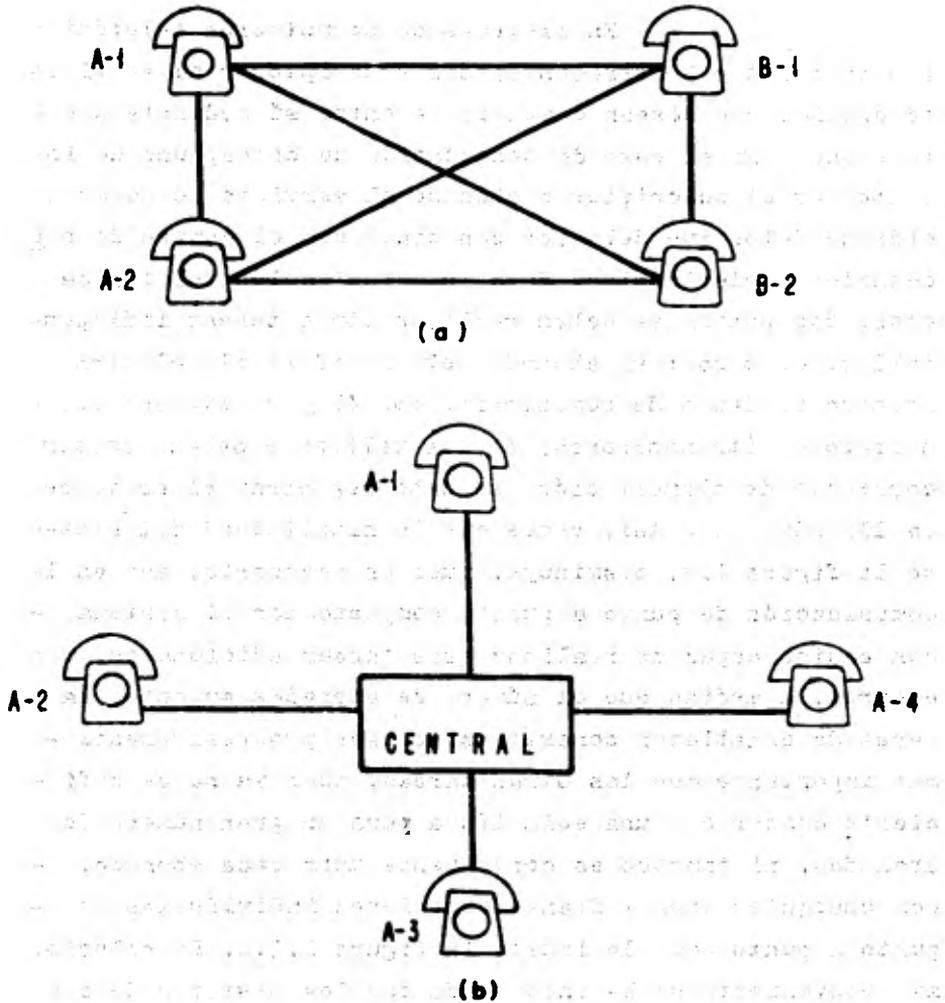


Fig. 1. 3.

La solución que representa la figura 1. 3.a. requiere, para la comunicación entre cualquier par de abonados  $n(n-1)/2$  enlaces (siendo  $N$  el número total de abonados). Para el caso de la figura 1.3.b. implica

el empleo de  $n$  líneas solamente, una para cada suscriptor por la que establece todas sus llamadas tanto las de entrada como las de salida. En la central, las conexiones necesarias se pueden establecer en forma manual o por medio de equipo automático que no necesita intervención de personal. En la actualidad debido a que casi todas las centrales públicas y privadas se han automatizado, la mayoría de las conexiones se establecen sin la ayuda de operadoras, es decir se realizan por los mismos abonados.

Conviene hacer notar la diferencia que existe entre el objetivo de la conmutación y el de la transmisión. En esta última se desea transmitir mensajes y consecuentemente se diseñan los equipos para que los mensajes que se reciben difieran lo menos posible de los mensajes que originalmente se transmiten. En cambio los sistemas de conmutación procesan mensajes de carácter especial cuyos resultados no tienen ninguna semejanza con los mensajes originales; es decir, marcar un número telefónico da como resultado el establecimiento de la trayectoria de conexión correspondiente; esto constituye la función de conmutación de los sistemas telefónicos.

## I.2.- Constitución de un Sistema de Conmutación.

Una de las partes principales de una central telefónica es la red de conmutación, sobre esta parte del equipo de conmutación se llevan a cabo las conexiones entre los abonados que llaman y los llamados; asimismo, a través de estas conexiones se transmiten las señales de voz. En consecuencia, dichas conexiones deben mantenerse durante el tiempo que dura la llamada e interrumpirse cuando termina.

Para el establecimiento de las trayectorias de conexión, es necesario manejar cierta información previa que dirija el establecimiento de una conexión desde su inicio hasta el final. La central, por otro lado, debe tener manera de indicarle al abonado que llama, que su conexión está realizada o que su correspondiente se encuentra ocupado en ese momento. Estas señales corresponden a la información que se maneja entre abonados y central para el establecimiento de conexiones. Pero también dentro del equipo de conmutación se maneja información; por ejemplo, el equipo recibe la información numérica que el abonado que llama transmite con su teléfono; esta información se almacena, se procesa y en base a ella y a la identificación de los abonados se envían señales -

para accionar los puntos de conmutación correctos para -  
 efectuar determinada conexión. Para el establecimiento de  
 conexiones urbanas o interurbanas, las centrales también-  
 deben comunicarse entre sí. Todo este manejo o procesa- -  
 miento de información se lleva a cabo en otra parte impor-  
 tante del equipo de conmutación, el control. Esta parte -  
 se encarga entonces de identificar al abonado que llama y  
 de procesar la información de destino; como resultado se-  
 obtiene la conexión deseada. La figura 1.4 ilustra los --  
 conceptos de Red de Conmutación y Control en un sistema -  
 de conmutación.

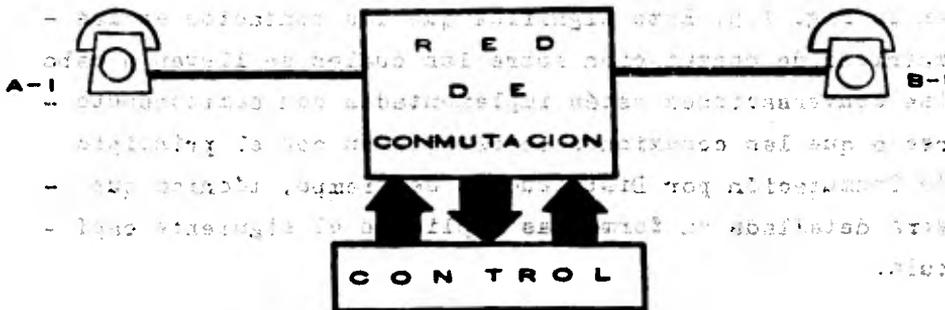


Figura 1.4 . Conceptos de Control y Red de Conmutación.

Las redes de conmutación de los sistemas mas generalizados en la práctica están constituidas a base de selectores o de contactos, es decir, a base de elementos electromecánicos. Si el control también está constituido por elementos electromecánicos solamente, tales como relevadores, se dice que el sistema es electromecánico. Sin embargo, si la red de conmutación contiene selectores o contactos y el control está constituido por elementos electrónicos, el sistema se conoce como semielectrónico.

Un sistema será completamente electrónico si tanto el control como la red de conmutación están constituidos por elementos electrónicos como se ilustra en la Fig. 1.5. Esto significa que los contactos en las matrices de conmutación sobre las cuales se llevan a cabo las conversaciones están implementadas con semiconductores o que las conexiones se establecen con el principio de Conmutación por Distribución de Tiempo, técnica que será detallada en forma mas amplia en el siguiente capítulo.

TRONCALES

LINEA DE SUSCRIBIDORES

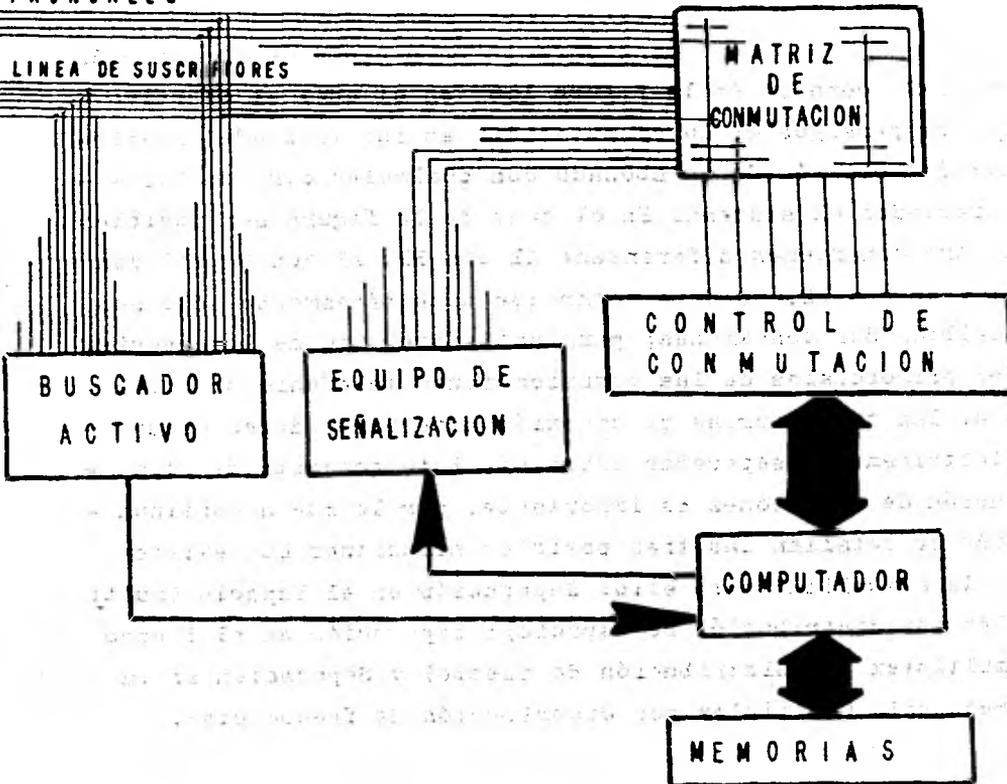


Fig. 1.5. Elementos Básicos de un Sistema de Conmutación Computarizado.

### I. 3.- Técnicas de Separación de Trayectorias de Conexión.

Consideremos un sistema de conmutación general, como el de la figura 1.6, en el cual el objetivo - que se persigue en la conmutación, es que se puede establecer la conexión de un abonado con cualquier otro de los - - conectados al sistema. En el caso de la figura son posibles cuatro conexiones diferentes: A1 con B1, A1 con B2, A2 con B1 y A2 con B2. Se debe notar que simultáneamente sólo son posibles dos conexiones; para satisfacer uno de los requisitos primordiales de las comunicaciones telefónicas, privacia, las trayectorias de conexión anteriores deben estar - eléctricamente separadas entre sí. Este concepto de separación de conexiones es importante, por lo que a continuación se detallan las tres posibles soluciones que existen en la actualidad para ello: Separación en el Espacio (multiplex por distribución de espacio); Separación en el Tiempo (multiplex por distribución de tiempo) y Separación en la Frecuencia (multiplex por distribución de frecuencia).



Fig. 1.6.

## I.3.1.-

Separación de Conexiones por  
Distribución de Espacio (MDE).

Esta solución es la que se emplea en gran escala en la actualidad, habiéndose empleado desde hace muchos años. La razón de haberse sostenido por mucho tiempo, es el grado de perfección y avance que han alcanzado los equipos con los que se implementan. Las diferentes trayectorias de conexión que se establecen, constituyen circuitos físicos individuales que se instauran como resultado de las peticiones de servicio y se liberan cuando las comunicaciones se terminan. En la figura 1.7 se pueden ver dos ejemplos de esta solución implementada, en uno mediante un sistema manual y en el otro con un sistema automático.

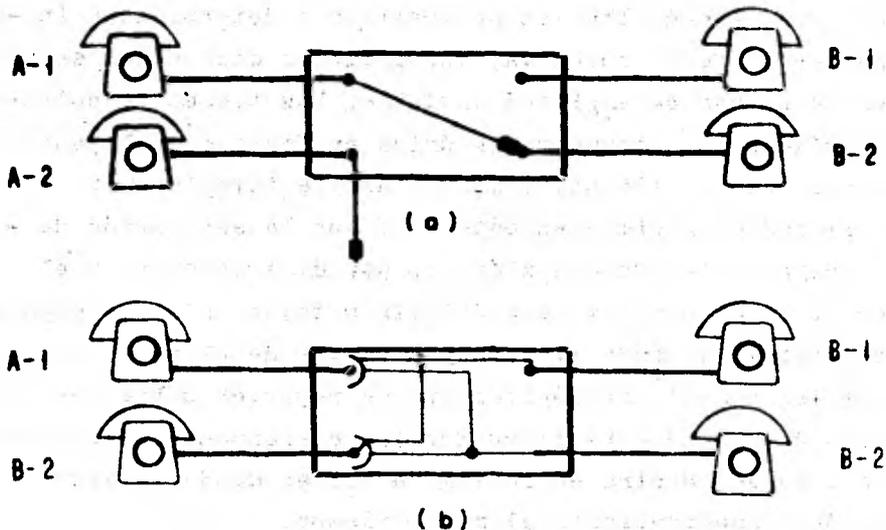


Fig. 1.7 Multiplex por distribución de espacio.  
a) Sistema Manual. b) Sistema Automático.

I.3.2.- Separación de Conexiones por  
Distribución de Tiempo. (MDT).

En los sistemas que obedecen a este tipo de solución, las aplicaciones al campo de la telefonía pública se encuentran en una etapa muy avanzada de desarrollo; esta solución se perfila como el futuro de los sistemas modernos de conmutación.

Dentro del equipo de conmutación, por una sola trayectoria de conexión o circuito, se transmiten cierto número de comunicaciones sin interferencia, pues mediante el método de modulación de pulsos (digital), la información no se transmite al mismo tiempo. La señal analógica de cada llamada se muestrea a determinados intervalos en forma sucesiva, convirtiendo cada señal en un tren de pulsos de amplitud variable. Los trenes de pulsos se envían por la trayectoria única en forma entrelazada con respecto al tiempo, evitando así la interferencia de las llamadas. Decimos en este caso que la separación de las trayectorias de conexión, es por distribución en el tiempo. En el otro extremo del circuito, el sistema separa las muestras de cada llamada y a partir de ellas reconstruye las señales analógicas que se reparten sobre las líneas de abonados hacia su destino correspondiente. Este principio se muestra en la figura 1.8 en donde se efectúan dos comunicaciones al mismo tiempo.

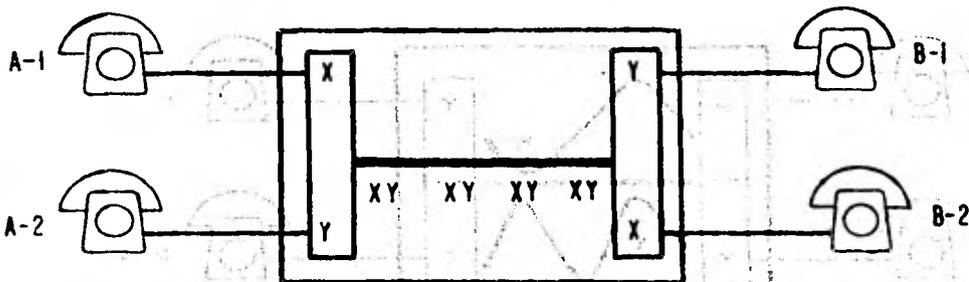


Fig. 1.8. Multiplex por Distribución de Tiempo.

### I.3.3. Separación de Conexiones por Distribución de Frecuencia (MDF).

La separación de las trayectorias de conexión en estos sistemas se logra mediante la modulación analógica, es decir, cada una de las llamadas modula a una portadora diferente para trasladar a posiciones diferentes los espectros de las señales. En esta forma, las señales moduladas se pueden transmitir simultáneamente por la trayectoria única sin que se interfieran. En el otro extremo del circuito, mediante filtros apropiados las llamadas se separan y se distribuyen sobre las líneas de abonado hacia sus destinos correspondientes. El principio se ilustra en la figura 1.9 en donde se efectúan dos comunicaciones al mismo tiempo, utilizando el mismo circuito, pero en canales de frecuencia diferente.

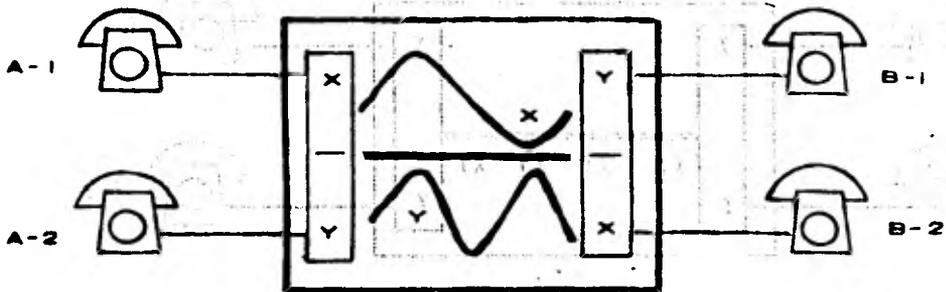


Fig. 1.9. Multiplex por Distribución de Frecuencia.

Aunque los elementos que se emplean en sistemas MDF se están abaratando considerablemente, la implantación de estos sistemas no tiene buenas perspectivas por ahora debido a los muchos moduladores, demoduladores y filtros que emplea y que hacen el sistema muy costoso.

Es necesario aclarar, que las tres soluciones que se acaban de mencionar son para separar, mas no para establecer las trayectorias de conexión que son necesarias en un momento dado en un sistema de conmutación.

Por lo que se refiere a la conmutación, es decir, establecimiento de conexiones, en los sistemas - MDF y MDF, dicha conmutación consiste en la identificación del abonado que llama y del llamado y en su conexión al --

mismo canal del sistema multiplex. Esto se ilustra en la figura 1.10. en la que si A1 desea hablar con B4 y A3 con B2 deberán ser conectadas al mismo canal del sistema multiplex.

En los sistemas MDE, la conmutación consiste en la identificación del abonado que llama y el llamado y en la interconexión de sus líneas dentro del equipo de conmutación.

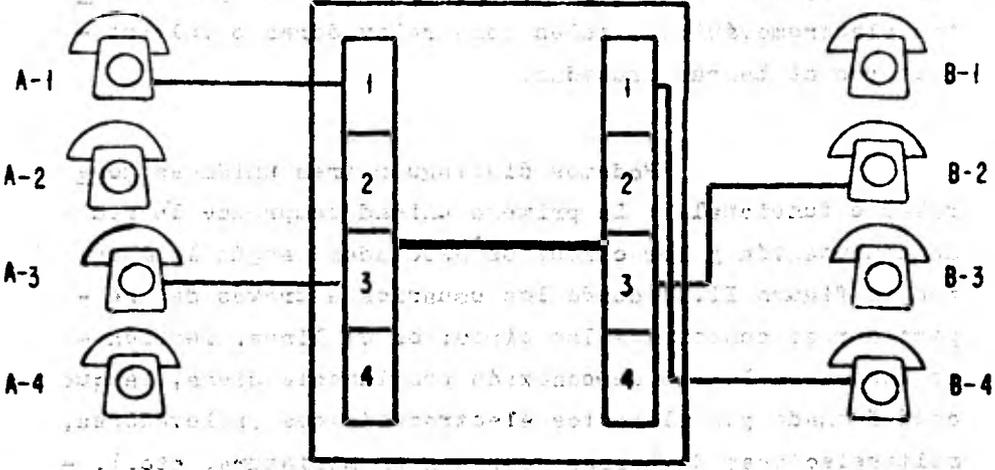


Fig. 1.10.- Conmutación en Sistemas MDT y MDP.

## II. CONMUTACION TELEFONICA ELECTRONICA

### II.1.- Sistemas Semi-Electrónicos.

Estos sistemas se caracterizan porque solamente la parte de control es electrónica (un procesador). Los sistemas actuales utilizan una computadora o procesador para llevar el control completo de una operación del sistema, denominándoseles por este motivo, Sistemas Controlados por Programa Almacenado (SPC). Por el contrario, la red de conmutación está formada por elementos electromecánicos, tales como relevadores o multiselectores de barras cruzadas.

Podemos distinguir tres unidades generales o funcionales: La primera unidad comprende la red de conmutación y los circuitos asociados, según lo muestra la figura II.1, donde los usuarios a través del repartidor se conectan a los circuitos de línea. También se encuentra la red de conexión propiamente dicha, la que está formada por elementos electromecánicos (relevadores, multiselectores de barras cruzadas en miniatura, etc.). Mediante el cierre de los contactos adecuados en esta red se establecen los caminos eléctricos necesarios para poner en comunicación a los abonados correspondientes. Como ya es sabido, una red puede establecer un número máximo de comunicaciones simultáneas, dependiendo de cómo se proyecte en función del tráfico esperado.

Por último, a esta red de conmutación se conectan una serie de circuitos asociados, necesarios - para realizar diversas funciones complementarias, pero imprescindibles. Por ejemplo, los enlaces de entrada y salida que son los que nos proporcionan la interconexión entre la central y otra central cualquiera, realizando la supervisión y señalización de los correspondientes circuitos de enlace.

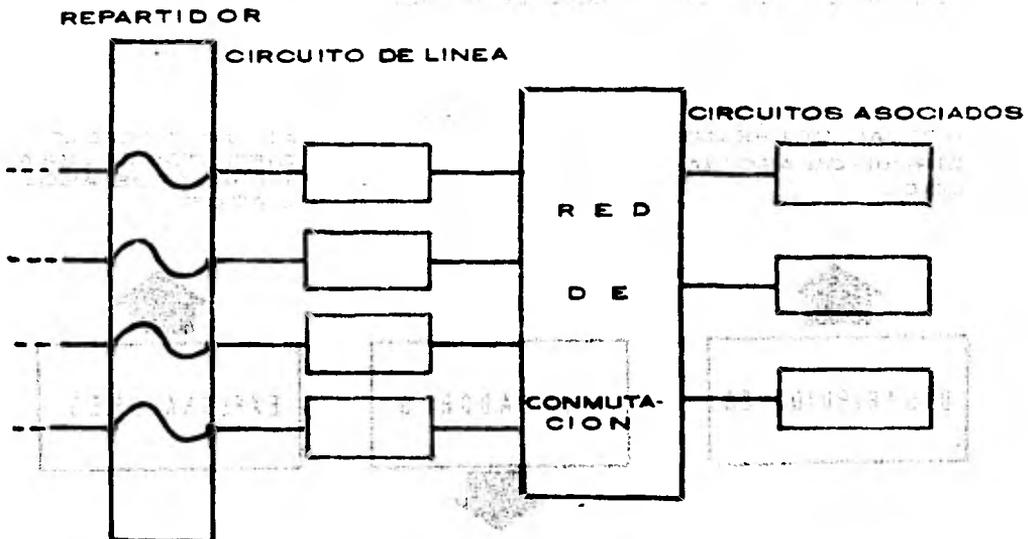
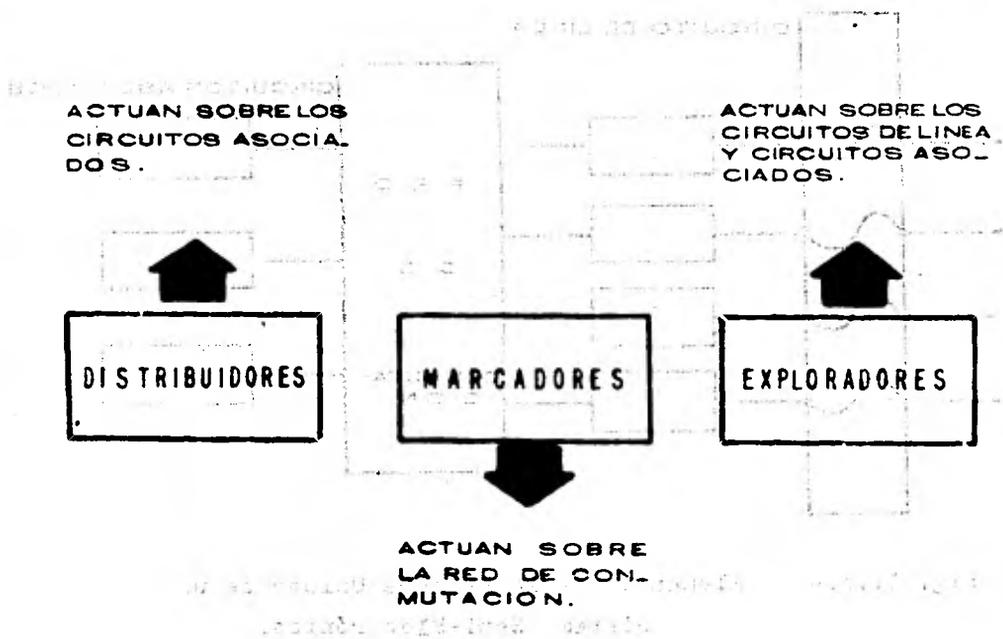


Fig. II.1.- Elementos de la Primera Unidad de un Sistema Semi-Electrónico.

La segunda unidad funcional (unidad de acceso a la red) la constituyen tres tipos de circuitos - principales: Exploradores, marcadores y distribuidores, ver Fig. II.2.

La tercera unidad se encarga del procesamiento de datos; el procesador es el único órgano de control, que realmente es "inteligente". Por razones lógicas de seguridad, la unidad central de control está generalmente duplicada, de tal forma que si se avería uno de los procesadores, el otro se hace cargo inmediatamente de todo el sistema. El procesador almacena todos los datos y los programas, éstos últimos indican al procesador las operaciones que ha de efectuar con los datos para obtener los resultados deseados.



**Fig. II.2** Elementos de la Segunda Unidad de un Sistema Semi-Electrónico.

## II.2.- Sistemas Electrónicos.

El uso de la electrónica, la tecnología de computadores y las técnicas digitales han introducido cambios importantes en los aparatos de conmutación telefónica; por ejemplo, centrales terminales controladas por computadores y centrales de larga distancia de conmutación digital. Sin embargo, no había sido práctico en general aplicar esta tecnología a pequeñas centrales telefónicas privadas, debido a los costos iniciales inherentes asociados con grandes procesadores de control común.

Con el advenimiento de las técnicas de integración en gran escala, microprocesadores y dispositivos de registro pequeños, es ahora posible ofrecer al usuario de pequeñas centrales privadas las ventajas de control por computadoras, confiabilidad de los circuitos integrados y la conmutación por codificación digital, para no sólo cumplir con los requerimientos actuales sino también con las exigencias futuras.

Los sistemas electrónicos son aquellos en que todos sus componentes son electrónicos, es decir, que no solo el órgano u órganos de control, sino inclusive la red de conmutación y órganos auxiliares están formados por elementos de tipo electrónico (transistores, diodos, circuitos integrados y semiconductores en general).

La estructura de estos sistemas se divide en tres partes: Organos de conmutación, órganos de transmisión y órganos de control.

Los órganos de conmutación son de tipo electrónico con su velocidad intrínseca de operación, permiten que los tiempos de conmutación sean del orden de microsegundos, el cual es el nivel de operación de los circuitos empleados en la parte de control. Los órganos de conmutación en la actualidad emplean ya el sistema por distribución en el tiempo, en el que cada vía física establecida es empleada por varias comunicaciones a la vez, es decir, se hace uso de los métodos MTD y PCM. La información que se transmite va en forma de impulsos digitales, es menos sensible al ruido, diafonía y distorsión de cable a diferencia de las señales analógicas.

Los órganos de transmisión manejan la información con las técnicas MDT y PCM con lo que la información recibida del paso de conmutación se transmite sin ninguna modificación, evitando el empleo de equipos de interfase digital-analógica en cada centro de conmutación (como es el caso de emplear transmisión digital y conmutación analógica), siendo los puntos de conexión a la línea de abonados, los únicos lugares en los que se necesita convertir la información en forma analógica, debido a lo anterior, la calidad y capacidad de transmisión se incrementa.

Los órganos de control son en general los de los sistemas SPC (Sistemas Controlados por Programa Almacenado), es decir, que usan técnicas de computación y componentes electrónicos, con lo cual se obtiene alto grado de inteligencia y velocidad, así como gran flexibilidad para adaptarse a los requerimientos particulares de la red.

Los conmutadores digitales operan mediante control por programa almacenado bajo la dirección de la unidad de procesamiento central. Este complejo ejecuta todas las tomas de decisión en el sistema, controla el establecimiento de llamadas por la red y desempeña todas las operaciones de exploración de las extensiones, líneas urbanas, consola de operadora y así sucesivamente.

La unidad de procesamiento en algunos sistemas actuales está diseñada en base a un pequeño microprocesador de 8 bits por lo general. Este microprocesador de la Unidad de Procesamiento Central (UPC) incluye un circuito de reloj de 500 nanosegundos, una memoria de sólo lectura (ROM) de 512 palabras para la carga de los puntos de control, lógica de adaptación LTT (lógica transistor-transistor) y hasta 32 kilopalabras (8 bits de amplitud) de memoria de acceso directo para el almacenaje en el programa genérico, así como la información de la base de datos dependientes de una instalación específica.

La estructura mencionada de estos sistemas se muestra en la Fig. II.3, en la que se indican los diferentes equipos, circuitos y sistemas que permiten su funcionamiento. En el esquema general de una central telefónica indicado, podemos considerar tres partes que son:

- A - Parte Telefónica.
- B - Entrefaz.
- C - Unidad de Control.

En esta descripción se da una descripción general de las funciones que se realizan en cada una de las partes mencionadas:

**A. Parte Telefónica.**

La parte telefónica cuenta con los sistemas siguientes:

**I. Circuito de Línea.**

Dedicado a proveer la alimentación necesaria para el funcionamiento de los teléfonos de los abonados, así como indicar los estados de colgado y descolgado en la línea del teléfono al que está conectado.

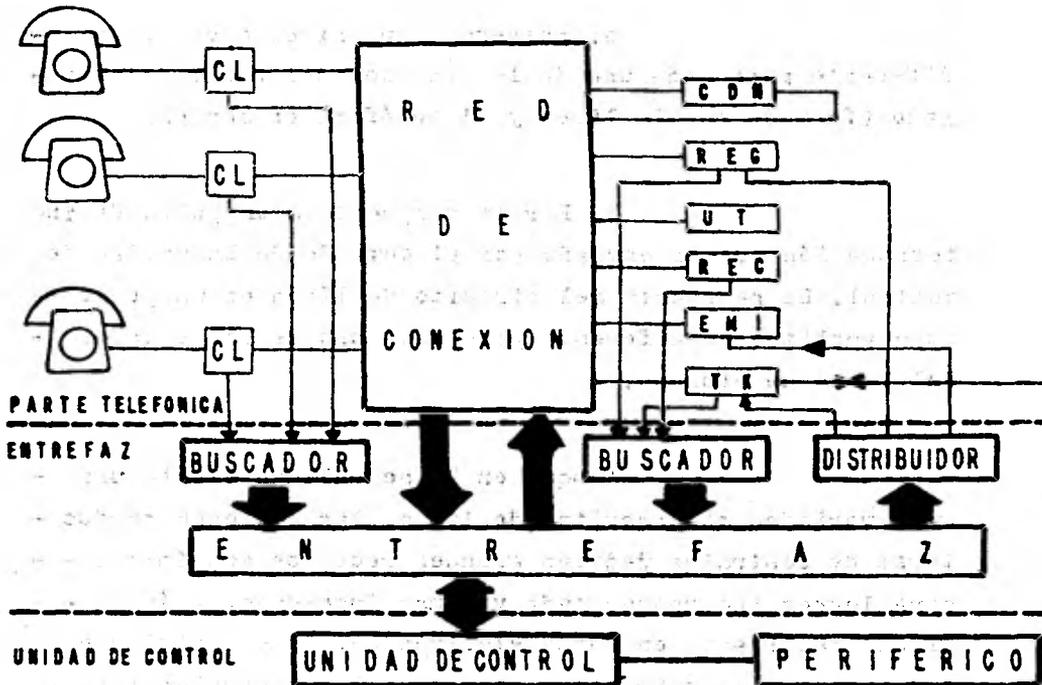


Fig. II.3. Esquema General de una Central Telefónica.

Los circuitos de línea funcionan básicamente de dos formas diferentes, que son:

a. Entregando un nivel o una señal diferente para cada uno de los estados del bucle del abonado (formado por la línea y el teléfono en serie).

b. Por la respuesta a un pulso de interrogación que es enviado por el comando de la unidad de control. La respuesta del circuito de línea es un pulso cuya amplitud es diferente para cada uno de los estados del bucle de abonado.

Aunque en la actualidad existe una gran variedad de circuitos de línea, las empresas productoras de centrales dedican grandes recursos económicos para lograr incorporar cada vez mas funciones, y éstas siendo realizadas en forma electrónica. Este circuito es muy importante, sobre todo ahora que las centrales son, y seguirán siendo electrónicas, empleando, además técnicas de transmisión digital.

2. Cordón. Este circuito es empleado en las comunicaciones entre abonados conectados a la misma central. Lo mismo ocurre con el circuito de línea, los circuitos de cordón son muy diversos.

Asociación de circuitos de línea en centrales modernas. 1961

Sin embargo, en las centrales telefónicas actuales, el concepto de cordón casi ha desaparecido, para dar lugar al concepto de canal o trama empleados en la terminología de los sistemas de transmisión digital.

3. Registro. El registro es un concepto heredado de los sistemas tipo control centralizado, en estos, el registro ejecuta, principalmente las funciones - enumeradas a continuación:

- a. Alimentación de abonados.
- b. Envío de tono de marcar.
- c. Recepción de dígitos marcados por los relevadores y de la red de conexión para:
  - Conectar el registro al abonado.
  - Comandar la conexión y puesta en funcionamiento del identificador.
  - Almacenamiento de los dígitos marcados por el abonado conectado.
  - Comandar los emisores de señales, - en el caso de una llamada dirigida a un abonado conectado a otra señal.
- e. Comandar la operación del receptor, así como recibir y almacenar la información procedente de éste, en llamadas de o hacia abonados conectados a otras - centrales telefónicas.

En las centrales controladas por computadora, se tiene un receptor de dígitos marcados por el abonado conectado, y las demás funciones las realiza un programa. Incluso, existen funciones del registro que ya no se realizan mas, así como otras que ahora son diferentes, etc.

4. Unidad de Tonos. Este equipo provee a la central telefónica de todas las señales necesarias para informar al abonado del avance del procesamiento de su llamada.

Estas señales son las siguientes:

- a. Tono de invitación a marcar.
- b. Tono de control de llamada.
- c. Señal de corriente de llamada.
- d. Tono de ocupado.

5. Receptores y Emisores. Estos equipos son empleados para enviar y recibir la información necesaria para el establecimiento de una conexión entre abonados de cada una de las centrales involucradas.

Esta información, entre centrales de larga distancia, consiste en identidad del abonado que llama, identidad del abonado llamado, señales de control, entre otras.

6. Troncales. Son circuitos empleados en la comunicación entre un abonado conectado a la central y otro abonado de otra central, controlado al canal entre centrales.

7. Red de Conmutación. Esta red, teniendo  $N$  entradas y  $M$  salidas, permite la conexión de cualquiera de sus entradas con cualquiera de sus salidas, además de realizar varias de estas conexiones simultáneamente.

Cada una de las conexiones se encuentra aislada de las demás no permitiéndose, por ésto, la filtración de las señales que transitan por una conexión a las demás, y a la inversa.

En la actualidad en los sistemas digitales, se emplean redes de conmutación con esquemas que son, o temporales, o espaciales, o una combinación de éstos.

Como se ha mencionado en la descripción de los equipos, existe una gran diversidad de éstos, y día con día surgen nuevos.

B. Entrefaz. Las funciones principales realizadas por la entrefaz son:

1. Adaptar las diferentes amplitudes de las señales a las que trabajan la unidad de control y la parte telefónica.

2. Realizar algunas funciones sencillas que, de otra forma, tendría que ejecutar la unidad de control. Tales funciones pueden ser:

a. Explorar los puntos sensores de la parte telefónica que indican el estado de los sistemas de ésta. En la Fig. II.3, se muestra esta función en los buscadores.

b. Distribuir las señales para comandar la operación o desoperación de la parte telefónica. Esta función se representa en la Fig. II.3 en el distribuidor.

c. Proveer de todas las señales de control y comando necesarias para la ejecución de las funciones de la parte telefónica.

d. Indicar el estado de la parte telefónica a la unidad de control, así como de proveer las señales de interrupción a la unidad de control cuando ocurre algún evento remarcable en la parte telefónica, etc.

**C. Unidad de Control.** La unidad de control, en la Fig. II.3 se ha representado como única, sin embargo, ésto no tiene por qué ser así.

Por lo que, cabe decir que la unidad de control es la que se encarga de realizar la toma de decisiones ya que es el comando de la parte telefónica que permite que la central realice sus funciones.

Viendo los diseñadores de centrales telefónicas, quienes implementaron la técnica del control centralizado, que en una llamada típica donde los abonos llegan al estado de conversación, el tiempo que es usado por la unidad de control es mínimo, y mas aun, durante el tiempo que ésta es necesaria, es usada por intervalos muy breves utilizando la técnica de Control Centralizado.

Esta técnica consiste principalmente en:

**A. Una unidad de control que realiza todas las operaciones necesarias para el funcionamiento de la central.**

**B. La separación de la unidad de control en autómatas cableados que realizan funciones específicas; por ejemplo: marcador, identificador, registro, etc.**

C. Equipar la central telefónica con el suficiente número de autómatas, que realicen las funciones mas frecuentemente usadas, para que la central pueda manejar volúmenes prefijados de tráfico.

Con esta técnica de control, se obtiene la ventaja de una gran economía; sin embargo, se tienen las siguientes desventajas.

A. Un alto índice de degradación del servicio. Esto consiste en que, al fallar un sólo equipo, el volumen de tráfico que puede manejar la central se ve disminuido considerablemente.

B. Una gran dificultad para modificar el funcionamiento de la central. Esto, ya que los autómatas son cableados y fueron diseñados para ejecutar sus funciones en forma absoluta, trae como consecuencia un alto grado de complejidad (y costo) al integrar a la central nuevos abonados, nuevos servicios, cambios de enrutamiento, etc.

C. Cualquier modificación al diseño original de la central implica un gran esfuerzo y, en ocasiones, el cambio total de equipos completos.

Los diseños hechos en base al control por computadora de las centrales se basaron en la

idea del control centralizado. Sin embargo, con esta nueva técnica, las dificultades fueron menos drásticas. Se tienen entonces programas que realizan las funciones que anteriormente hacían los autómatas. Esto significó un gran avance, puesto que, al tenerse un programa en vez de un autómata, éste puede ser cableado o modificado fácilmente.

En éstos y otros equipos, los problemas principales a resolver eran dos: costo y confiabilidad.

El costo no fue tan difícil de solucionar, puesto que las computadoras también iniciaron su proceso de abaratamiento. Surgieron nuevos elementos para memorias; procesadores más rápidos, confiables y económicos; nuevas técnicas y tecnologías para los puentes de entrada-salida.

En síntesis, la disminución en los costos de las computadoras ocasionó que los costos de las centrales controladas por computadoras fueran competitivos con los costos de las controladas por elementos electromecánicos.

Además de lo anterior, también fue posible lograr economías en la producción de los demás circuitos de la central, puesto que éstos son más sencillos.

Los sistemas electromecánicos han estado trabajando satisfactoriamente durante años, demostrando prácticamente su rigidez funcional.

Los sistemas electrónicos no pueden darse el lujo, puesto que el transistor de contacto fue descubierto en 1948, fecha muy reciente si tomamos en cuenta que para entonces ya había centrales telefónicas automáticas con 40 años de trabajar. (Strowger 1907, Western - Union).

Para lograr la confiabilidad requerida, (2 Hrs. de falla total en 20 años, una llamada en falla cada 10,000) en las centrales controladas por computadoras, se adoptó, principalmente, una técnica como la mostrada en la Fig. II.4. Esta requiere de memorias más rápidas, puesto que incluso el programa es compartido.

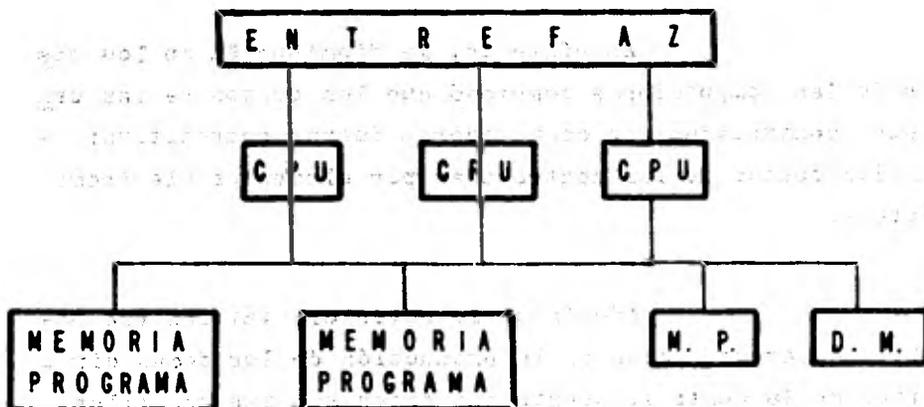


Fig. II.4. Configuración de las Computadoras de Control, adoptada por ITT.

Como resultado del rápido desarrollo de las computadoras, surgió otro elemento pariente de éstas, - el microprocesador.

En el control de centrales telefónicas, los microprocesadores pueden ser aplicados de manera muy diversa. A continuación, se analizarán algunas de estas posibilidades:

A. Distribución por Carga. En esta técnica, un procesador se encargaría de controlar y manejar - el tráfico generado por un grupo de abonados.

Por tanto, el procesador controla las partes siguientes:

1. Circuitos de línea de los abonados de su grupo.
2. Parte de los receptores de dígitos, los suficientes para su grupo y, - eventualmente, manejaría el tráfico de desborde de algún otro grupo.
3. Parte de las troncales.
4. Parte de la red de conexión.

De hecho, mediante el uso de estas técnicas, se tendrían realmente pequeñas centrales telefónicas interconectadas para garantizar la confiabilidad del sistema, se pueden emplear las técnicas de duplicidad o de una unidad de reserva, la ampliación de este equipo no - -

sería problema, ya que a cualquier crecimiento de abonados se agregarían nuevas minicentrales. Tiene, además, la ventaja de una muy baja probabilidad de falla total del sistema, puesto que es casi imposible que fallen simultáneamente todas las minicentrales, la principal desventaja radica en la multiplicidad de equipos similares utilizados en cada una de las minicentrales, así como en lo complicado de establecer comunicaciones entre abonados de diferentes minicentrales.

**B. Distribución por Funciones.** Todas las funciones de control y comando realizadas por la central son separadas. Uno o varios microprocesadores ejecutarían una o parte de una función. Así, una llamada sería controlada por varios microprocesadores.

Las principales ventajas son que las funciones más frecuentemente utilizadas son atendidas por un número mayor de microprocesadores, siendo éstos idénticos, variando sólo el programa y su interfaz. La interfaz se haría en una tarjeta por separado o universal, substando las diferencias si las hubiere con los conectores. Si fallara algún procesador, afectaría a muy pocas llamadas, pues corriendo periódicamente programas de prueba, rápidamente se detectaría la falla.

Su desventaja principal consiste en la dificultad para definir funciones precisas y diferenciadas, complicando la introducción de un nuevo servicio a abonados ya que afecta el funcionamiento de muchos microprocesadores. Al detectar una falla de funcionamiento de la central puede complicarse en localizar el o los microprocesadores que la producen, ya que un cambio en el funcionamiento de uno de ellos puede provocar fallas en cadena en los demás. Las variantes de esta técnica se describen a continuación.

#### 1. Control por Distribución de Carga y Funciones.

Es una fusión de las dos técnicas anteriormente expuestas, y se aplica en diversas formas. Lo importante de esta técnica es la flexibilidad, dependiendo ésta de lo complejo del esquema de control de función de la central.

Para control del conmutador pueden ser usadas dos estrategias en la conexión de microprocesadores:

- a.- Distribuir el control y comando de la central: Las funciones frecuentes a varios microprocesadores y las poco frecuentes o sencillas y de rápida ejecución agrupadas a un microprocesador adicional.
- b.- Distribuir la carga (abonados) a los microprocesadores, los cuales supervisarán los bucles y el control de las llamadas de los abonados de su grupo. Los

microprocesadores comandarían las funciones necesarias en el progreso de cada llamada, determinadas por el diagrama de transición entre estados y los eventos presentados en la llamada y ejecutados por otro u otros microprocesadores. También es posible hacer que los microprocesadores que atienden un grupo de abonados ejecuten funciones usadas esporádicamente. Las ventajas de esta técnica son:

- a. Flexibilidad de cambio para la ejecución de una función.
- b. Eficiencia en el uso de los microprocesadores.
- c. Facilidad de administración y mantenimiento del sistema.
- d. Confiabilidad en el funcionamiento de la central.

Entre sus desventajas podemos mencionar:

- a. Es complicado detectar errores, si falla la central.
- b. Es difícil definir y separar funciones de los microprocesadores para evitar interferencia y/o duplicidad.
- c. Complicada realización del programa de control, ya que se deben cubrir todos los posibles funcionamientos de la central, siendo ésto posible con la compilación condicional.

d. Necesidad de una modificación de las funciones de los microprocesadores implicados para la correcta afectación de una función, y necesidad resultante de conocer amplia y precisamente las ejecuciones de cada microprocesador y señales e informaciones que se intercambian. Esto se evita si se ejecutan dos programas, uno para la función y otro que transfiera la información requerida, ambos incluidos en el microprocesador ejecutante de dicha función. En caso que se requiera modificar la función, se efectuará únicamente el programa que la realiza. Esto provee un eficaz medio de prueba de la ejecución de las funciones por separado, necesitándose conocer las señales e informaciones para la realización de cada función, la función misma y las señales e informaciones resultantes de su ejecución.

## 2. Control por Compartición de Carga y de Funciones.

Esta técnica de control consiste en equipar la central telefónica con el número de microprocesadores necesarios de acuerdo con la cantidad de líneas telefónicas, el tráfico generado por los abonados, la cantidad y tipo de servicios especiales. Cada microprocesador tendrá en memoria el programa de control de la central completa, pudiendo existir, además, ya sea una memoria central con acceso a todos los microprocesadores o uno o varios microprocesadores para el almacenamiento de los estados y de los circuitos y sistemas conectados en cada llamada.

Cada microprocesador interrogará al equipo de memoria central por el trabajo pendiente a realizar; este trabajo se encontrará almacenado en una cola de trabajos pendientes y contendrá toda la información necesaria para la realización del mismo.

Existirá, además, una cola de eventos donde se almacenarán aquéllos producidos por los abonados. Estos eventos, junto con el estado de cada llamada, determinarán de manera única, las funciones que deberán ser ejecutadas en el control de cada llamada.

En el proceso de control de una central telefónica existen funciones que deben ser realizadas periódicamente: La supervisión de los contenidos de los receptores de dígitos para la correcta detección del fin de marcación de cada dígito, de los temporizadores, etc. todas las funciones periódicas pueden ser anotadas en tablas para ser ejecutadas cuando les corresponda.

Por tanto, cada microprocesador, al consultar la tabla de trabajos pendientes, la cola de eventos o la tabla de funciones periódicas, determina la función que debe realizar, así como la identidad del equipo telefónico involucrado. Una próxima función a realizar, así como el nuevo estado de la llamada, inscribiendo éstos en el equipo de memoria central.

El microprocesador interrogará nuevamente al equipo de memoria central por un nuevo trabajo a realizar, repitiéndose este proceso indefinidamente. Los microprocesadores que no encuentren trabajo por hacer, pueden realizar labores de verificación de funcionamiento o mantenimiento, para evitar que varios procesadores intervengan en la realización de una función en una misma llamada, el equipo de memoria central deberá seleccionar uno de entre todos los microprocesadores que solicitan acceso, y los registros de las llamadas deberán tener una indicación para señalar que la llamada ya está siendo atendida por algún microprocesador.

La cola de trabajos pendientes deberá estar dividida en dos, pudiendo existir dos colas por separado, para diferenciar los trabajos que son prioritarios (desconexiones de los abonados a la señal de timbre) de los que no lo son. La cola de eventos será única, y en ella se inscriben todos los eventos detectados en la parte telefónica para su análisis posterior.

La tabla de funciones periódicas puede ser separada en varias, cada una indicando funciones a realizarse a diferente frecuencia; o bien se puede concebir una tabla donde se encuentra codificada la información de las funciones que deben realizarse en un tiempo determinado. Así como en cada bit se encuentra la información de si una determinada función debe ejecutarse o no, según sea su valor 1 ó 0.

Esta técnica de control para centrales telefónicas tiene ventajas; de entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- a. Gran confiabilidad.
- b. Flexibilidad al realizar cualquier cambio, ya sea de programación o en la circuitería.
- c. Aumento en las facilidades que se ofrecen a los abonados.
- d. Poca o nula degradación del sistema.
- e. No se requiere especificar las funciones que debe realizar cada procesador.
- f. Se puede mejorar el grado de servicio de la central telefónica agregando más procesadores y el equipo telefónico necesario.
- g. Se utiliza el mismo programa de control para pequeñas que para grandes centrales telefónicas.

Sus desventajas son las siguientes:

- a. El equipo de memoria central debe ser rápido.

b. Generalmente, los microprocesadores no son capaces de dar acceso a una memoria tan grande como la necesaria para almacenar la información de una central de mediana o grande capacidad; por lo que es necesario un equipo que permita hacer la traducción de direcciones.

Los microprocesadores que realizan el programa de control pueden ser conectados al equipo de memoria central por un bus específico, y a las entrefaces de la parte telefónica por otro u otros buses.

c. El equipo de memoria central deberá ser confiable.

d. Las entrefaces de la parte telefónica deberán ser inteligentes para:

I. Poder decidir la ejecución en paralelo de comandos a diferentes equipos de la parte telefónica de la central.

II. Realizar y verificar los comandos a la parte telefónica.

III. Detectar los circuitos en falla cuando exista algún error de funcionamiento del equipo de la parte telefónica, en forma independiente a los microprocesadores de control de la central.

IV. Poner en funcionamiento los equipos de reserva, así como el sistema de alarma por falla en la parte telefónica de la central.

En general, en la técnica de control por distribución de funciones, se encuentra la desventaja de definir y diferenciar cada una de ellas de manera precisa. Un gran problema surge al sustituir o modificar alguna función de forma tal que no afecte la ejecución de las demás funciones.

## II.2.1.- Sistemas de Conmutación Electrónica por Distribución de Espacio.

En este tipo de sistemas una conexión física permanente se establece entre las líneas en cuestión, durante el tiempo que dura la llamada. Esta conexión o trayectoria se realiza por la colocación elemental de enlaces de principio a fin por medio de puntos de conexión (punto de cruce), se dice que estos componentes son capaces de permitir el establecimiento de trayectorias de voz o de bloquearlas. La red de conmutación es aquella parte de una central telefónica cuya función es la de conectar una línea telefónica a otra. En conmutación difieren según los puntos de cruce que utilizan; pero todas ellas emplean el mismo tipo de estructuras. Los puntos de cruce están agrupados en matrices y las matrices en etapas de selección, son únicamente el número y capacidad de las unidades de control las que varían de un sistema a otro.

Este tipo de sistemas son los que más se emplean en la actualidad y seguramente se seguirán utilizando por tiempo considerable a pesar de la creación de los sistemas con conexión por Distribución de Tiempo, que son los más abocados a utilizarse en el futuro, debido a los avances tecnológicos que se han logrado tanto en su red de conmutación como en su parte de control. En los sistemas de conmutación que se basan en el principio de Multiplex por Distribución de Espacio, actualmente ya en la interconexión de sus líneas utilizan puntos de cruce electrónicos.

Las líneas de entrada y salida forman un arreglo de intersección de líneas, actualmente las conexiones se establecen conectando las líneas en sus puntos de intersección por medio de dispositivos de estado sólido, a este arreglo se le conoce como arreglo de conmutación o matriz y los contactos en los puntos de intersección se conocen como puntos de cruce. La acción de los contactos en la matriz es simplemente cerrar o abrir, con lo cual se establecen o se interrumpen las conexiones, esta función se puede llevar a cabo mediante elementos electrónicos, como son: Diodos, tubos electrónicos, transistores, triodos - - PNP, núcleos magnéticos, un par de transistores complementarios, etc. El arreglo de la figura II.5 constituye una matriz de conmutación que emplea diodos ajustables con puntos de disparo (TAD) como puntos de cruce.

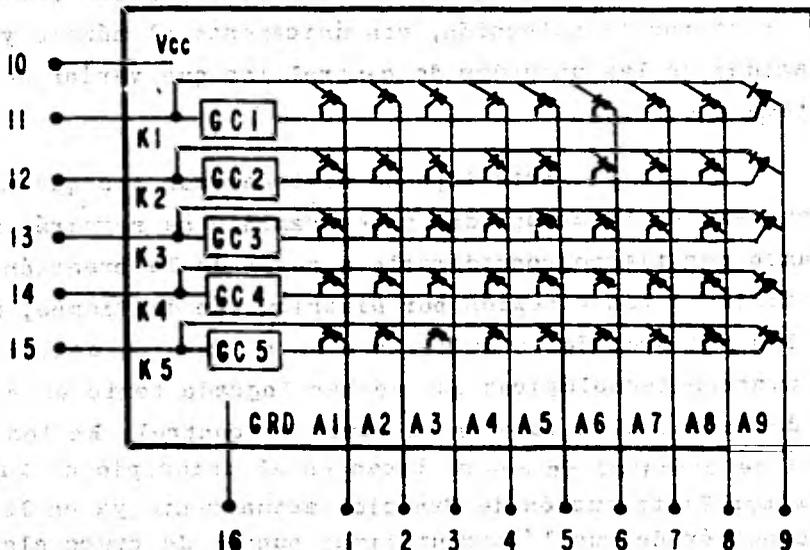


Fig. II.5. Diagrama Esquemático Funcional.

$$V = 14 - H$$

La figura II.5 muestra el arreglo de los puntos de cruce, utilizando los TAD (diodos ajustables con puntos de disparo), el minimizar el costo y volumen de cada punto de cruce requirió de la maximización de la densidad de puntos de cruce en cada arreglo monolítico de barras o espiras.

Se seleccionó para el empaquetamiento

un chip de 16 patas, construido con un bajo costo, el circuito de control horizontal requirió de un voltaje de +15 volts y un retorno a tierra, lo que dejó 14 patas para el

arreglo. Para un arreglo de H entradas horizontales y V salidas verticales, resultando H x V puntos de cruce y

además cumpliendo con la ecuación  $H + V = 14$  las técnicas de minimización de los puntos de cruce para un arreglo no bloqueado requiere un dimensionamiento básico según la ecuación  $V = 2H - 1$ , por tanto:

$$H + V = H + 2H - 1 = 3H - 1 = 14$$

$$H = 15/3 = 5$$

$$V = 2(5) - 1 = 9$$

y;

$$H \times V = 45$$

Lo cual es tan solo un 9% menos que el máximo número posible de puntos de cruce, lo que ocurre cuando  $H=V$ , es de 45 circuitos. Por lo tanto, el número de circuitos que se pueden implementar en un chip de 16 patas es de 45 y el número de circuitos que se pueden implementar en un chip de 16 patas es de 45.

$$H=V= 7$$

por lo tanto:

$$HxV= 49$$

Además fue necesario conservar el estado real de la barra, por la reducción del número de circuitos de control horizontal sin reducción del número de puntos de cruce. Por lo tanto, esta necesidad conformó la decisión de mantener el número de horizontales en 5. El diseño de los circuitos de control utilizó transistores como fuentes de corriente para la influencia en lugar de resistencias convencionales de difusión, resultando una economía en espacio.

Por otro lado, la conmutación con puntos de cruce tiene bidireccionalidad dinámica uniforme con una resistencia de aproximadamente 12 ohms y una capacitancia de apagado de aproximadamente 1.15 picofaradios. Las pérdidas de corriente inversa de "Bias" en el ánodo es de 200 nanoamperes y la corriente inversa de bias en el cátodo y la de bias de entrada al circuito de control son menores de 500 nanoamperes, éste tiene una corriente de encendido de unos pocos microamperes y cerca de 150 nanosegundos, así mismo, tiene un voltaje de avance de offset de 1.1 volts.

La estructura PNP básica ha sido modificada como se muestra en la figura II.6, el arreglo ha sido procesado por la Texas Instruments dentro de un circuito integrado monolítico utilizando componentes dieléctricos como aislamiento y un tope metálico entre el silicón y el

aluminio. Los circuitos del control horizontal son ligados entre el respectivo catodo de entradas y la compuerta común del mismo mecanismo, como se muestra en la figura II.5 que indica el diagrama esquemático funcional.

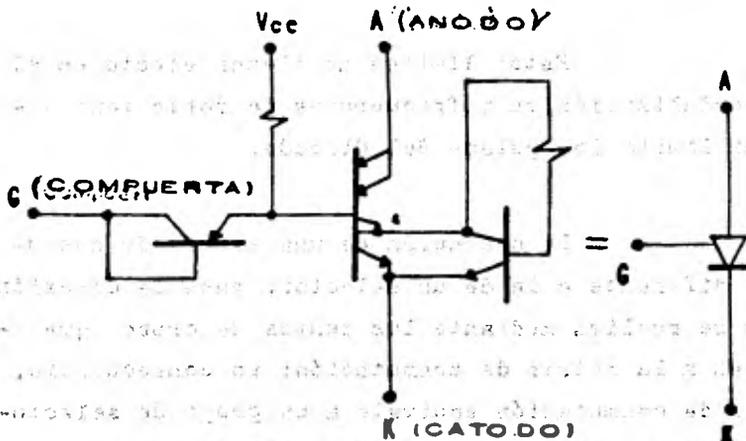


Fig. II.6. Composición de un punto de cruce PNP, en donde el que incluye un doble anodo.

En las tablas de la figura II.7, se presenta el análisis para la protección de una trayectoria establecida en la matriz de conmutación. La limitación del nivel de la señal de ac en la línea es como sigue:

$V_s \text{ min} = V_k \text{ min} = 2V$  (límite en el circuito de control).

$V_s \text{ max} = V_{kt} \text{ min} = 8V$  (una etapa),  $5.8V$  (tres etapas).

$V_s \text{ nom} = 4 \text{ V}$

$V_p \text{ max} = 1.55 \text{ V (+3 dBm)}$

donde:

s = señal

k = catodo

t = umbral

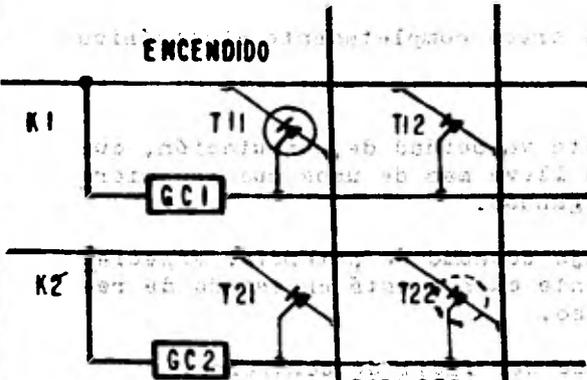
p = pico

Estos límites no tienen efecto en el diálogo, señalización multifrecuencias de doble tono - - (DTMF), ni limita los pulsos del discado.

La operación de una matriz de conmutación es diferente a la de un selector, pues la conexión de líneas se realiza mediante los puntos de cruce que - constituyen a la matriz de conmutación; en consecuencia, una matriz de conmutación equivale a un grupo de selectores en el que la entrada de cualquier selector se puede conectar con cualquier salida de los selectores.

Por lo tanto, la substitución de los selectores electromecánicos por matrices de conmutación a base de contactos representó un paso importante en el perfeccionamiento de los sistemas de conmutación telefónica. Sin embargo, con la creación de los elementos de estado - sólido y con su aplicación a los sistemas telefónicos, se puede decir que el sistema ideal es aquel que permita el establecimiento de conexiones sobre elementos estáticos - que eliminen toda posibilidad de movimiento mecánico.

ENCENDIDO

PARA SER  
ENCENDIDO

SECUENCIA	TAD'S
ARRANQUE	T 11
SEÑAL A 2	T 11
SEÑAL R 2	T 11, T 22

## ANALISIS DE LA ACCION DE SEÑALIZACION

TAD	CONDICIONES REQUERIDAS		COMP. PULSO	ENCIENDE?
	$V_{AK} > 1.5V?$	$V_{AG} > 1.5V?$		
T 12	-9V, SI	-2V, NO	NO	NO
T 21	-9V, A +1V, NO	-5.3V, NO	SI	NO
T 22	+5V, SI	+2.7V, SI	SI	SI

Fig. II.7. Analisis de protección para una trayectoria, empleando puntos de cruce TAD.

En la actualidad ya se emplean en la matriz de conmutación puntos de cruce electrónicos (diodos, transistores, triodos, etc.) para establecer la conexión entre dos puntos. Las propiedades básicas que se

requieren para un punto de cruce completamente electrónico son:

1001	1002
1003	1004
1005	1006
1007	1008

- a) Alta velocidad de conmutación, que no lleve mas de unos cuantos micro segundos.
- b) Bajo consumo de potencia, especialmente cuando está en estado de reposo.
- c) Debe ser fácil de controlar.
- d) De alta duración y en consecuencia de seguridad alta.
- e) Debe ser barato.

1009	1010
1011	1012
1013	1014
1015	1016

- f) Debe tener bajos costos de mantenimiento y escasos requisitos de espacio.
- g) Resistencia inversa alta y resistencia directa pequeña.
- h) Es conveniente que presente alguna forma de memoria para utilizarla como retención.
- i) Debe ser capaz de manejar el ancho de banda y rango de potencias de nivel que se requieren.

j) Debe introducir bajo ruido.

k) Es conveniente que tenga una trayectoria de cd para señalar a través de la central.

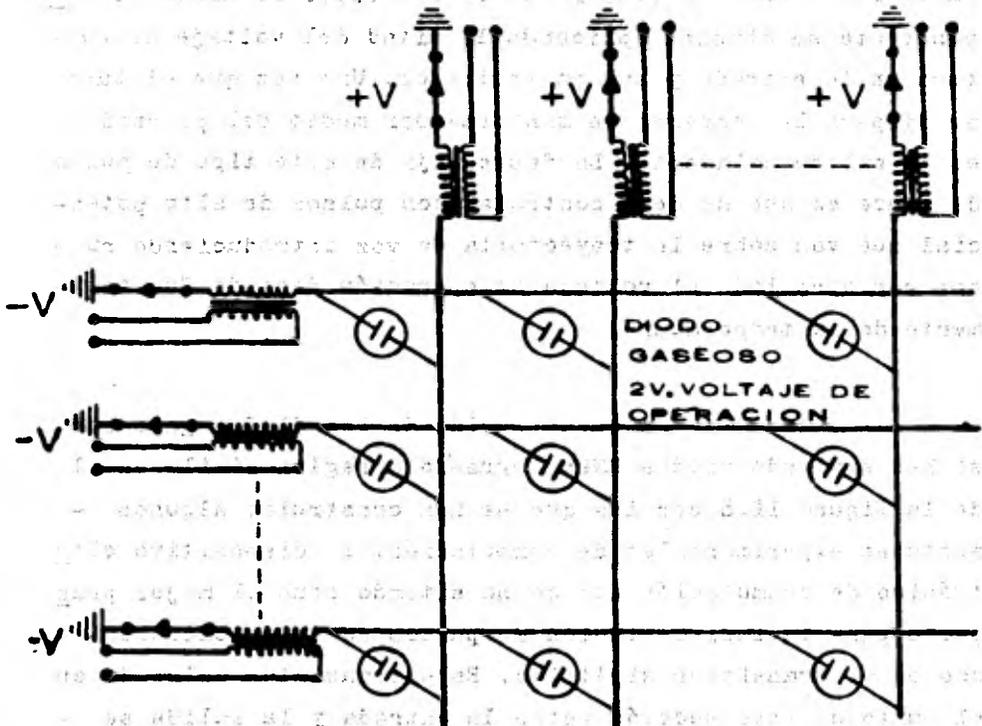
l) Debe ser bilateral si se va a emplear un dispositivo de conmutación de dos polos.

m) Debe ser capaz de manejar el ancho de banda y rango de potencias de nivel que se requieren.

Los elementos mas utilizados como puntos de cruce son los diodos gaseosos (de catodo frio). El diodo gaseoso ya se ha empleado para la conmutación electrónica, es un dispositivo que normalmente presenta alta impedancia, pero que se le puede convertir a baja mediante la aplicación de potencial alto en él. Dicho potencial provoca una descarga dentro del diodo que hace que éste presente una trayectoria de baja impedancia, la descarga se puede mantener con un voltaje mas bajo que el voltaje de disparo. Para lograr una matriz electrónica, los diodos se arreglan en la forma como lo ilustra la figura II.8. El diodo correspondiente se dispara aplicando la mitad del voltaje de ruptura en la entrada y salida indicados. Una vez que el tubo se dispara la descarga se mantiene por medio del potencial en la salida solamente. La desventaja de este tipo de punto de cruce es que se debe controlar con pulsos de alto potencial que van sobre la trayectoria de voz introduciendo ruido; por otro lado el voltaje de operación depende fuertemente de la temperatura.

En substitución de los diodos gaseosos, se han empleado diodos PNPN logrando arreglos similares al de la figura II.8 con los que se han construido algunos sistemas experimentales de conmutación. El dispositivo electrónico de conmutación que se ha situado como el mejor prospecto para la implementación de puntos de cruce electrónicos es el transistor simétrico. Este transistor colocado en el punto de intersección entre la entrada y la salida se puede dirigir, desde un circuito de control separado, para que conduzca o no. El transistor de efecto de campo también

puede realizar las funciones anteriores; y aunque sus costos resultaban elevados se han logrado abatir con la producción a gran escala, y resultaban de esta manera adecuados para emplearse en la conmutación telefónica. Por lo que respecta al control o proceso de operación de una matriz de conmutación, difiere grandemente al de un uniselector o de un selector de dos movimientos.



**Fig. 11.8. Matriz de conmutación a base de diodos gaseosos.**

La operación de una matriz de conmutación ya no es tan simple, ya que ésta no puede explorar mecánicamente sobre las troncales como lo hace un selector. La trayectoria de conexión se debe encontrar en forma eléctrica y determinar los puntos de cruce que es necesario operar para completar la trayectoria deseada. Se debe, por lo tanto, determinar las filas horizontales y las columnas verticales en cuyos puntos de intersección están localizados los puntos de cruce, esto requiere de equipo de control elaborado. Este equipo debe primero conocer la entrada que ha sido ocupada, información que se puede transmitir mediante conductores de señalización que van desde todas las entradas hasta el equipo de control. El equipo de control recibe entonces los dígitos, si éstos llegan en la forma de trenes de pulsos, el equipo de control cuenta los pulsos y determina en base a esto los dígitos que se han discado y consecuentemente determina el grupo troncal de salida al que se debe llegar.

En estas condiciones este equipo queda capacitado para producir información que determina la trayectoria de conexión a través de la matriz o en otras palabras, los puntos de cruce en la matriz que pertenecen a esta trayectoria, el equipo de control opera entonces a estos puntos de cruce, éstos últimos pueden librarse de nuevo mediante dos métodos ya sea inmediatamente después de que la llamada se termina o hasta que éstos se requieran para nuevas llamadas.

Desde una entrada de la matriz de conmutación pueden existir varias trayectorias hacia una salida, algunas de esas trayectorias pueden estar ocupadas por llamadas ya establecidas en tanto que las demás permanecen aun desocupadas, ésto significa que se le debe informar al equipo de control sobre el estado de ocupación de la matriz de conmutación. De nuevo, el equipo de control recibe esta información mediante conductores de señalización que se extienden desde todos los eslabones y desde todas las salidas hasta el equipo de control y cuya condición eléctrica sirve para indicar si un eslabón o troncal está libre u ocupado.

Sin embargo existe otro método por medio del cual se puede informar al equipo de control del estado de ocupación de la matriz de conmutación, en este caso la información no llega sobre conductores de señalización directamente desde los eslabones o desde las troncales de la matriz, sino desde una memoria central en la cual se registra la información de los eslabones y troncales ocupadas siempre que se establece una conexión. Además esta memoria contiene información de la estructura total de la matriz de conmutación de modo que el equipo de control puede seleccionar la trayectoria de conexión únicamente con la ayuda de la memoria. Desde luego que este método requiere de un equipo de control mas elaborado, pero ofrece la ventaja de que el equipo de control puede ser rápido y fácilmente adoptado a los cambios en la estructura de la central, ya que todo lo que tiene que cambiarse es el contenido de la memoria, lo que no es difícil, es por lo que este principio utiliza en las centrales telefónicas modernas.

Como el equipo de control para una matriz de conmutación siempre es voluminoso y caro, debe ser centralizado para que varias matrices tengan un control común y unas cuantas bastan para toda la central. Las unidades de control se conectan con una matriz de conmutación por medio del equipo de acceso (conectores), solamente durante el período de tiempo corto que se requiere para establecer la llamada, tal equipo de control por supuesto que debe operar con alta velocidad para que pueda ser liberado de nuevo en forma rápida y estar disponible para otra llamada. Entre mas rápido se libere el equipo de control, mas matrices de conmutación estarán disponibles reduciendo así la congestión, menos equipo necesitará toda la central y menos cara será dicha central. Es por esto que conviene emplear componentes electrónicos debido a su alta velocidad de operación. Sin embargo, como los abonados marcan lentamente y el equipo de control tiene que recibir los dígitos, su tiempo de retención es comparativamente largo a pesar de los componentes electrónicos. Por esta razón el control debe estar organizado de tal manera que cuando menos algunas de sus partes se ocupen durante un corto tiempo, de modo que con unas cuantas de estas partes se pueden manejar todas las llamadas.

Con este propósito, el equipo de control se compone de registros y marcadores; un registro recibe los pulsos de los dígitos discados, los cuenta y los almacena, esto significa que el registro permanece ocupado durante todo el proceso de envío de los dígitos. Por esta razón, una central debe estar provista de varios registros

para que todas las peticiones de servicio se puedan lograr sin mucha congestión. Solamente al final de la transmisión de uno o varios dígitos el registro pide el servicio por un tiempo muy corto, de uno de los pocos marcadores, al cual le transmite los dígitos discados en forma codificada ideada para una transmisión rápida. Entonces, el marcador combina la información de destino con la información resultante del proceso de identificación (o sea con el número de posición de la entrada) y con la información del estado de ocupación de la matriz de conmutación, como resultado de esta combinación determina la trayectoria de conexión, es decir, la localización de los puntos de cruce que después se operan.

Aunque los marcadores en realidad son muy rápidos, su alta velocidad de operación se hace efectiva solamente si los puntos de cruce se pueden operar también en forma rápida, pues de otra manera los puntos de cruce de operación lenta incrementan de nuevo el tiempo de retención del marcador. Si un sistema emplea puntos de cruce lentos cuya velocidad de conmutación excede de unos cuantos milisegundos, es común separar del marcador el equipo de operación para permitir que el marcador se libere tan pronto como haya seleccionado la trayectoria de conexión, es decir, después de haber determinado los puntos de cruce que deben operar. Si es así el equipo de operación actúa entonces a dichos puntos de cruce.

De lo anterior, se deduce claramente -- que el equipo de control central realiza todas las funciones involucradas en el establecimiento de la trayectoria de conexión. La trayectoria de voz solamente contiene los dispositivos que se requieren durante la conexión, -- los cuales sirven por ejemplo, para llamar al abonado deseado, para alimentar los circuitos de voz y para registrar el costo de la llamada.

Además del método en el cual el equipo de control selecciona la trayectoria sobre la red de -- conmutación y después opera los puntos de cruce, se ha desarrollado otro método para establecer la trayectoria de conexión entre una entrada y una salida (método de marcación final). En este caso, mediante el proceso de identificación, el equipo de control determina únicamente la entrada que se ocupa en la matriz de conmutación y en base a los dígitos de la información de destino determina la salida requerida, entonces el equipo marca momentáneamente estos dos puntos de la red con determinado potencial, terminando con esto su tarea. Este equipo ya no vuelve a recibir información del estado de ocupación, o sea de las trayectorias libres u ocupadas, la red de conmutación misma asume las tareas de selección y conexión de la trayectoria entre los dos puntos marcados. Existen dos métodos mediante los cuales se puede llevar a cabo lo anterior: -- el método estático y el dinámico.

En el método estático, la condición de marcaje se extiende simultáneamente sobre todas las trayec

torias posibles de la red de conmutación, que aun estén de ocupadas, hacia todas las salidas desocupadas. En general algunas de estas trayectorias terminarán en la salida marcada, entonces una de estas trayectorias se establece en forma sucesiva desde la salida. Una práctica común que se encuentra en el caso del método estático consiste en extender la condición de marcaje simultáneamente desde la entrada y la salida hasta el centro del arreglo sobre todas las trayectorias posibles que aún estén desocupadas; entonces se pueden usar las trayectorias que se encuentran en el centro, la selección de una de ellas se lleva a cabo por medio de juegos de conexión (juntores) que se localizan al centro del arreglo.

Por otro lado, con el arreglo dinámico la condición de marcaje causa que se establezcan las trayectorias libres posibles desde la entrada ocupada (una después de otra) hasta todas las salidas que aún estén desocupadas, hasta que se encuentra una trayectoria que termine en la salida marcada, esta trayectoria queda entonces establecida permanentemente.

En el caso del método estático, los puntos de cruce pueden estar constituidos de contactos, tubos de gas o semiconductores. En contraste a éste el método dinámico necesita de componentes electrónicos biestables muy rápidos.

### 11.2.2. Sistemas de Conmutación Electrónica por Distribución de Tiempo

Este tipo de sistema es capaz de permitir que por un mismo camino de comunicación varias conversaciones se efectúen simultáneamente, mediante la transmisión de modulación por impulsos codificados, asimismo, asocian el camino de comunicación en forma secuencial a varias comunicaciones diferentes una de otra, ésto se hace a gran velocidad (8,000 veces por segundo o más) y entonces el efecto es como si cada comunicación se transmitiera permanentemente.

Cuando señales analógicas se descomponen en un juego de muestras, como se indica en la figura 11.9 es posible transmitir muchas señales diferentes en un tren de pulsos de alta velocidad con las muestras entrelazadas, ésto es posible empleando la Conmutación por Distribución de Tiempo.

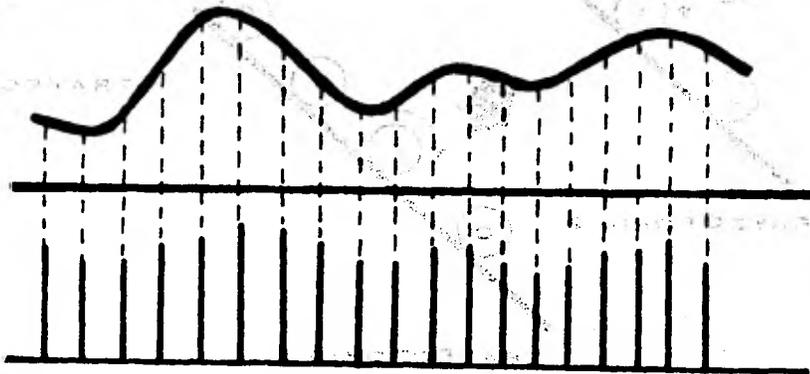


FIG. 11.9 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (PAM).

En la conmutación por distribución de tiempo, las diferentes muestras se envían por distintas trayectorias, dependiendo del destino deseado, la figura 11.10 ilustra el principio. Aquí los círculos ruedan en un deslizador que está separado por dos compuertas (tipo electrónicas) que abren y cierran exactamente al tiempo conveniente. Existen tres tipos de círculos A, B, C; ellos representan muestras de tres señales que viajan juntas en la forma de multiplexado por distribución de tiempo.

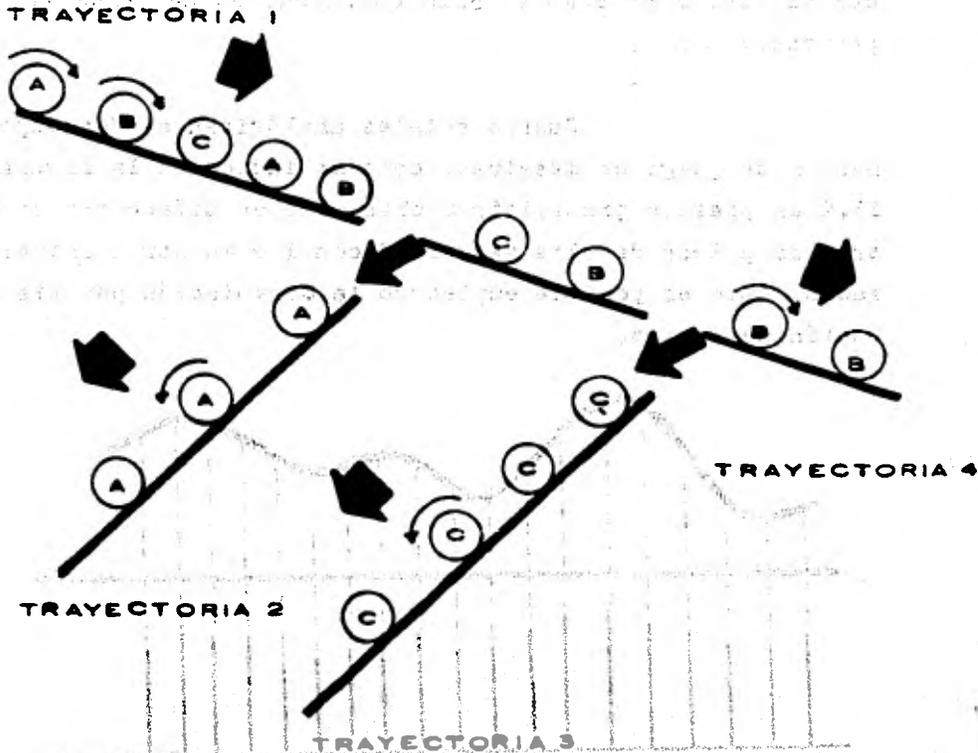


FIG. 11.10 CONMUTACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DE TIEMPO

Si se desea conmutar la señal A sobre la trayectoria 2. La compuerta que conecta la trayectoria 1 con la 2 abre exactamente el tiempo conveniente para dejar pasar los círculos A, hacia la trayectoria 2.

Similarmente, si la señal C necesita ir por la trayectoria 3 las compuertas de la trayectoria 3 -- abren en el tiempo correcto para llevar a cabo este paso. En otro momento puede ser deseable conmutar la señal A en dirección de la trayectoria 3, esto se realiza cambiando los momentos de apertura de las compuertas.

En la conmutación por distribución de tiempo las muestras pueden estar llegando a una velocidad de un millón por segundo. Pueden existir cientos o miles de trayectorias, y las compuertas abren y cierran a una velocidad electrónica equivalente a la de los circuitos lógicos en un computador. La trayectoria 1 en la figura 11.10 se puede considerar como el equivalente a una trayectoria eléctrica, que transporta muestras de pulsos modulados en amplitud (PAM) como se ve en la figura 11.10 desde un grupo de líneas. Las líneas que salen necesitan estar eléctricamente conectadas a esta trayectoria o bus en instantes en los que cada una de las muestras requieren circular a través de ella.

La figura 11.11 ilustra el principio de un concentrador que utiliza conmutación por distribución de tiempo. En este diagrama simplificado, cinco teléfonos se conectan a dos líneas salientes, las siete líneas ingre

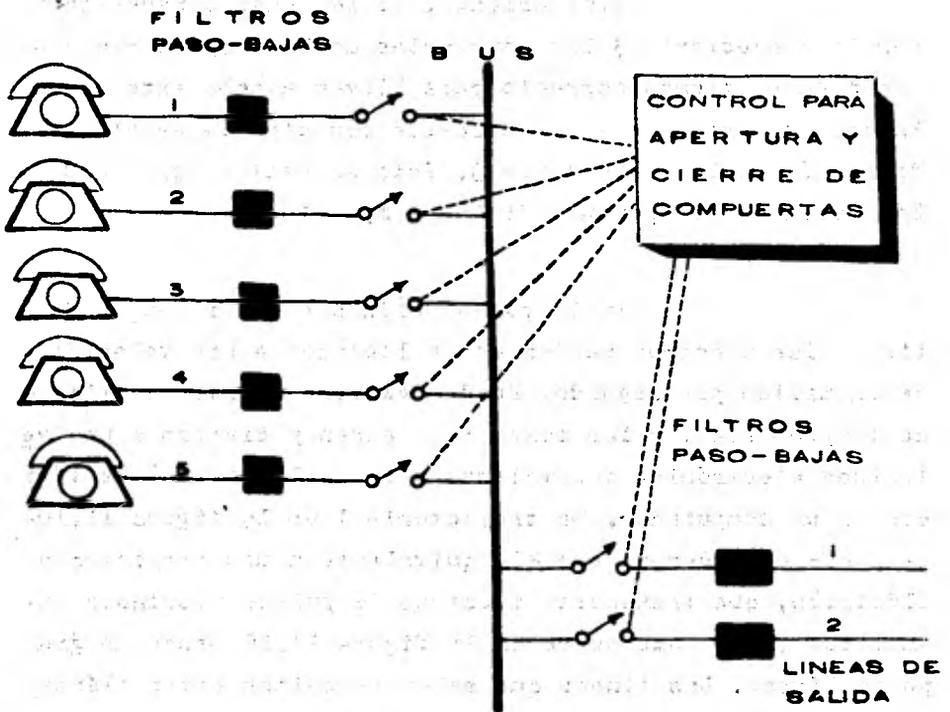


FIGURA 11

sen al conmutador transportando señales de voz analógicas, cada una pasa a través de un filtro paso-bajo que elimina cualquier frecuencia mayor de 4,000 Hz.; las líneas se conectan entonces a un bus vía a través de una compuerta - - muestreadora. Cada compuerta opera 8,000 veces por segundo y de este modo produce 8,000 pulsos modulados en amplitud por segundo (8,000 es el número de muestras necesarias para reconstruir completamente una señal de 4,000 Hz.).

Puesto que existen siete líneas, el bus necesita transportar siete paquetes de muestras, ésto es -  $7 \times 8,000 = 56,000$  pulsos por segundo PAM. La compuerta en cualquier línea puede ser controlada, para que pueda abrir en tiempos equivalentes a cualquiera de esos paquetes de - muestras. Si el teléfono 1 está para ser conectado a la línea de salida No. 2, entonces el conmutador en la línea -- del teléfono 1 y el conmutador en la línea de salida No. 2 necesita ser abierto en el mismo instante. Debido a que el bus transporta siete paquetes de pulsos, este paso puede - tomar lugar al mismo tiempo que el teléfono No. 4 sea co--nnectado al teléfono No. 5 el control del computador abre y cierra las compuertas al instante correcto; el sistema completo puede ser realizado por medio de circuitos de estado sólido.

El número de líneas que se puede conec--tar a tal dispositivo depende del número de pulsos PAM que el bus puede transportar. Si el bus puede transportar un - millón de pulsos PAM por segundo, entonces  $1,000,000/8,000 = 125$  líneas se pueden conectar al mismo.

Se verá que la conmutación por distribución de tiempo, es completamente diferente de la conmutación convencional, en la que una trayectoria física está permanentemente conectada (llamada conmutación por distribución de espacio). El número de puntos de conmutación es mucho menor, si existen  $N$  líneas, entonces  $N$  puntos de conmutación son necesarios. Para el caso de Conmutación por Distribución de Espacio si  $N$  líneas se van a interconectar físicamente entonces  $N^2$  puntos de conmutación son necesarios; la primera cifra puede ser reducida por una conmutación de multi-etapas, con un número limitado de conexiones simultáneas; si se permite que no más de un décimo de las líneas se interconecten al mismo tiempo entonces  $0.21 N^2$  puntos de conmutación pueden ser utilizados. De este modo un selector que interconecta 100 líneas en conmutación por distribución de tiempo, necesita 100 puntos de cruce, mientras que la conmutación por distribución de espacio probablemente necesita por lo menos 2,100. La conmutación por distribución de tiempo es baja en costo actualmente que la por distribución de espacio para muchas aplicaciones; como el costo de los circuitos lógicos rápidos tiende a disminuir, la conmutación por distribución de tiempo, llegará a ser cada vez más económica.

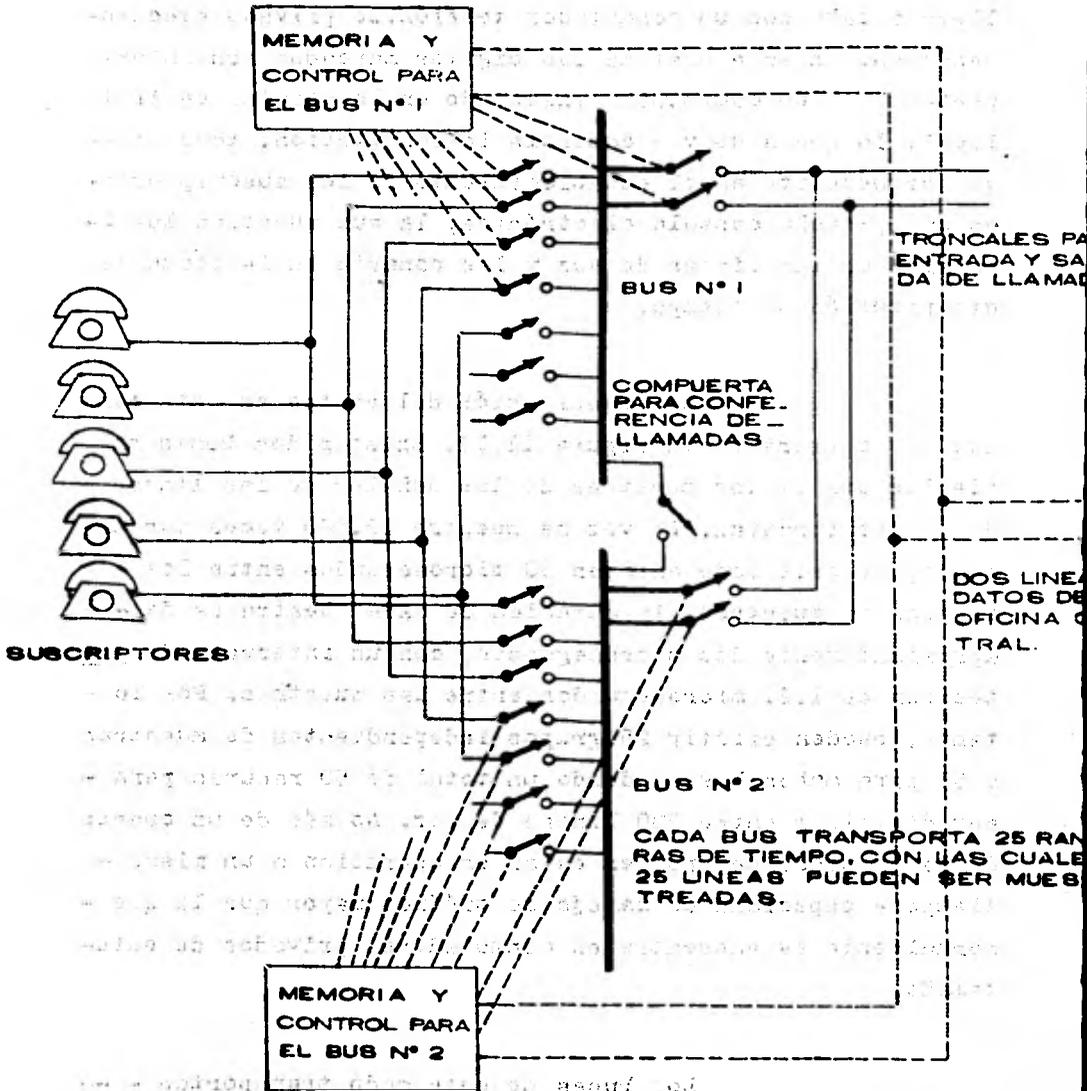
Un ejemplo interesante de conmutación por distribución de tiempo se encuentra en la forma de conectar los suscriptores a un sistema de conmutación electrónica.

Este proceso en forma convencional se --

lleva a cabo con un conmutador telefónico privado electro-mecánico. En este sistema los dígitos marcados son interpretados en un computador instalado en la oficina central-local, la que a su vez controla la conmutación, todo lo que se necesita en el establecimiento de los suscriptores en una pequeña consola electrónica, la que muestrea las señales en las líneas de voz y las conmuta en la forma de distribución de tiempo.

La organización del equipo en esta consola se muestra en la figura 11.12. Existen dos buses hacia los cuales las muestras de las señales de las líneas de voz se conmutan. La voz se muestra 12,500 veces por segundo, de este modo existen 80 microsegundos entre los tiempos de muestreo, la duración de cada muestra es de aproximadamente dos microsegundos, con un intervalo de protección de 1.2. microsegundos entre las muestras. Por lo tanto, pueden existir 25 grupos independientes de muestras o 50 para ambos buses, dando un total de 50 ranuras para ser divididas entre 200 líneas de voz. No más de un cuarto de las extensiones pueden estar en operación a un mismo tiempo - capacidad de manejo de tráfico mayor que la que normalmente se encuentra en conmutadores privados de este tamaño.

Los buses de este modo transportan  $12,500 \times 25 = 312,500$  muestras PAM por segundo cada uno, las muestras son dirigidas a la línea de voz apropiada mediante el control de circuitos electrónicos, los cuales son dirigidos por el computador de la oficina central lo-



**FIG. 1012 ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONMUTACION POR DISTRIBUCION DE TIEMPO**

...of la rruuo pabolo al de ...

cal. Para este propósito, dos líneas de datos van de la unidad de conmutación por distribución de tiempo al computador de la oficina central. Una de ellas transporta los dígitos marcados y la otra las instrucciones de computación a la unidad de conmutación.

El uso de dos buses duplica el número de ranuras de tiempo disponibles para el abonado, pero tal vez lo más importante, es el aumento al máximo de la seguridad. Si un bus o su control fallan el otro puede manejar cualquiera de las extensiones, de esta manera 25 ranuras de tiempo en lugar de 50 quedan disponibles. La compuerta que se localiza entre los dos buses proporciona la forma además para establecer las llamadas conferencia. La figura 11.13 muestra el arreglo del bus de una unidad de computación más grande. Aquí, existen hasta cuatro buses, cada uno transporta 60 ranuras de tiempo independiente, dando un total de 240, lo que significa 3'000.000 de muestras por segundo. Subgrupos de 32 líneas de voz se conectan a través de los conmutadores por distribución de tiempo a los subgrupos de buses. Los buses de subgrupo en turno se conectan por medio de más conmutadores por distribución de tiempo a los subgrupos de buses. Los buses de subgrupo en turno se conectan por medio de más conmutadores por distribución de tiempo hasta de 60 ranuras de tiempo.

Tres millones de muestras PAM por segundo constituyen el límite superior de esta tecnología hasta hace poco tiempo. Los 240 espacios de tiempo manejan como máximo 820 líneas de voz; con el objeto de manejar más de

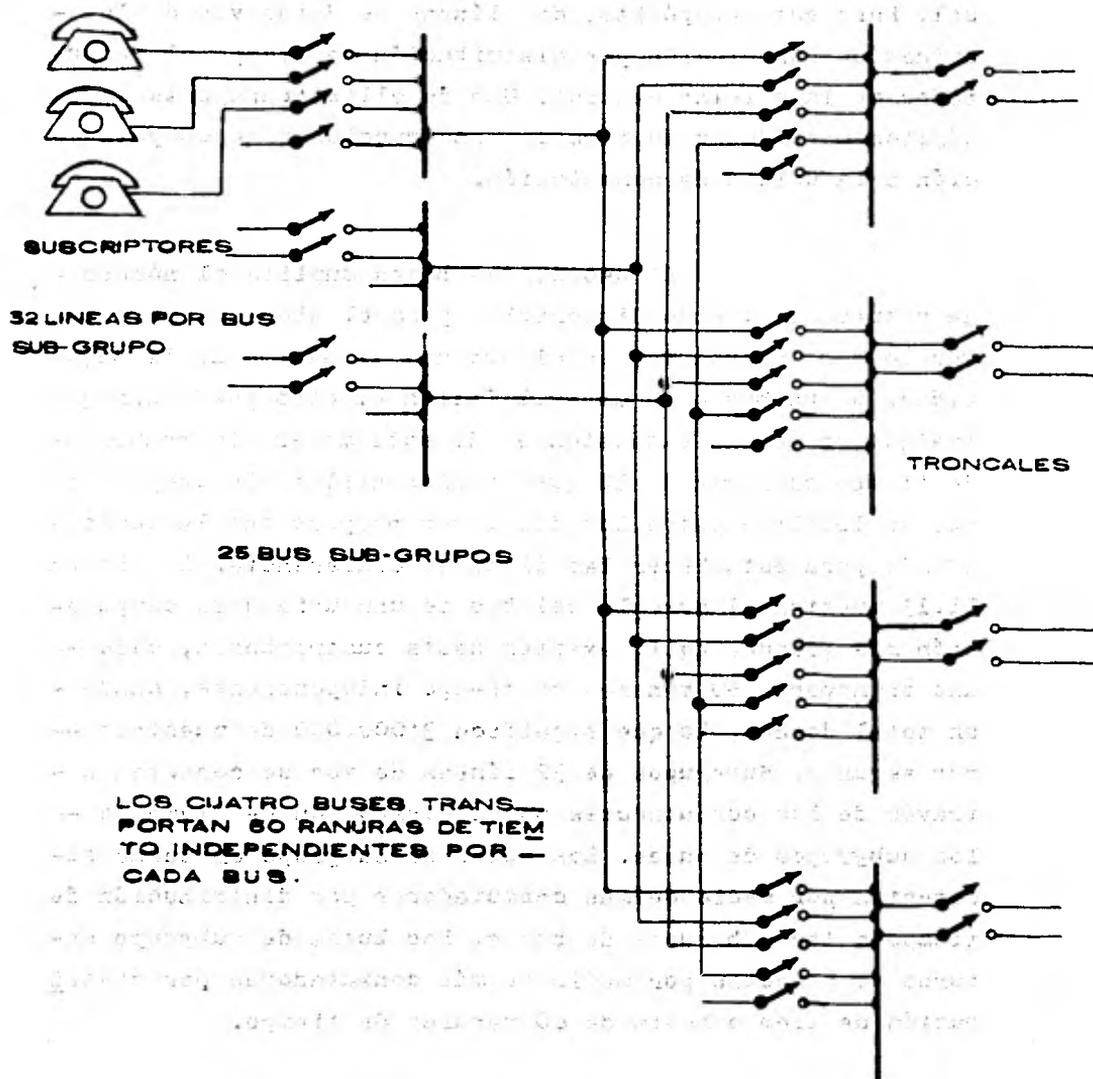


FIG. 11.13 UNIDAD DE ORGANIZACION DE UN CONMUTADOR POR DISTRIBUIDOR DE TIEMPO

esta cantidad, una etapa de conmutación por distribución - de espacio utiliza relevadores de lengüeta debiendo conectarse después a los buses de subgrupo.

En las dos ilustraciones procedentes -- las "muestras" que fueron conmutadas, todas son muestras - PAM. Estas no son utilizadas en propósitos de transmisión- porque siendo susceptibles al ruido y la distorsión, no -- pueden tener las ventajas de las muestras moduladas por co - dificación de pulsos (PCM). Por lo que actualmente se uti- lizan en conmutación por distribución de tiempo, muestras- PCM.

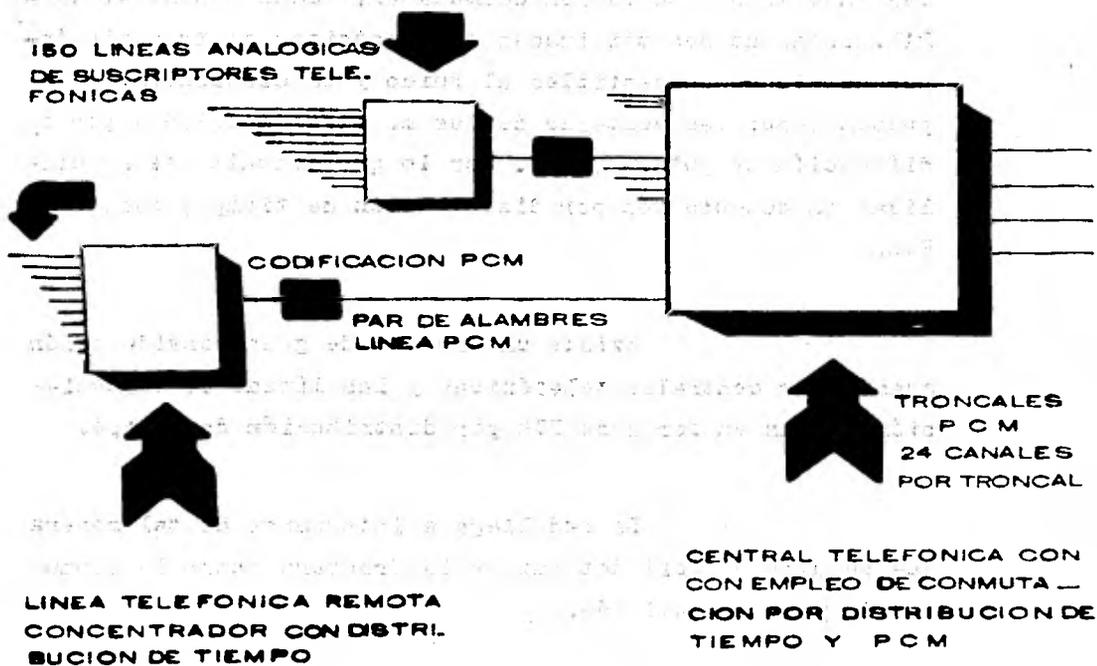
Existe un aspecto de gran consideración cuando las centrales telerónicas y las líneas de transmi- sión operan en forma de PCM por distribución de tiempo.

La red llega a integrarse de tal manera que resulta difícil determinar la frontera entre la conmu- tación y la transmisión.

Una configuración económicamente atrac- tiva para redes futuras telefónicas es la de tener suscrip- tores conectados a concentradores con distribución de tiem - po, que están enlazados a la central telefónica más cerca- na con líneas PCM (figura 11.14). Estas líneas pueden proba- blemente transportar 24 canales. La central telerónica - puede conmutar las muestras PCM en lugar de PAM. Los calcu- los de espera en cada sistema basados en el tráfico telefó- nico actual, revelan que 150 suscriptores, que realizan -

**CONCENTRADOR PARA LA LOCALIZACION DE LA CENTRAL**

**150 LINEAS ANALOGICAS DE SUSCRITORES TELEFONICAS**



**LINEA TELEFONICA REMOTA CONCENTRADOR CON DISTRIBUCION DE TIEMPO**

**CENTRAL TELEFONICA CON CONMUTACION POR DISTRIBUCION DE TIEMPO Y PCM**

**FIG. 11.14 — CONCENTRADORES EMPLEANDO CONMUTACION POR DISTRIBUCION DE TIEMPO CON LINEAS PCM**

llamadas al azar pueden ser conectadas a tal concentrador-  
obteniendo un buen grado de servicio. Esto es, puede haber  
una muy baja probabilidad de que un suscriptor obtenga una  
señal de "ocupado" debido a que el concentrador y la línea  
de PCM no tengan canal libre. Un número más bajo que éste  
de suscriptores puede ser conectado debido a que ellos no-  
realizan llamadas al azar. Sin embargo, tal arreglo daría  
mucho más elevada utilización de los pares de alambres ha-  
cia la central telefónica que los métodos actuales.

Cualquier arreglo como éste tiene que -  
ser enlazado a la red telefónica actual. La mayor parte de  
las centrales durarán por mucho tiempo. Sin embargo, se de-  
be agregar más capacidad a la mayor parte de las centrales  
telefónicas y redes locales y una forma de lograr ésto es-  
operar con sistemas PCM en la planta ya existente. Con el  
tráfico ya aumentado a más del doble cada diez años y con-  
la mayor parte de las instalaciones existentes próximas a  
la saturación estamos en posibilidad de tener una red nue-  
va superpuesta a la antigua.

La figura 11.15 da una ilustración de -  
como esta operación puede ser dirigida, las nuevas unida-  
des son pequeñas, la central telefónica PCM será normalmen-  
te adaptada dentro del mismo edificio que aloja a una cen-  
tral y las líneas de suscriptores podrán ser conectados a-  
los concentradores PCM.

Las ventajas de la conmutación por dis-

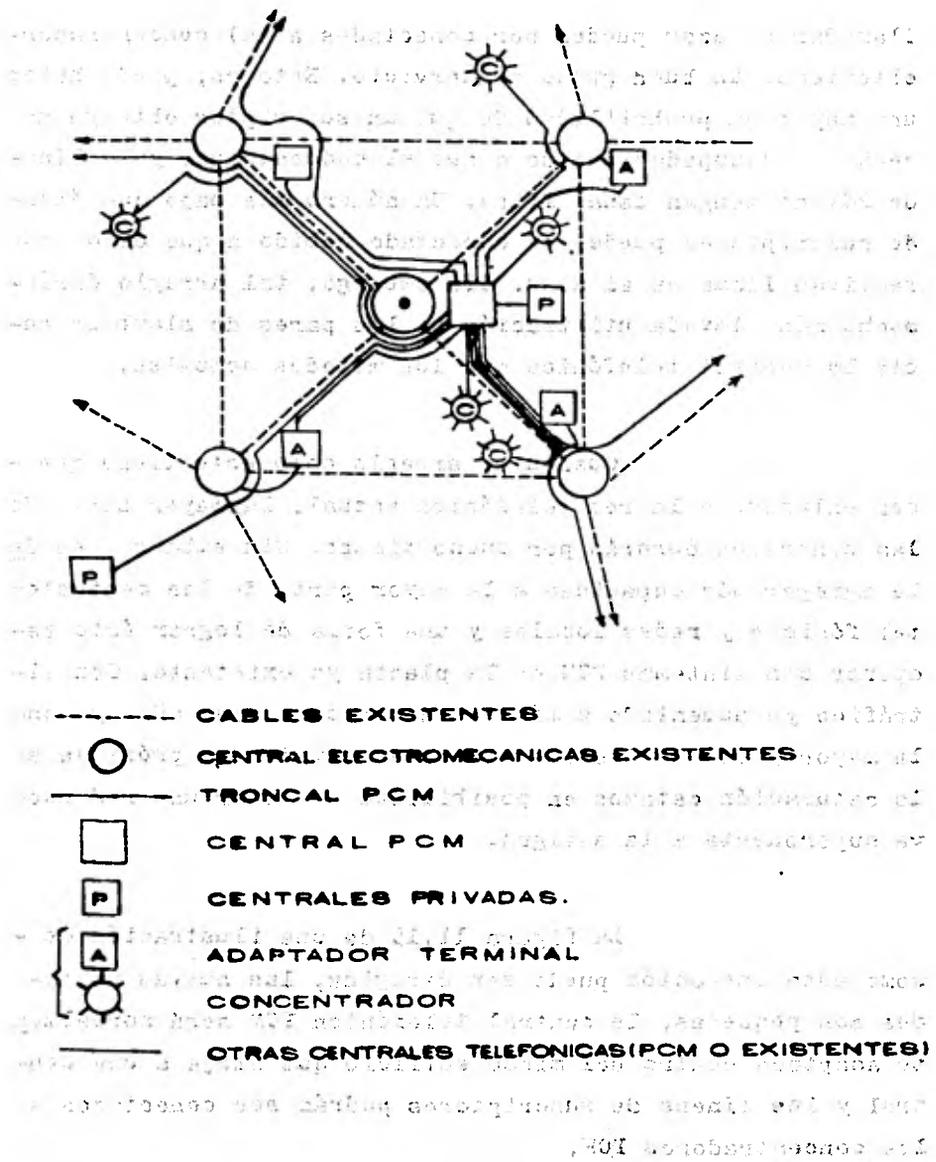


FIG. 11.15 UNA NUEVA RED PCM CON CENTRALES TELEFONICAS PCM Y CONCENTRADORES SUPERPUESTOS, ACTUALMENTE EN UNA RED EXISTENTE.

tribución de tiempo son considerables, a continuación se enlistan las más importantes:

1.- La conmutación por distribución de tiempo se adapta bien con la transmisión múltiple por distribución de tiempo. En una red TDM los costos son más bajos que en conmutación por distribución de espacio. Los costos serán más bajos cuando los circuitos con integración a gran escala sean totalmente desarrollados. Sin embargo, cuando se conmutan circuitos analógicos el costo de los filtros requeridos mantendrán costos elevados. Por desgracia, la planta de conmutación en algunas compañías, es manejada por una entidad diferente a la que maneja la planta de transmisión. Esta práctica tuvo sentido en el pasado, pues ambas estaban completamente separadas, pero ahora esto tiende a impedir el diseño integral de la conmutación y transmisión.

2.- La conmutación por distribución de tiempo puede ser muy rápida, lo cual es un atributo conveniente para redes de datos futuras. La conmutación por distribución de espacio puede ser ahora también muy rápida si se utilizan componentes de estado sólido en dicha conmutación, ésta última también puede disminuir su costo grandemente en el desarrollo de la integración a gran escala. Sin embargo, la conmutación por distribución de espacio siempre necesitará más puntos de conmutación que la por distribución de tiempo.

3.- La conmutación por distribución de tiempo permite la construcción de pequeños y económicos -- concentradores, más unidades de conmutación pueden ser empleadas en el diseño de centrales privadas y de sistema tipo "centrex".

4.- Una etapa de conmutación PCM puede manejar los datos de control y de señalización tan fácilmente como la voz. Esto permite diseños en los cuales algunas de las etapas de conmutación pueden ser distantes. -- Existe mucho más alcance para el control de la red de conmutación que con las centrales telefónicas electromecánicas actuales.

5.- Como es en transmisión PCM, los datos pueden ser manejados en forma natural y rápidamente -- mediante unidades de conmutación PCM.

### II.3 Sistemas de Conmutación Controlados por Programa Almacenado

El concepto de programa almacenado se refiere a que la mayoría de las operaciones lógicas -- se efectúan por medio de programas o instrucciones dadas a la computadora, en contraste con los sistemas de lógica alambrada que no cuentan con esta facilidad ya que -- tienen las funciones a desempeñar puestas en forma permanente de acuerdo a la manera de cómo se alambran sus circuitos y que, para hacer un cambio de operación hay que -- modificarlos.

A la descripción de los procesos de control se les llama SOFTWARE y a los circuitos y componentes que realizan las funciones de control HARDWARE. O sea, que el software define "lo que debe hacerse", los circuitos lógicos, "cómo debe hacerse", y el Hardware es el medio para su ejecución.

Los sistemas SPC necesitan una memoria, un procesador y elementos de entrada y salida. Una de las partes más importantes que distingue a un sistema de programa almacenado de otro con lógica alambrada es la memoria.

En los sistemas de lógica alambrada, la memoria es un conjunto de circuitos incorporados al --

momento de fabricar los equipos, por lo tanto, las ins--  
 trucciones, o sea el alambrado, no puede cambiarse faci--  
 lmente y por consiguiente, este tipo de sistemas esta li--  
 mitado.

Por el contrario, el sistema SPC de control centralizado, tiene la posibilidad de aumentar -- en forma natural su memoria, además de contar con una -- gran capacidad de almacenamiento. La capacidad de la me--  
 moria es una de las características más importantes ya que de ella depende que el procesamiento de las llamadas se realice oportunamente, los tiempos de operación son de microsegundos.

En un sistema de control centraliza--  
 do, la computadora debe programarse correctamente para que efectúe una gran cantidad de operaciones al procesa--  
 dor, las llamadas telefónicas. Además de estas, hay otro tipo de programas llamados de diagnóstico que también al--  
 macena la memoria y que sirven para detectar fallas del propio sistema, la localización de las mismas y además informar para su mantenimiento, por medio de algunos di--  
 positivos. Por consiguiente, una de los elementos que ha--  
 ce a un sistema SPC mejor que otro, es la capacidad de -- su memoria.

En el caso de los órganos de conmuta--  
 ción aunque se han logrado grandes perfeccionamientos, --

aún se utilizan procedimientos electromecánicos, como -- multiselector miniatura, matrices a base de relevadores del contacto sellado y los relevadores miniatura. El volumen por punto de cruce de estos elementos varía desde un poco más de tres centímetros cúbicos a cincuenta centímetros cúbicos y en la red de un sistema éste es de gran importancia, considerando los costos del espacio en las -- centrales.

El procesador consta de cuatro unidades funcionales, como se muestra en la figura II.16.

- 1.- Unidad de memoria
- 2.- Unidad de control
- 3.- Unidad aritmética y lógica
- 4.- Unidad de entrada y salida

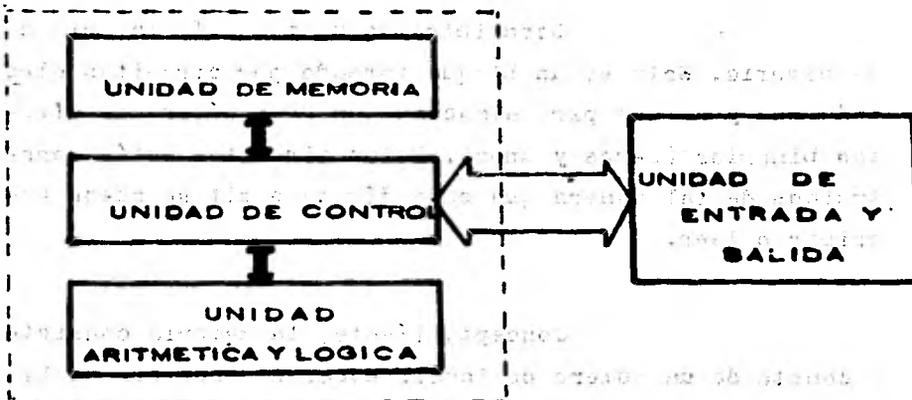


Fig. II.16 Procesador.

La unidad de memoria contiene los programas y los datos. La unidad de control da las órdenes oportunas a las demás para que se ejecuten los programas. La unidad aritmética y lógica está para que el programa precise su ejecución. Estas tres unidades, constituyen la unidad de procesamiento de datos. La unidad de entrada y salida está constituida por un conjunto de dispositivos (impresores, teletipos, lectoras, cintas magnéticas, etc.) que se utilizan para introducir o para sacar información de la unidad de memoria, a estos circuitos también se les conoce como circuitos periféricos. Realmente, son también órganos periféricos del procesador todos los órganos restantes del sistema (exploradores, circuitos marcadores, etc.) ya que todos ellos trabajan suministrando datos para él y recibiendo sus órdenes.

Describiremos un poco más la unidad de memoria. Esta es un bloque formado por circuitos electrónicos y se usa para almacenar un gran número de dígitos binarios (ceros y unos). Estos circuitos están contruidos de tal manera que cada dígito o bit se puede escribir o leer.

Conceptualmente, la memoria consiste o consta de un número de localidades. Al escribir un bit se asigna un cero o un uno a la localidad específica. La unidad de memoria de un procesador debe ser capaz de leer y escribir. Las memorias utilizadas son del tipo no

destructivas (lectura no destructiva) al escribir en --- otra localidad, se borra el contenido anterior. Para no manejar un solo elemento binario o bit, se agrupan varios bits juntos formando un carácter alfanumérico, éstos normalmente se forman con 8, 12, 16, 18, 24, 32, y - 64 bits.

Cada localidad de la memoria tiene una dirección única. En procesadores el tamaño de la memoria varia desde unos cuantos cientos de localidades hasta -- 64,000 o más. Como cada localidad puede guardar 8 bits, - la memoria es la parte más grande de un procesador. Debido a que es muy común encontrar palabras de 8 bits, se - les ha denominado "Byte". En un procesador de 8 bits no hay diferencia entre byte y palabra, en cambio para máquinas con diferente longitud de palabras si tienen significado diferente. Las conexiones con la memoria se hacen a través de un conjunto de alambres llamados "Bus".- En la mayoría de las computadoras hay más de un bus, por lo que se hace necesario asignar nombres a los "buses" - para mantenerlos separados. Por ahora sabemos que para - comunicarnos con la memoria lo hacemos a través del bus. La memoria ejecuta dos operaciones: Lectura y Escritura. Si queremos leer algo tenemos que poner en el bus la dirección de la localidad deseada y los circuitos de control de memoria se encargan de decodificar la dirección y seleccionar la localidad adecuada, posteriormente se - coloca en el bus el contenido de la localidad quedando - los datos listos para su lectura. Es fácil pensar que --

puede haber un error para saber si en el bus tenemos una dirección o tenemos datos, esto se controla fácilmente a base de señales de tiempo, o sea que se mandan los datos o direcciones a diferentes tiempos.

La encargada de coordinar estos tiempos es la unidad de control de la computadora. La naturaleza de estas señales de tiempo es muy compleja y no la describiremos, solo nos limitaremos a decir que la unidad de control manda señales de tiempo que forzan al procesador a correr en ciclos. Cada uno de estos ciclos representa una operación completa de computación.

Cada procesador usa diferentes intervalos de tiempo, pero todos cumplen un ciclo básico de computadora en varias partes llamadas fases. Cada fase ocurre a diferente tiempo y el procesador opera de diferente modo durante cada una de ellas.

En una secuencia de tiempo típica el procesador direcciona a la memoria durante la primera fase, en la segunda fase recibe el dato de la localidad seleccionada y en la tercera fase se ejecutan las operaciones, esta fase también se llama fase final. Los procesadores actuales utilizan normalmente más de una fase para direccionar la memoria y más de una fase para recibir el dato de la memoria.

Por esta razón los procesadores ac-

tuales usan más de tres fases para completar el ciclo.

Un procesador no puede hacer más de una fase a la vez, por lo que no hay confusión en los datos que se encuentran en el bus. En un ciclo las fases son:

10. Fase de memoria
20. Fase de direccionamiento
30. Fase de ejecución

A las dos primeras fases a veces se les conoce como "Ciclo de Fetch". El procesador contiene varias secciones llamadas registros, un registro es un conjunto de circuitos electrónicos capaces de almacenar bits de información. En nuestro caso (memorias de 8 bits) un registro está formado por 8 bits, o puede almacenar hasta 8 bits, y estos registros difieren del resto de la memoria en que son más fáciles de direccionar. Una segunda diferencia es que los registros están hechos con el fin de usarlos una y otra vez durante la operación del procesador, mientras que la mayoría de las localidades individuales de la memoria se usan una o dos veces.

Las memorias de semiconductores, principalmente de tipo MOS, están en camino de destronar a las memorias de núcleos de ferrita ya que sus ventajas son: espacio reducido, compatibilidad acrecentada. Se les encuentra la forma de memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias muertas (ROM) o memorias reprogramables (EPROM).

Las memorias de semiconductores juegan un papel primordial en conmutación temporal ya que las etapas T que aseguran el cambio de las posiciones de tiempo son esencialmente memorias de octetos. Su comodidad de empleo y su modularidad son aquí esenciales. En el dominio de los puntos de cruce electrónicos, los circuitos LSI han permitido realizar matrices espaciales muy compactas, pero parece bien que el problema mayor es el mismo; asegurar la protección contra las sobretensiones con el objeto de mantener una calidad de transmisión suficiente.

Estos problemas de protección no existen para los puntos de conexión de las etapas S de los conmutadores espaciales y de ahí los circuitos LSI pueden también ser utilizados con ventaja, ya que se obtiene sobre todo velocidades de conmutación elevadas para conectar multiplex de varios megaelementos binarios por segundo.

(MOR) (MAR) (MOR)

#### II.4.- Señalización sobre Canal Semáforo.

En sistemas electromecánicos, la señalización entre centrales telefónicas automáticas se realiza siempre de acuerdo con el método de señalización descentralizado, es decir, las señales relacionadas con una llamada emplean o bien la trayectoria de voz misma o un canal de señalización asignado a ella y conmutado al mismo tiempo que la trayectoria de voz.

El término señalización se refiere en particular a todo el intercambio de información entre los órganos de control de las centrales distantes, en todos los niveles de la jerarquía, a diferencia de la información útil que se intercambia entre abonados y que se transporta mediante la red de telecomunicaciones de manera transparente, es decir, sin modificación de su semántica. Los órganos que intervienen son, en los sistemas de conmutación electromecánica, los registros con la colaboración de diversos periféricos: emisores, juntores (troncales), receptores, etc. y en los sistemas electrónicos, los computadores de comando o los computadores auxiliares que se encuentran cada vez con más frecuencia en las estructuras de control descentralizado de los sistemas modernos.

Las unidades de señalización generalmente asociadas con los juntores individuales son específicos para el código utilizado, cualquier modificación -

del código de señalización es por lo tanto imposible debido al costo involucrado. Además, puesto que este código necesita ser interpretado por equipos individuales de baja inteligencia, necesariamente debe ser muy simple y estrictamente limitado al manejo de llamadas. Con la conmutación electrónica el problema toma un aspecto totalmente diferente debido a la presencia de computadores en los cuales todos los elementos de decisión para el manejo de todas las llamadas en proceso son centralizados. - Esos computadores son por lo tanto la fuente ideal para la función de señalización, la cual en lugar de estar - construida por una multitud de equipos descentralizados, llega a ser un diálogo directo entre los computadores o las unidades de control de las centrales telefónicas. El canal de transmisión de datos dispuestos para este diálogo es conocido en Francia como "Canal Semáforo", es decir, es una red de señalización claramente separada de la red que transporta el tráfico útil, a saber las comunicaciones entre los usuarios de red de telecomunicaciones.

Puede parecer sorprendente el hecho - de que parezca que hasta ahora se descubre la diferencia entre estas dos clases de información, puesto que se considera como progreso su separación. De hecho, siempre -- han estado separadas, tanto por su objetivo evidente, como por su naturaleza en tanto de sus señales, pues sin - esta distinción, el funcionamiento de red sería practica -- mente imposible. Sin embargo, los trayectos física-

mente preparados en la red de transmisión para la señalización por una parte, para la información (voz o datos), por otra, estaban hasta ahora mezcladas (utilización de los mismos circuitos, si bien que, en general bandas de frecuencia especiales para la señalización), constituyendo lo que se conoce como señalización "vía por vía" (o de canal asociado), entendiéndose por esto que a una vía de voz o de datos está asociada una vía de señalización que le es propia. En otras palabras, otra vez la señalización estaba asociada al canal de voz, fuese dentro de banda, fuera de banda, a base de pulsos o M.F.

En la señalización por canal semáforo se separa la señalización de trayectoria de voz asociada, colocando la señalización de un grupo (o varios grupos), de troncales de voz en una trayectoria separada dedicada exclusivamente a la señalización. La información de señalización se transmite en la forma de datos binarios en serie, es decir, transporta mensajes codificados los que incluyen además de la función de la señal su distinción, es decir, los datos que le permiten ser atribuida sin ambigüedad a una llamada específica.

La figura II.17 ilustra el concepto de la señalización por "Canal Semáforo", de esta figura, se ve esta señalización solo es factible entre las centrales controladas por procesador, más comunmente conocidas como centrales de control por Programa Almacenado.

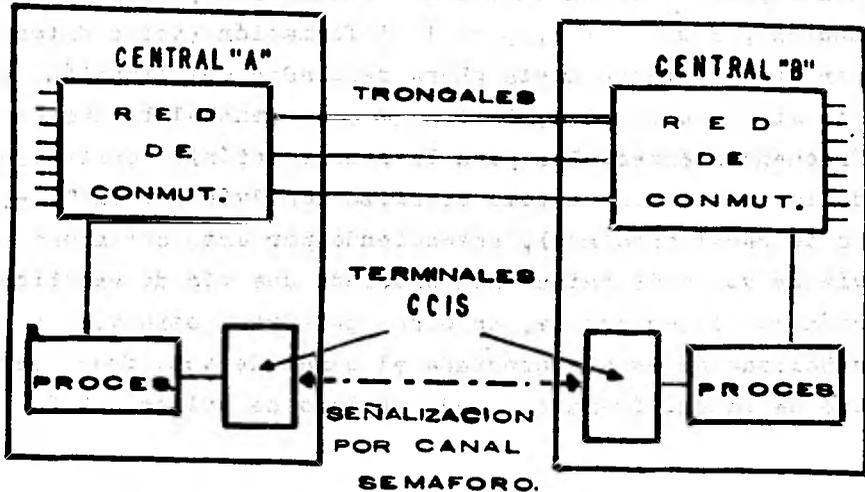


Fig. II.17 Sistema de Señalización CCIS.

Por una extensión natural, este principio de señalización sobre un canal especial, también se aplica para la señalización entre una central telefónica y sus satélites o entre una central telefónica y los centros de segundo nivel de operación a los cuales se conecta.

La señalización por canal semáforo es resultado de la oposición entre la naturaleza analógica de la voz y la naturaleza numérica de la señalización. Esta señalización sobre vía numérica está especialmente adaptada a las necesidades de las redes integradas.

La señalización sobre la red telefó-

nica esencialmente es digital, tanto la de la línea como la de registro. El empleo de la señalización convencional lleva implícita la traducción de esta señalización a la forma analógica con el fin de adaptarse a los canales analógicos de voz. La señalización por Canal Semáforo elimina esta traducción, realizando todo el manejo de información en forma digital.

Existen aún muy pocos canales semáforos en el mundo pero las ventajas que se esperan del método, denominado en inglés CCIS (Common Chanel Interchange Signaling), son considerables como: economía importante de material, debido a la supresión de los circuitos troncales o juntores, ampliación considerable del vocabulario de señalización, corto tiempo de establecimiento de las llamadas, confiabilidad acrecentada, riqueza del intercambio que permite la puesta en operación de los servicios nuevos, finalmente, gestión dinámica de la red. Para explotar realmente todas las ventajas es necesario sin embargo, disponer de una red de canales semáforos suficientemente densa.

La figura II.18 ilustra los componentes funcionales básicos del sistema de Señalización por Canal semáforo. El sistema es válido tanto para la operación del sistema CCITT No. 6 como para el CCIS americano. Con excepción de los aspectos para el control de errores, ambos sistemas presentan la misma constitución: el canal de frecuencia vocal (4 hilos), dos terminales de señali-

zación y dos modems. Las terminales de señalización almacenan tanto la información de señalización de entrada, - que espera para su procesamiento, como la información de señalización de salida que espera su transmisión.

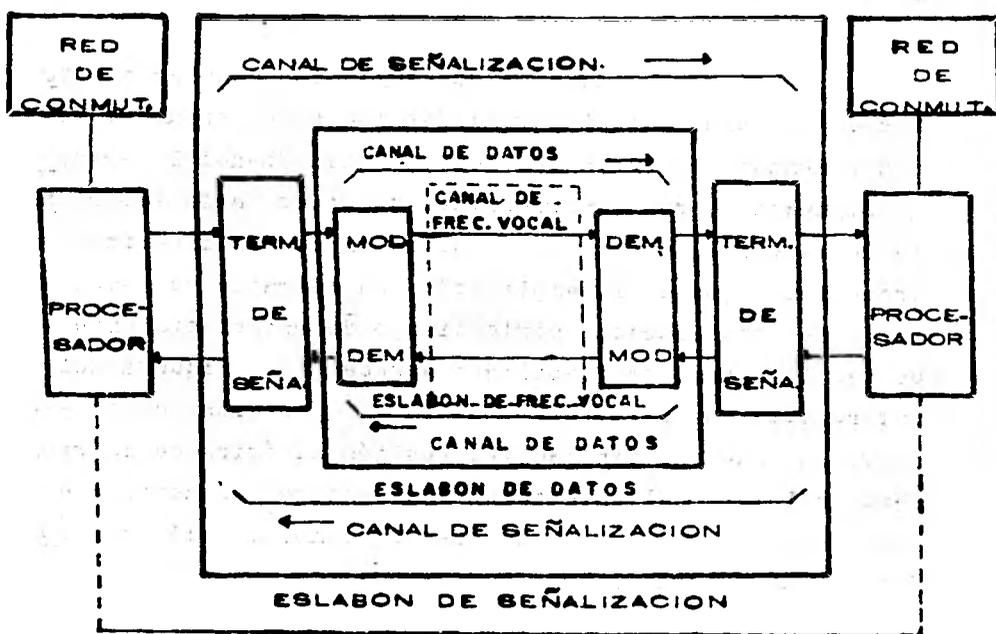


Fig. II.18 Sistema de Señalización por Canal Común.

Un aspecto importante del sistema de señalización por Canal Semáforo es la verificación de la continuidad de la trayectoria para la llamada. Como en la señalización convencional, la trayectoria de señalización y la trayectoria de voz ocupan el mismo medio de --

transmisión, si la señalización se efectúa, existe continuidad de la trayectoria de voz. Sin embargo, debido a que el sistema de señalización por Canal Semáforo no maneja señalización por las troncales de voz que se van a establecer y a supervisar una vez que la llamada se establece, se debe verificar la continuidad de la trayectoria para la llamada. Esto se realiza con transreceptores de tono que se conectan en el momento del establecimiento para asegurar la continuidad de la trayectoria. En el sistema CCIS, los transreceptores operan a 2010 Hz. sobre troncales de 4 hilos. Sobre troncales de 2 hilos, se transmite un tono de 1780 Hz. desde la central de origen y se regresa un tono de 2010 Hz. desde la central terminal. Cuando no se logra la continuidad, se realiza un segundo intento (por otra troncal) y se bloquea la troncal que falla. Posteriormente se vuelve a probar la troncal que falla. Si la continuidad persiste fallando, se imprime entonces un mensaje de falla de troncal en la posición de mantenimiento.

El proyecto más avanzado en este dominio es el de la Bell System, que aparece paralelamente a la implantación de centrales de programa almacenado, con la constitución de una red de señalización conectando primero los centros de tránsito de nivel superior. La estructura adoptada es del tipo "casi asociado", es decir, que los canales semáforos no tienen necesariamente el mismo enrejado que los enlaces de circuitos.

Se constata también que la señalización por Canal Semáforo, inicialmente concebida según el método asociado (es decir, cada canal semáforo permanece paralelo al enlace de circuitos por donde se transmite - la señalización) tiende a volverse cada vez más independiente y a constituir una verdadera red de señalización separada, no solamente a nivel de los soportes físicos, sino también en sus encaminamientos.

La aplicación de la señalización por Canal Semáforo en numerosas redes de telecomunicaciones constituye un progreso susceptible de crear una verdadera explosión de sus posibilidades y llega precisamente - en el momento en que se tiene la necesidad de diversificar los servicios. Constituye la meta de estudios emprendidos desde hace más de 20 años. Es la síntesis de un -- gran número de técnicas sobre las cuales se apoya (por ejemplo, transmisión numérica, control de centrales por programa almacenado, técnicas de transmisión de datos -- síncronos, teoría de redes, etc.) la señalización por canal semáforo modificará profundamente las redes de telecomunicación que conocemos actualmente, creando, en el - corazón mismo de estas redes, una super red de comando - de importancia vital, elevando globalmente al mismo tiempo sus funcionamientos y sus "niveles de inteligencia".

### III.- PRINCIPALES DESARROLLOS EN EL MUNDO

Conviene recordar la situación telefónica de los principales países, la Table I muestra en forma global el equipo en teléfonos de toda naturaleza y en líneas principales, todos estos países han contribuido en diversos títulos al progreso de la conmutación electrónica; a continuación se detalla la situación de esta técnica en algunos países.

#### III.1.- Estados Unidos

En este país el peso del sistema Bell es preponderante, tanto por la extensión de su red (123 millones de aparatos telefónicos en 1976, con un crecimiento anual de 3.9%), como por la importancia de sus trabajos de investigación, ya que son los creadores de la gama de los sistemas electrónicos ESS1, 2, 3 y 4; pero también es muy importante considerar la actividad de las compañías independientes. Los últimos años han estado marcados por un cierto número de novedades como son la extensión del TSPS (Traffic Service Position System) en las zonas rurales y sobre todo por la puesta en servicio del centro de tránsito ESS4, que emplea Conmutación por Distribución de Tiempo (temporal), así como por la inauguración de la red de señalización a canales semáforos CCIS.

## T A B L A N º 1

## EQUIPO TELEFONICO DE LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS

PAISES	L I N E A S P R I N C I P A L E S			
	NUMERO E N M I L L O N E S	P O R C E N T A J E	D E N S I D A D P O R 1 0 0 H A B I T A N T E S	D E N S I D A D P O R 1 0 0 H A B I T A N T E S
U. S. A.	149	3.5	69.5	37.5
J A P O N	45	8.6	40.5	30.6
REINO UNIDO	21	3.4	37.5	23.4
R. F. A.	20	4.5	31.7	21.2
U. R. S. S.	17	7.4	6.6	4.8
I T A L I A	14.5	5.6	25.9	17.2
F R A N C I A	13.8	11.5	26.2	13.4
C A N A D A	13.1	5.5	57.1	36.0
E S P A Ñ A	7.8	11.3	22.0	13.2
S U E C I A	5.4	4.7	66.1	47.8
A U S T R A L I A	5.3	5.3	39.0	27.2
P A I S E S B A J O S	5.0	7.7	36.8	22.9
S U I Z A	3.9	3.2	61.1	38.4

Los efectos de una política de im --  
plantación de la conmutación electrónica seguida con con --  
tinuidad desde hace diez años, son muy impresionantes, --  
la Tabla II da el número de centros electrónicos en ser --  
vicio (incluyendo los centros Crossbar con comando elec --  
trónico y los centros TSPS que conectan las posiciones --  
manuales mediante un conmutador tipo ESS1). Actualmente --  
el 15% de la red del sistema Bell que es aproximadamente --  
el 12% del conjunto de la red americana, se atiende con --  
conmutación electrónica y la proporción va rápidamente --  
en crecimiento para atender quizás el 100% en el año --  
2010.

Lo que llama la atención a primera --  
vista es que, con alguna excepción, se hace exclusivamen --  
te en Conmutación por Distribución de Espacio (espacial). --  
Es evidente sin embargo que la Conmutación Temporal, des --  
pués de su aparición en el ESS4, verá su campo de aplica --  
ción expandirse rápidamente, esta evolución es muy cierta --  
si se consideran los constructores independientes, si --  
tuados alrededor del sistema Bell, quienes están menos --  
influenciados por las precedentes selecciones técnicas, --  
por lo que aplican, en sus sistemas lo más reciente de --  
la conmutación temporal en conmutadores privados o en --  
centrales locales, así como de tránsito. La tabla III enu --  
mera ciertos sistemas con sus características y su esta --  
do de desarrollo; se ve que los sistemas más recientes --  
son del tipo temporal y que están en sus inicios de ope --  
ración.

# T A B L A N º II

## RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ELECTRONICOS

S I S T E M A S	ESSI	ESSI CENTREX	ESSIA	ESS 2 Y 2A	ESS 2B Y 2C	ESS 3	ESS 4	XB 4A ETS	TSPS
A P L I C A C I O N	LOCAL	LOCAL Y TRANS. 2 HILOS	LOCAL	LOCAL	LOCAL	RURAL	TRANSITO 4 HILOS	TRANSITO 4 HILOS	
GAMA DE CAPACIDAD (MILLARES)	MINIMO 1 0 MAXIMO 6 5		2 0	3	3	0.8			
TIPO DE PROCESADOR	1	1	1A	2	3 A ADAPTADO	3 A	1 A	E T S	
TRA F I C O	Nº MAX. DE ER. LANGS (RED. DE CONEX. ). Nº MAX. DE CO- MUNICACIONES POR SEGUNDO (CS).	6000	7000	10000	1500	1500	300	47500	5200
CURSADO		30	30	65	7	14	3	150	35
FECHA PUESTA EN SERVICIO	1965	1974	1977	1970	1975	1976	1976	1969	
Nº DE CENTROS EN 1976	763		1	226	2	1	4	163	114
EN SERVICIO 1977			7		46	34	12		

T A B L A N º III

97

SISTEMAS FABRICADOS POR LOS CONSTRUCTORES INDEPENDIENTES

CONSTRUCTOR	SISTEMA	L O T	INICIO DE SERVICIO	NUMERO EN SERV.	RED DE CONEXION E ESPECIFICANDO EL PUNTO DE CON.	CONTROL
GENERA TELE- PHONE AND ELECTRONICS (GTE)	CI-EAX	L	1970	97	MATRIZ DE RELES RELES DE LENG. QUETAS RET. ELE.	S P C
	Nº IEAX	L T	1972	52		S P C
	Nº2EAX	L	1977		RELES DE LENG. RET. MAG. 4X4	S P C
	Nº3EAX E S C	T L	1977 1970	143	TEMPORAL RELES DE LENG. RET. ELEC. 1X5	S P C-MP CABLE TRADUC.
STROMBERG CARLSON (SC)	D C O	L	1977		TEMPORAL	S P C
NORTH ELECTRIC	NX-1E	L	1971	65	CROSSBAR CODEBAR TEMPORAL	S P C
	ETS-4	T	1975	3		S P C-MP
	D S S	L	1976			S P C
NORTHERN TELECOM ITT TELECOM	SP-1	L T	1974	82	MINICROSSBAR TEMPORAL	S P C
	DMS-10	L	1977			S P C
	I O R	L	1974	2	RELES DE LENG. RET. MAG. 8X8	S. P C
SIEMENS	TCS-5	L	1976		P N P N	S P C
	CP-24	L	1975	3	RELES 1X5	LOGICA CABLE
NIPON ELEC. TRIC (NEC)	ND-20B	L	1977		RELES DE LENG. RET. MAG. 8X8	S P C

S P C - CONTROL POR PROGRAMA ALMACENADO  
M P - MULTIPROCESADOR

Como se vió en este país, la gama de los sistemas electrónicos en servicio, dentro del Sistema Bell, son del tipo espacial, con excepción del ESS4. El punto de conexión utilizado en los ESS de la primera generación es el "ferreed"; relé de lengüetas con retención magnética exterior a la ampúla de vidrio y que tiene de a ser reemplazado en los sistemas más recientes por el "reareed" que es un relé de lengüetas en el que las láminas de contacto son de material magnético remanente que asegura la función de retención magnética; este nuevo componente permite reducciones de tamaño espectaculares de la red de conexión espacial.

En el dominio de las memorias, el abandono de la memoria de placas de ferrita por la memoria de núcleo cilíndrico ha permitido un ahorro en dimensiones en la relación 1:10, por otra parte, el paso de las memorias de semiconductores permite una nueva ganancia en el factor 1:4; como también hay reducciones importantes en el dominio de los circuitos lógicos integrados.

Por lo que respecta a los procesadores que se utilizan, se tiene el IA, empleado en el sistema temporal ESS4, el cual permite alcanzar una capacidad de tráfico en esta central de 150 CS, su velocidad es de 5 a 6 veces más grande que la de procesadores anteriores, (tiempo de ejecución de 700 a 1400 nanosegundos), pero el objetivo principal es obtener una gran confiabi-

lidad (menos de dos minutos por año de interrupción completa de central, tiempo de reparación del processor inferior a dos horas).

El procesador 3A estudiado para el sistema rural ESS3 se caracteriza por el empleo de circuitos integrados en la lógica y las memorias (transistores de efecto de campo IGFET) aproximadamente 2.5 más rápido que los anteriores. Esta tecnología proporciona una detección de errores permanente y ha permitido romper con el principio del control en microsincronismo adoptado -- hasta ahora para todas las unidades de control del Sistema Bell.

Se sabe que la característica distintiva de la conmutación electrónica es el control por Programa Almacenado; este principio aporta dos ventajas: -- más flexibilidad en el empleo de los sistemas y la comunicación entre centrales distantes; se sitúa en un "nivel de inteligencia" más elevado. Sin embargo, esta última ventaja no se puede realizar plenamente más que cuando el número de centrales de programa almacenado en la red ha sobrepasado un cierto umbral; entonces se abren nuevas perspectivas como son la generalización de servicios nuevos y la gestión dinámica de la red permitida -- por una señalización más elaborada.

Parece bien que los Estados Unidos -

acaban de superar este umbral, si bien que esto coincide con la aparición del Sistema ESS4, no es la conmutación por distribución de tiempo la que está en el origen de los progresos constatados sino que es la multiplicación de centros dirigidos por un programa almacenado y comunicándose entre ellos por canales semáforo (CCIS).

Las ventajas de la señalización por canal semáforo son: supresión de los costosos juntores de circuitos, aceleración del tiempo de establecimiento de las llamadas, riqueza de la información transmitida, introducción más fácil de nuevos servicios, mayor seguridad.

La conmutación electrónica, aporta con el programa almacenado, grandes facilidades para alcanzar los servicios propuestos a los usuarios, por ejemplo el Centrex, la numeración abreviada, la espera en ocupación, la transferencia de llamada, la conferencia y la llamada directa que son los más solicitados.

Concebido en relación con los sistemas electrónicos, el mantenimiento se ha centralizado gracias al análisis automático de las fallas, mediante minicomputadores enlazados al registrador de fallas. Esta centralización tiene por naturaleza facilitar grandemente el trabajo de los operadores y aumentar su productividad; dentro del mismo orden de ideas se deben seña-

lar los esfuerzos realizados para disminuir los costos de producción y de mantenimiento de la lógica de los sistemas de programa almacenado.

A la fecha en este país, en la nueva familia de centrales de programa almacenado, la conmutación temporal se ha preferido después de un gran estudio, ya que comprende 5 sistemas de capacidad variable que proporciona al usuario toda una serie de servicios nuevos, - por ejemplo: la conferencia, el suministro de tonalidades y el ajuste automático de los equivalentes, se realizan - de manera centralizada y numérica en una forma más precisa, más confiable, y más económica que en analógico. Estas diversas ventajas equilibran el costo suplementario - por los codificadores, los cuales además están destinados a desaparecer rápidamente.

En relación con los constructores independientes al Sistema Bell, la North Electric, ha presentado el sistema de conmutación por distribución de --- tiempo DSS (Digital Switching System) concebido para una - red integrada con una gran gama de aplicaciones hechas posibles mediante la descentralización del control según --- tres niveles: coordinación y explotación, supervisión y, señalización y control de las redes. La red de conexión - central es del tipo TST, la que interconecta mediante multiplex de 24 vías, etapas de abonados eventualmente dis---tantes en las cuales se efectúa toda la adaptación a las condiciones exteriores; esta red central se compone de mó

culos T de 240 vías temporales cada una interconectada mediante la matriz S. Dos bus de alta velocidad en serie, - los ligan al control compuesto de dos computadores que -- trabajan repartiéndose el tráfico; cada etapa de abonado está atendida por dos multiplex PCM independientes que se reparten el tráfico. Las funciones de control y de señalización se encuentran distribuidas verticalmente entre los órganos de los diversos niveles; unidad central etapa T y etapa de abonado sobre satélite.

## III.2.-

## Francia

Las elecciones técnicas hechas por -- Francia en conmutación electrónica son originales. Es el primer país que ha elegido deliberadamente con el sistema E-10, el camino de la conmutación integrada extendida hasta la central local (en lugar de limitar la conmutación - numérica a los centros de tránsito), es también en Fran-- cia en donde se han preconizado las estructuras de los ór-- ganos de control de gran potencia repartiéndose el tráfico (en lugar de la duplicación en microsincronismo) y que se ha puesto en evidencia la superioridad de este principio para la resistencia de las centrales a las sobrecar-- gas de tráfico y a los errores de programación.

El sistema E-10 constituye ahora la -- figura precursora por su estructura de control repartido que, desde la generalización de los minicomputadores, se ve aparecer cada vez más frecuentemente en los sistemas -- modernos, tanto por su estructura "de dos niveles" que se para las funciones de conmutación repetitivas y a ejecu-- tar en tiempo real, funciones de explotación, de manteni-- miento y de gestión. Otro aspecto muy particular de la -- red francesa es su ritmo de crecimiento actual, que es el más elevado de todos los países industrializados, como se indico en la Tabla I.

En este país se trata de recuperar un

retardo de equipo acumulado desde la segunda guerra mundial y de satisfacer una demanda de más de dos millones de líneas por año. Se puede ilustrar por la gráfica de la figura III.1, la que trazada en coordenadas semilogarítmicas, indica la evolución probable de la red francesa dentro de los diez próximos años y la repartición en sistemas de conmutación: el sistema manual y los sistemas rotativos (tales como el equipo Rotary sobre toda la red de París) están destinados a desaparecer próximamente, el Crossbar (CP 400 y Pentaconta) por el contrario, continúa aunque a un ritmo menor.

La conmutación electrónica en este país va a tener un ritmo de crecimiento que corresponde a aproximadamente al 20% del total hacia 1982, época en la cual el total del número de líneas principales alcanzará el objetivo fijado de 20 millones (aproximadamente 36 millones de aparatos telefónicos de cualquier naturaleza, o sea una densidad de 65 por 100 habitantes). Esta gráfica traduce una hipótesis mediana, bastante verosímil, teniendo en cuenta un ritmo actual de los pedidos de la administración de los PTT y de sus provisiones de pedidos para el período 1975-1982 que se establecen (en millones de líneas) en: 9.7 para el Crossbar, 1.8 para el semielectrónico (espacial), 2.5 para el E-10.

El desarrollo de la red E-10 se resume en la Tabla IV que da el número de centrales E-10 y el número total de líneas atendidas después de la ejecución

del programa del año N.

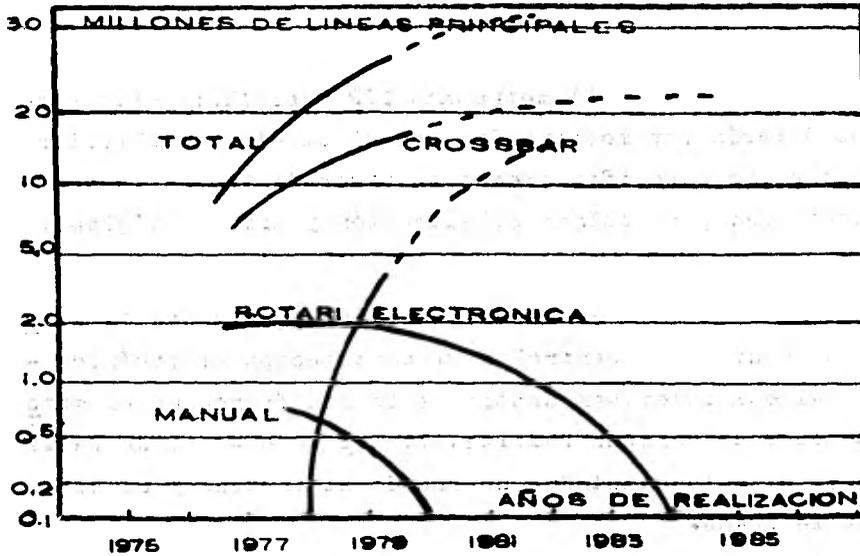


FIG. III.1. EVOLUCION DE LA RED FRANCESA.

### TABLA NUM. IV

AÑO N	1974	1975	1976
NUM. DE CENTROS E-10	26	44	69
NUM. TOTAL DE LINEAS	108 000	198 000	403 000

Después de una vasta consultación, la administración francesa ha adoptado para el equipo de centrales locales de mediana capacidad dos sistemas de conmutación de electrónica espacial.

El metaconta IIF y el AXE; estos sistemas deberán ser modificados con el objeto de volverlos afines a las especificaciones en vigor dentro de la red francesa (en particular: señalización y programalógica).

Se puede mencionar igualmente la existencia de diversas centrales de conmutación electrónica espacial que funcionan dentro de la red francesa: el autoconmutador de Maisons Laffite, el del aeropuerto de París Roissy, el autoconmutador urbano de Athis-Mons y el de Marsella Prado.

Asimismo, la red francesa cuenta con el sistema E-12 concebido para los centros importantes, - asocia una red de conexión temporal de estructura TST a una unidad de control centralizada constituida por un computador potente. Este sistema constituye la síntesis de la experiencia adquirida en Francia, por un lado en conmutación numérica con el E-10 y por otra parte dentro de la maestría de las programalógicas importantes de los sistemas de programa almacenado.

## III.3.-

## Japón

Contrariamente a lo que pasa en otros países, una tendencia fuertemente unificadora se manifiesta en Japón bajo el impulso y dirección de la NTT, el resultado visible es que todos los sistemas desarrollados - por los industriales aparecen bajo títulos diversos como variantes del sistema de base D-10, resultado de estudios de los laboratorios de investigación ECL de la NTT y que aparece como el sistema único japonés.

Los objetivos fijados en el estudio - del sistema D-10 (primitivamente denominado DEX) eran los de economía competitiva con el Crossbar, explotación flexible y de aplicaciones grandes, lo que se obtuvo en varias etapas, primero una estructura de programa almacenado muy centralizada, después una disposición geográfica - en red dispersa, finalmente cambios tecnológicos (estructura jerárquica de las memorias) con la cual sobre todo se benefició la variante base de gama D-20. Alrededor del -- sistema de base D-10 se desarrolla así toda una familia - de sistemas que cubren las aplicaciones más diversas y -- que tienen en común con él, ya sea la estructura funcional o la tecnología. Para las aplicaciones telefónicas y conforme a la elección hecha hace algunos años, se trata por el momento de tecnología que utiliza la distribución por espacio y, para las necesidades nacionales, la NTT ha utilizado un miniselector con retención mecánica de concepción japonesa.

La Tabla V presenta las características principales de los sistemas de la familia D-10. El sistema de base de gran capacidad es utilizable en centrales locales de aproximadamente 100,000 líneas, en centros de tránsito urbano o interurbano de aproximadamente 15000 circuitos y finalmente en centros combinados D-10 TLS.

Puesto en servicio por primera vez en diciembre de 1971, el sistema D-10 comprendía en los dos últimos años, aproximadamente 100 centrales en servicio - (de las cuales 55 son locales, 32 de tránsito y 6 TLS) y 50 en construcción (siendo 29 locales, 15 de tránsito y 6 TLS). Esto presenta hasta ahora el 3% de las líneas de abonados y 17% de los circuitos atendidos con electrónica.

Dentro de estas primeras versiones, el control en microsincronismo era la regla, sin embargo, se ha reconocido que ésta configuración no protege contra las fallas dentro de la programación y que cuando las fallas producidas por el material llegan a un nivel bastante bajo en donde su detección instantánea importa menos, es bien preferible funcionar en modo alterno (6 Standby), el procesador inactivo puede además ser utilizado temporalmente en otras tareas. Los programas se han mejorado progresivamente para facilitar el diagnóstico de las fallas, las reconfiguraciones, los rearranques automáticos y el mantenimiento, comportan aproximadamente 250,000 palabras.

# T A B L A N º V

## C A R A C T E R I S T I C A S P R I N C I P A L E S D E L O S S I S T E M A S J A P O N E S E S .

S I S T E M A S	D - 1 0	D-10-R1	D - 2 0	ND-20-B	X E - 1
A P L I C A C I O N	CENTRO URBANO TRANS. URBANO TRANS. INTERUR COMBINADO URB. + TRANS.	ORGANOS DE CONTROL DIST. MISMA APLICACION QUE EL D-10.	CENTRO LOCAL DE CAPACIDAD OTRAS APLICACIONES EVENTUALES	MISMAS APLICACIONES QUE EL D-20	CENTRO INTER. NACIONAL SERV. MAN. DE OPERN.
CAPACIDAD LINEAS MAXIMA CIRCTS. EN POSICION MILLARES DE OPER.	9 8 14.3	9 8 14.3	2 0	20-30	7 (144 DIRCC) 0.5
R E D T I P O DE TRAF. MAX. CONEX. EN ENLARG.	MINISELEC 8x8 8 ETAPAS 4000	MINISELEC 8x8 8 ETAPAS 4000	MINISELEC 8x8 6 ETAPAS 800	REM REE D 6 ETAPAS 800-1,600	MINISELECTOR 2 SOUS SYSTEM. 2500
TRAFICO MAX. DE OR. GANOS DE CONTROL I PUESTA EN SERV. Nº DE CENTRO EN SERV. FIN DE 1976	3 0 1972 1 00	11 (PAR DE SAT) 15 (3 SAT.) 1975 1	6 1976 2	6 1977	3.6 FIN DE 1976 1

En el conjunto, el sistema D-10 es el sistema con programa que, con los sistemas americanos conserva la estructura de control más centralizada y debe -- por consecuencia resolver integralmente el problema del dominio de una programalógica grande. La experiencia ha -- por lo tanto mostrado que este problema era soluble; pero requería un gran esfuerzo, principalmente en la producción y la gestión de una programalógica fuertemente interconectada; la solución adoptada está basada en una biblioteca de sub-programas ("Mother File) de donde se extraen las partes útiles para una central determinada, partes -- que son automáticamente ensambladas en un centro de programación.

Los progresos tecnológicos llevan --- principalmente al estudio de un procesador cuatro veces -- más rápido, el LSI (600 a 1,200 nanosegundos por instrucción, memorias con circuitos integrados MOS de 260 ó 500 kilopalabras de 32 eb., tiempo de ciclo 360 ó 720 nanosegundos).

Finalmente, el sistema D-10 se ha, sobretodo, beneficiado por mejoras de la extensión de su gama de aplicaciones como son: el sistema combinado D-10TIS que asocia las posibilidades del centro urbano de dos hilos y del centro de tránsito de cuatro hilos es un ejemplo de esto. Los órganos de control y los auxiliares son comunes pero está previsto poder separar completamente --

las dos cadenas en el momento de una extensión agregando un procesador; la cadena de voz está un poco simplificada pues la señalización interna entre bloques de selección - está reemplazada por un intercambio directo entre las memorias. Podemos mencionar otros ejemplos como son: la utilización de un centro D-10 para el enlace con los puestos móviles, en particular los barcos, la extensión del servicio automático internacional y de los servicios manuales de asistencia.

El sistema D-10 tiene su principal dominio de aplicación en los centros urbanos de capacidad mediana (20,000 líneas). Concebido primitivamente bajo el nombre de DEXall, el sistema D-20 puede ser considerado como una simplificación del D-10. Su red de conexión es más pequeña (6 etapas en lugar de 8), su computador menos potente (16 eb. en lugar de 32), sus memorias reducidas - (memorias centrales de 64 K en lugar de 256 K, tambor magnético de 22 Meb. en lugar de 74). Tomando en cuenta su capacidad reducida, se obtiene una economía apreciable sobre las memorias reportando en la memoria de masa, económica, una buena parte de los programas y aún de los datos relativos a las llamadas, la proporción de la información así reportada depende del tamaño de la central, tres casos se han considerado que han dado lugar a tres reparticiones diferentes : 1000-3000 líneas, 3000-8000 líneas y 8000-14000 líneas.

La Nippon Electric Company ha produci

do sobretodo para la exportación una versión ampliada, -- llamada ND 20E, que tiene aproximadamente el doble de la capacidad del D-20, conservando los principios que habian permitido hacer al sistema D-20 más económico que el D-10 dentro de la gama mediana.

La realización de un punto de conexión electrónico mediante red de conexión espacial, siempre ha sido considerado como un problema difícil, teniendo en cuenta el contorno del ambiente hostil (sobre tensiones) y las especificaciones de transmisión tan severas: Hitachi sin embargo, ha anunciado dos puntos de conexión, uno el HXPS cuya banda de paso va de 0 a 100 KHz. y soporta tensiones elevadas (tensión de chasquido  $\pm 230$  volts, corriente máxima de  $\pm 2,000$  mA), el otro, el WXPS es de banda ancha y puede servir para transmitir el video (banda de paso de 20 Hz. a 10 MHz., 75 volts, 50 mA). Están constituidos de PNPN integrados con su comando (2X4 puntos de conexión por caja), un transistor de corto circuito evita que el PNPN se dispare sobre los frentes de fuerte declive de las señales, el control de doble polaridad permite cortar corrientes alternas elevadas. La red de voz exige una impedancia negativa más allá de tres etapas, una batería de compensación y una protección mayor sobre las líneas terminales, se hace necesario también tomar precauciones especiales para probar las líneas en presencia de corrientes de control y la corriente de llamada no se puede aplicar más que en fase con las alternaciones de la tensión o de la corriente.

Dentro del mismo orden de ideas, OKI ha estudiado un concentrador electrónico espacial que se liga a un centro temporal mediante un multiplex PCM. El punto de conexión es un tiristor de fuerte tensión de --- chasquido; pero se hace necesario un doble disparador y un circuito especial para la inyección de la corriente de llamada; la exploración de las líneas así como el control de los tiristores son cíclicos (y no continuos) con el fin de economizar la corriente de control. Se puede concluir que la red de conexión espacial completamente electrónica de gran capacidad está en su estado inicial.

Como la conmutación espacial se ha beneficiado de una prioridad de desarrollo, la conmutación temporal en Japón se encuentra acantonada dentro de los estudios de laboratorio que por el momento han desembocado solamente en la realización de pequeñas centrales privadas y de sistemas para la conmutación numérica de datos.

Los estudios de conmutación temporal contemplan en primer lugar los grandes centros de tránsito (20,000 erlangs) realizables en tecnología LSI, estos son sobre todo teóricos y se basan en reportes de precio de la compuerta lógica y del elemento binario de memoria, concluyendo que la estructura preferible es la TST en gama baja y la SSTSS en gama alta. Un sistema experimental, el HTX-1 ha sido realizado por Hitachi y otro, del tipo TST por Fujitsu, según estos principios y la transición progresiva hacia una red de servicios integrados se ha igualmente estudiado con algunos detalles.

111.4.-

México

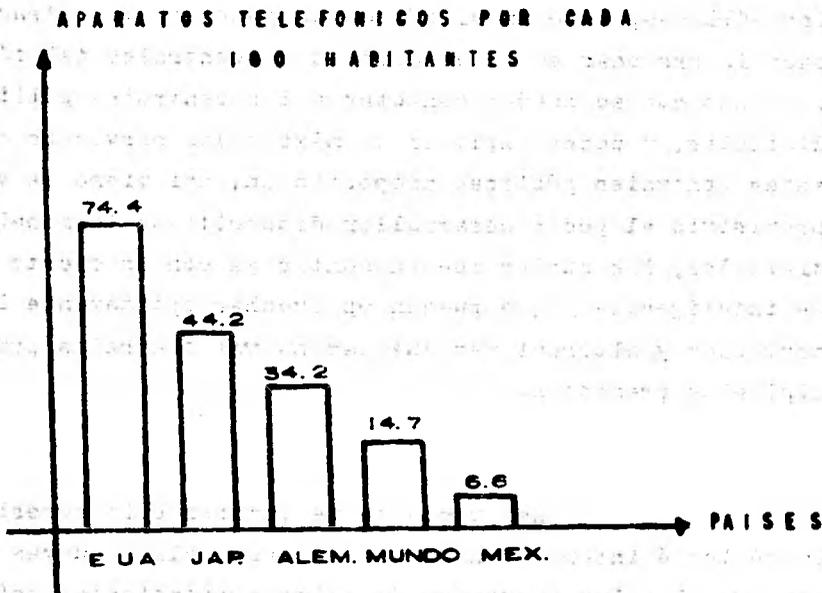
Durante este siglo XX y especialmente - los últimos 25 años, las telecomunicaciones han venido -- creciendo a un ritmo sorprendentemente alto, actualmente - se observa una tendencia marcada en esta área hacia la di - gitalización.

En México la telefonía ha venido cre- - ciendo en los últimos 10 años a un ritmo entre 10-15% - - anual, y en la actualidad contamos alrededor de 4.5 millo - nes de aparatos telefónicos lo que nos arroja un promedio de 6.6 aparatos por cada 100 habitantes. Esto muestra que estamos debajo del promedio mundial y muy por debajo de - los países industrializados, considerando el crecimiento - demográfico, México estará en 15 aparatos por cada 100 -- para el año de 1992, esto se aprecia en la figura 111.2

Se puede apreciar también cual es la -- densidad de aparatos telefónicos por kilómetro cuadrado - comparativamente contra los países industrializados y con el promedio mundial, se estima que en 1992 estaremos alre - dador de 7 aparatos por kilómetro.

Actualmente el número de aparatos tele - fónicos en el mundo, pasa de los 500 millones, por lo que

México representa menos del 1%. Las perspectivas son - - - atractivas por los datos que se contemplan y es además de alta tecnología, sin embargo es un gran desafío el poder-- desarrollar productos que pueden satisfacer el mercado me- xicano y puedan competir en precio y tecnología interna- - cionalmente pues el lograr esta meta fortalece enormemente la industria Nacional y su proyección.



**Fig. 111.2.- Aparatos telefónicos en México por cada 100 habitantes contra países industrializados.**

El advenimiento de los circuitos integrados y su evolución (C.l; MSI.; LSI.; VLSI.) hace que el -- llegar al concepto enmarcado de comunicación total se vea en un futuro cercano, sin embargo, esto no sería posible -- si la tecnología de las computadoras no hubiera avanzado -- hasta el lugar donde se encuentra actualmente.

En México: Teléfonos de México, ha dado el paso definitivo hacia la digitalización de sus centrales públicas, esto en si ofrece un panorama muy atractivo para incursionar en el desarrollo de centrales telefónicas privadas que se puedan conectar a las centrales públicas digitales, y poder explotar al máximo los servicios que -- estas centrales públicas proporcionan, así mismo se ve muy promisorio el poder desarrollar dispositivos terminales -- digitales, las cuales pueden contar ya con un cierto grado de inteligencia y que puedan aprovechar optimamente los -- servicios y alternativas que las nuevas centrales privadas digitales presentan.

Así mismo se ve inminente la necesidad -- en México é internacionalmente de desarrollar nuevas leyes para regular los servicios de telecomunicaciones, así como las transacciones comerciales que del uso de ellos pudiera derivarse, esta legislación debe abarcar, concesiones, normas conexiones a la red pública de telefonía, uso de satélite, etc.

El advenimiento de los sistemas, computadora y comunicación (CYC), propiciará el desarrollo del país y debemos aprovecharlo con:

- Desarrollo propio y armonioso
- Legislación apropiada
- Producción y calidad
- Precio competitivo
- Utilización óptima de las centrales públicas digitales.

En México, la mayoría de las centrales que actualmente operan, son del tipo electromecánico y aún en los programas de instalación para los años futuros se les encuentra. El componente principal para su operación es el relevador, pues selectores, registros, marcadores, etc., están integrados por este dispositivo. ♦

No obstante lo cual, se han montado en distintos puntos del país centrales tipo electrónico, las ventajas que ofrecen estas centrales son diversas, por ejemplo tenemos: mayor velocidad al establecer la comunicación, mejor aprovechamiento del equipo telefónico, mayor cantidad de servicios a los abonados, menor cantidad de personal de operación, etc.

A la fecha se han instalado dos distintos sistemas de conmutación de tipo electrónico; uno de --

ellos conocido como AKE, y el otro sistema es conocido como METACONTA. Del primero hay tres centrales en operación: Monterrey, Guadalajara y México; y del segundo solamente una en Guadalajara.

Una central AKE, es un sistema de conmutación controlada electrónicamente, que puede ser empleado para diferentes propósitos: puede servir como una central local (AKE 11), puede servir como una central de tránsito (AKE 13); o bien sirve como una central combinada local y de tránsito (AKE 12). Se le puede emplear como Centro de Distrito, como Centro de Zona o bien como Centro de Grupo.

El uso de Control por medio de Programa-Almacenado, centraliza la inteligencia del sistema, permitiendo al sistema AKE que cumpla con los requerimientos de cualquier tipo de red. Las variaciones y las extensiones de la red de conmutación son simplemente llevadas a cabo por cambios en el programa o mediante unidades normales, las cuales son controladas por la inteligencia del sistema. Además, los costos pueden ser reducidos substancialmente al tener un acercamiento en la integración del sistema mediante la supervisión operacional y el control de mantenimiento mediante una computadora.

La administración y mantenimiento del sistema AKE controlado por programa almacenado, ha sido

esencialmente simplificado en comparación con los sistemas electromecánicos convencionales. La mayor parte del rearrreglo diario ocurre en la rutina de mantenimiento, por ejemplo el movimiento de abonados, bloqueo de líneas de abonados, cambios de categoría, rearrreglos de rutas, etc., se efectúan por medio de alteraciones en los datos del sistema de procesamiento.

La supervisión de la calidad de servicio, lo mismo que la supervisión del tráfico que se maneja se efectúa continuamente. Los errores son registrados e identificados automáticamente y son escritos en lenguaje común (no en forma codificada). La comunicación entre el personal de mantenimiento y el sistema de la central tiene lugar a través de una consola de supervisión, en la cual el programa modificado es alimentado a través de un teclado de máquina de escribir o una lectora de cintas de papel. El equipo de la consola también graba información de la central (máquina de escribir o cinta perforada).

El sistema Metaconta ya utilizado en México, se detalla mas ampliamente en el punto IV.4 del siguiente capítulo.

La utilización de una central privada o conmutador telefónico, (PAEX), mejora el servicio telefónico donde se tengan que compartir 2 ó más troncales entre 2

ó más extensiones. Este es un campo donde tradicionalmente la demanda es mucho mayor que la oferta, sin embargo, el advenimiento de nuevos componentes electrónicos y la utilización de éstas en el campo de las telecomunicaciones permite cada día ofrecer mejores servicios, opciones más variadas, consumos menores, tamaño y peso reducido, mayor grado de inteligencia y más bajo precio. Esto está causando pues, una revolución en los sistemas de comunicación telefónica privada en todo el mundo, principalmente en los países altamente desarrollados.

En México se ha trabajado arduamente al respecto, habiéndose desarrollado un conmutador privado (PAEK) completamente electrónico y constituye este desarrollo el primer conmutador comercial al 100% de tecnología mexicana y presenta la prueba fehaciente, de que es posible desarrollar el equipo de alta tecnología en México. A este conmutador se le ha bautizado como PHONIX - 1644.

Utilizando las características definidas mercadológicamente, hubo necesidad de pensar en una tecnología que pudiera conjugarlas, es decir, que se pudiera conseguir las partes con facilidad y que se pudiera garantizar la permanencia de dichas partes en el mercado para el futuro, que se fabricaran en México ó que hubiera la posibilidad de que se fabricaran en el futuro, llegándose después de un análisis concienzudo a las siguientes:

## PREMISAS FUNDAMENTALES

- 1.- Tarjetas enchufables de circuito impreso
- 2.- Conmutación espacial
- 3.- Un control digital centralizado
- 4.- Todo en Hardware "Circuitaria"
- 5.- Circuitos independientes de extensión y troncal, que permiten la modularidad y expandibilidad.
- 6.- Fuente de poder centralizada e ininterrumpible
- 7.- 2 Hilos por extensión
- 8.- 2 Hilos por troncal
- 9.- Acoplamiento a la red electromagnética
- 10.- Fuente de poder protegida en corto circuito y sobre-tensión.
- 11.- Gabinete con backpanel impreso
- 12.- Terminación tropicalizada
- 13.- Exploración sincrónica
- 14.- Instalación centralizada
- 15.- Operación a través de disco Dactilar
- 16.- Puesto de operadora funcional
- 17.- Totalmente de estado solido
- 18.- Circuitos impresos de 2 capas con perforación metalizada (thru-hole) en fibra de vidrio.
- 19.- Campanario de bajo voltaje

En la figura 111.3 se muestra los rasgos reelevantes de la filosofía de diseño planteado.

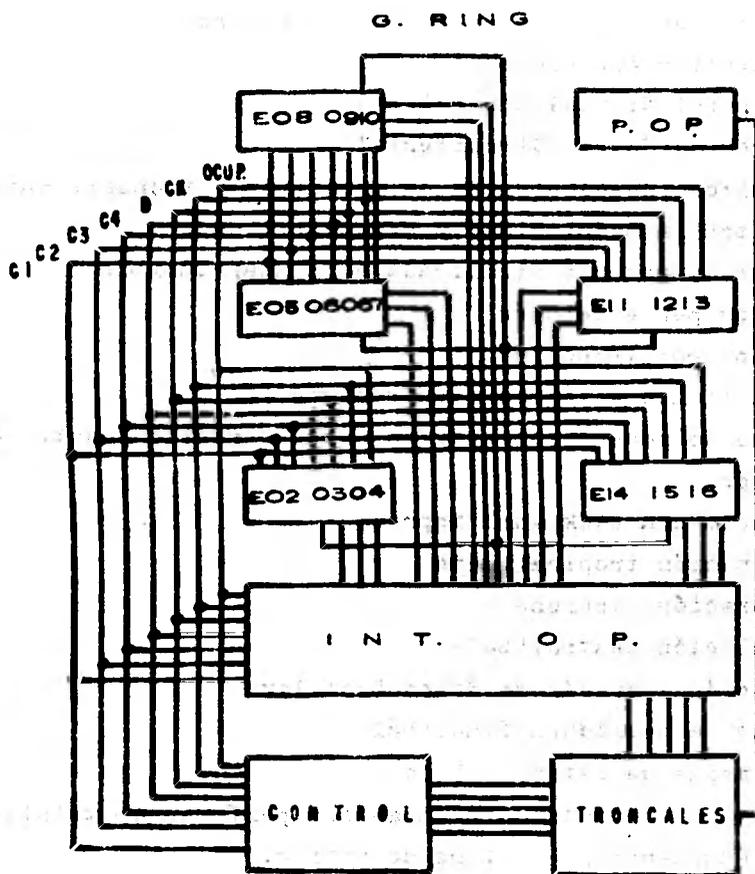


Figura 111.3.- Diagrama a cuadros del conmutador  
PHONIX 1644.

Revisando las tecnologías en el mercado y sus perspectivas de permanencia por los próximos 15 - - años, así como su disponibilidad intercambiabilidad entre varios fabricantes, proveedores, precio de las partes, fa cilidad de diseño con los componentes, cuidado en el mane jo, perspectivas de fabricación en el país, se decidió -- emplear tecnología metal óxido semiconductor complementa- rio.

C - M O S

Este proyecto se planeo originalmente a 18 meses, sin embargo, debido a :

- a) falta de experiencia
- b) falta de proveedores
- c) cambios de ingeniería

se alargó a 24 meses.

En este punto estableceremos un histo-- grama retrospectivo del desarrollo del proyecto, en lugar de como fue este originalmente planeado, debido a que es- to de una idea más clara de la realidad, y partiendo de - los insumos proporcionados por los estudios de mercado.

Del histograma del proyecto se observó- que el método de prueba automática ATE, debe iniciarse en paralelo con el proyecto una vez que se tiene definida la

concepción burda del sistema, Así mismo se ve que es importante al diseñar los circuitos impresos proveer los puntos de prueba del ATE, de manera que se facilite el diseño de las interfaces y de las camas de FAQUIR (BED of - NAILS). También se debe concebir la programación de las pruebas en forma universal, es decir, que esta tienda en lo posible a tan solo tener que describir el circuito eléctrico y que la computadora sea capaz de efectuar las pruebas y determinar las fallas.

Las pruebas de laboratorio se efectuaron con relativamente poco instrumental, ya que se cuenta con:

- 1. Osciloscopio de doble haz
- 1. Osciloscopio de doble haz con intervalómetro
- 1. Analizador de firmas
- 1. Generador de audio
- 1. Fuente de poder
- Decadas de resistencia
- Decadas de condensadores

El uso de los osciloscopios de doble trazo con base de tiempo retardable es sumamente importante en estos casos ya que permite detectar estados aleatorios y fallas en diseño, principalmente temporales que sería difícil determinar de otra manera.

Las pruebas de laboratorio con los circuitos armados en forma provisional, tableta de conexiones multipunto permiten corregir fallas antes de diseñar las tabletas de circuito impreso y reducir costos y tiempo de desarrollo.

Para poder garantizar que la producción y el servicio de los conmutadores PHONIX es fluida y eficiente, hubo necesidad de desarrollar un sistema (OEM) de prueba automática (ATE) controlado por computadora, capaz de efectuar todas las pruebas y secuencia necesarias para detectar los componentes electrónicos que fallen dentro de una tableta de circuito impreso. Para este sistema se utilizó una computadora pequeña de escritorio HP9825A, y se diseñaron dos interfaces.

a) Interface para escritura de 30 datos Lectura de: 104 datos digitales, 4 analógicos.

b) Interface para escritura de 60 datos Lectura de: 416 datos digitales 16 analógicos

Se tiene una cama de faquir (Bed of Nails) por cada tipo de circuito impreso la cual actúa mediante un sistema de vacío y se conecta con la interface a través de un sistema de cables con conectores (Arneses).

El programa en este primer sistema está basado en lenguaje HPH (Basic Modificado) y su principio de operación es "simular el resto del conmutador, excepto la tableta que se está probando".

En esta primera generación esto es aceptable pero se debe diseñar para el futuro un sistema de programación más poderoso, versátil y rápido.

De la presentación escueta de los pasos más importantes en el desarrollo del primer conmutador telefónico electrónico de tecnología 100% mexicana se puede concluir:

- A) Es posible desarrollar en México equipos y/o sistemas de alta tecnología.
- B) En el área de comunicaciones y electrónica las inversiones para desarrollar tecnología son de poco capital.
- C) Las inversiones en maquinaria para producir estos equipos es relativamente baja.
- D) Con el advenimiento de nuevas tecnologías en las áreas componentes se prevé una explotación demográfica de equipos y sistemas cada vez más sofisticados y económicos.
- E) La competencia en este mercado es de aplicación tecnológica y no de productividad.



#### IV.- FILOSOFIA DE ALGUNOS SISTEMAS

##### IV.1.- El sistema telefónico electrónico de conmutación D-10 (Japón)

Básicamente, un sistema automático tiene la función de conmutar un gran número de circuitos telefónicos y sus sistemas de control deben ser un sistema en línea de tiempo real. Esto es, un suscriptor telefónico fijo, como un equipo terminal de datos, tiene las funciones de transmitir los datos de línea (como "colgado", "descolgado" y respuesta) y datos para conexión (el número de abonado) así, el sistema de conmutación telefónica-automático recibe estos datos y rápidamente ejecuta su procesamiento, incluyendo conteo, selección y control.

Aunque el sistema de control para los conmutadores electrónicos comparte la misma idea y tecnología con las computadoras electrónicas, tiene el propósito definitivo de la conmutación telefónica, por eso, es importante que en el concepto básico de mantenimiento y operatividad el sistema de control debe heredar el sistema y la tradición de la tecnología de conmutación convencional.

El D-10, es un sistema standard de gran

capacidad para conmutación de líneas y conmutación de registro, siguiendo a los conmutadores Crossbar C400 y C82, tiene las siguientes características especiales en suma a las características inherentes al control por programa -- almacenado:

1).- El sistema usa switches crossbar en miniatura recientemente desarrollados del tipo de cerrojo mecánico y relés en miniatura del tipo de cerrojo mecánico en su trayectoria de voz junto con el control, completo de programa almacenado; por eso, el control de trayectoria de voz es grandemente flexible.

2).- Memorias de núcleo de gran velocidad y circuitos integrados de gran velocidad tipo CSL que permiten al control archivar la gran ejecución, como un procesador en los sistemas de conmutación electrónicos -- comerciales y tener una gran capacidad de procesamiento de tráfico.

3).- El espacio de instalación ha sido -- vastamente reducido por la adopción de los circuitos integrados, tambores magnéticos, equipo de tamaño pequeño para trayectoria de voz y gran densidad de montaje.

4).- Canales de datos en los que varios

proyectos de computadores de entrada-salida pueden ser conectados han dado gran flexibilidad en permutación de datos entre el sistema y la salida.

5).- Un sistema económico de memoria y espacio reducido de instalación han sido hechos posible, por la introducción de tambores magnéticos. Además, varias características no incluidas en otros sistemas son hechas posible; especialmente reescribir de la central de datos en una base de línea, programa pesado de gran velocidad, recorrido periódico de la información del sistema como medida contra problemas, mediciones electrónicas, el sistema redundante N+1 para la memoria principal, así como discado abreviado, variable y económico. De este modo, el sistema tiene economía y desempeño destacado.

El Sistema D-10 tiene suficiente flexibilidad para proveer los nuevos servicios:

a).- El D-10 hace posible proporcionar económicamente nuevos servicios telefónicos como, discado abreviado variable, transferencia de llamadas terminadas, sobreliberadas y aumentadas, que han sido ineconómicos en sistemas convencionales de conmutación.

Especialmente en servicio centrex, los-

nuevos servicios están en gran demanda por la eficiencia en levantamiento de negocios; por eso, nuevas aplicaciones son esperadas en este campo.

b).- Discado de registro internacional de abonado, requiere el sistema para manejar internacionalmente determinados procedimientos especiales respecto al plan de numeración, sistema de señalización y carga. Además, estos procedimientos no son solo complicados, sino también sujetos a cambios en el futuro. El control por programa almacenado en este aspecto es completamente ventajoso debido a su flexibilidad.

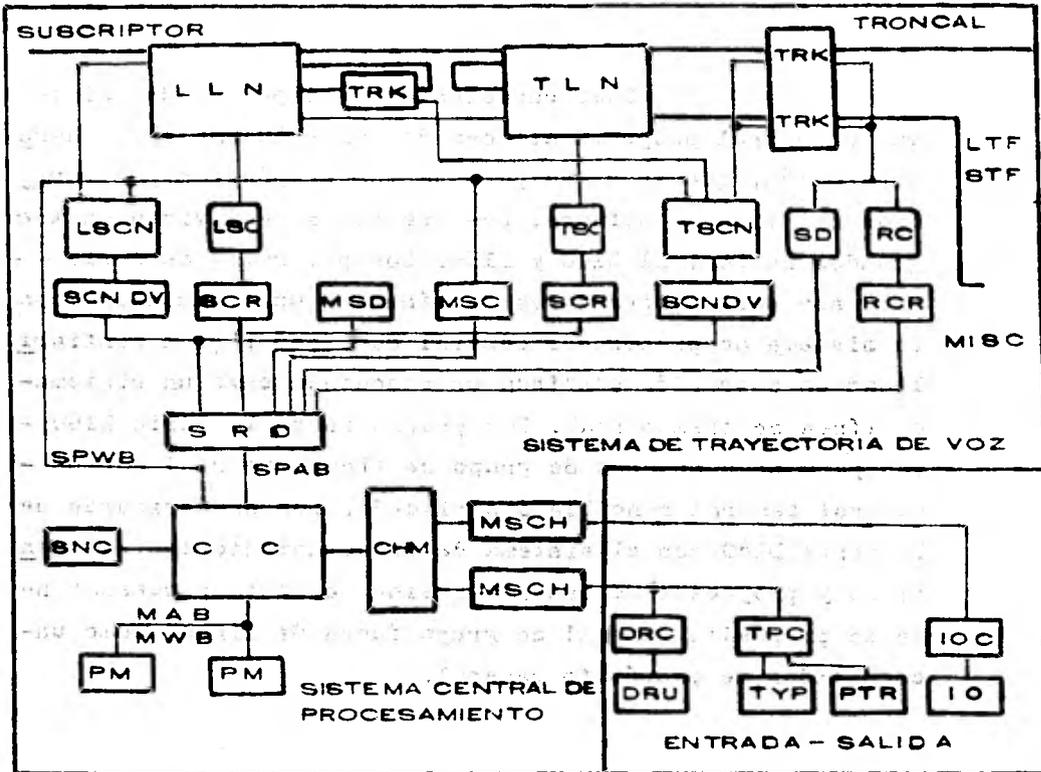
c).- En vista que el video-teléfono requiere canales de transmisión de banda ancha costosa, se han hecho intentos para utilización efectiva de los canales. El control y carga del sistema, de cualquier manera, también presenta problema. Además, diferentes servicios, incluyendo la conferencia telefónica y el servicio de información.

d).- Como implementar los servicios arriba mencionados en una red pública de comunicación es una materia de importancia. El sistema de conmutación, que está colocado en el punto de conmutación de la red, constituye el núcleo de las funciones de servicio de comunicación. La flexibilidad del D-10 dará desarrollo comple

to a este respecto.

### CONSTRUCCION.

La fig. IV.1 describe la configuración standard del sistema D-10. El sistema está dividido en cuatro sistemas. El sistema de trayectoria de voz establece la ejecución y la liberación de las conexiones entre los abonados y las troncales. El sistema de procesamiento central controla la conexión. El sistema proyectado de entrada-salida es usado para suministrar datos y tomarlos del sistema y para la interfase hombre-máquina. El sistema de equipo misceláneo consiste en accesorios del equipo. La interfase entre el sistema de trayectoria de voz y el sistema de procesamiento central consiste en un bus de dirección (32 bits) y un bus de respuesta (32 bits). La designación de equipo en el sistema de trayectoria de voz es desarrollado por el codificador en el sistema de control de vía de voz; por eso los cambios en el modo de control de la trayectoria de voz puede no afectar al sistema de procesamiento central. Esto es para permitir posibles cambios futuros del sistema, para ser hechos independientes en cada sistema (porque el sistema de procesamiento central es levemente diferente de los del sistema de vía de voz, por eso las técnicas son improbables de ser desarrolladas en la misma etapa, y para hacer la interfase adecuada para usos generales tan remoto como sean posibles. El sistema de equipo misceláneo está cifrado exclusivamente al mantenimiento de la oficina.



SUB — SUSCRIPTOR  
 LLN — LINEA DE ENLACE A LA RED  
 TLN — TRONCAL DE ENLACE A LA RED  
 TRK — TRONCAL  
 LSCN — LINEA BUSCADORA  
 TSCN — TRONCAL BUSCADORA  
 SRD — RECEPTOR DE SEÑAL Y DISTRIBUIDOR.  
 MSD — DISTRIBUIDOR PARA MANTENER LA SEÑAL  
 MSCN — BUSCADOR DE MANTENIMIENTO  
 SCR — REGISTRO PARA EL CONTROL DE LA TRAYECTORIA DE LA VOZ  
 SCNDV — OPERADOR DEL BUSCADOR  
 RCR — RELEVADOR PARA EL CONTROL DEL REGISTRADOR

SD — DISTRIBUIDOR DE SEÑAL  
 LSD — CONTROL DE LA LINEA DE ENLACE DE LA TRAYECTORIA DE VOZ  
 RC — RELEVADOR DE CONTROL  
 CC — CONTROL CENTRAL  
 CNS — CONSOLA DE PRUEBA.  
 PM — MEMORIA SEMIPERMANENTE  
 TM — MEMORIA TEMPORAL  
 CHM — CANAL MULTIPLEX  
 MWB — BUS DE RESPUESTA DE LA MEMORIA  
 MAB — BUS DE PREGUNTA A LA MEMORIA  
 IOC — CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA

FIG. IV.1. — CONFIGURACION DEL SISTEMA D-10

Como característica especial del sistema de control programa almacenado, el D-10 emplea un hardware común, que es usado para varios propósitos por variación del tipo de software. Los programas se dividen en tres grandes series. El D100 y D180. Los programas de serie -- D100 son para procesadores de línea de un conmutador, con un sistema de procesador central duplicado; gran confiabilidad en operación continua es ejecutada como un sistema en línea de tiempo real. Los programas de la serie D160 -- son para procesadores de grupo de tiempo no real con un control central sencillo ó duplicado. Los procesadores de la serie D180 con el sistema de procesamiento central sencillo y proyectos de entrada-salida, ejecuta procesamiento de propósito general de grupo fuera de línea, como un computador de propósito general.

## IV.2.- El Sistema ESS-4 (Estados Unidos)

El ESS4 fue concebido para equipar centrales de tránsito muy grandes, posee una red de conexión temporal replegada del tipo TSSSST, éste puede enlazar -- 107,520 circuitos sobre 128 etapas T, los circuitos analó gicos están reagrupados por 120 en las unidades de conver sión analógica-numérica, los multiplex numéricos de 24 -- vías están reagrupados por 5 en los "Digrupos" que son -- esencialmente alineadores. La red de conexión maneja mul tiplex internos para cada etapa T. Las etapas S son de ta maño 1024 x 1024 e interconectan al ritmo de los multi -- plex las etapas T, en las cuales se pone en memoria las - muestras de voz.

La señalización transportada en vía por vía por los circuitos analógicos se extrae mediante un -- Primer tipo de "procesador de señales" SP, la señaliza -- ción transportada por los multiplex numéricos se extraen -- mediante un segundo procesador de señal SP 2. Además una -- terminal CCIS (señalización por canal semáforo). Estos -- tres tipos de equipo de colecta de la señalización se li -- gan al procesador central mediante las mismas uniones -- (bus) que los órganos de comando de la red de conexión -- (fig. IV.2)

Las memorias de llamada y de programa -

MULTIPLEX  
INTERNOS

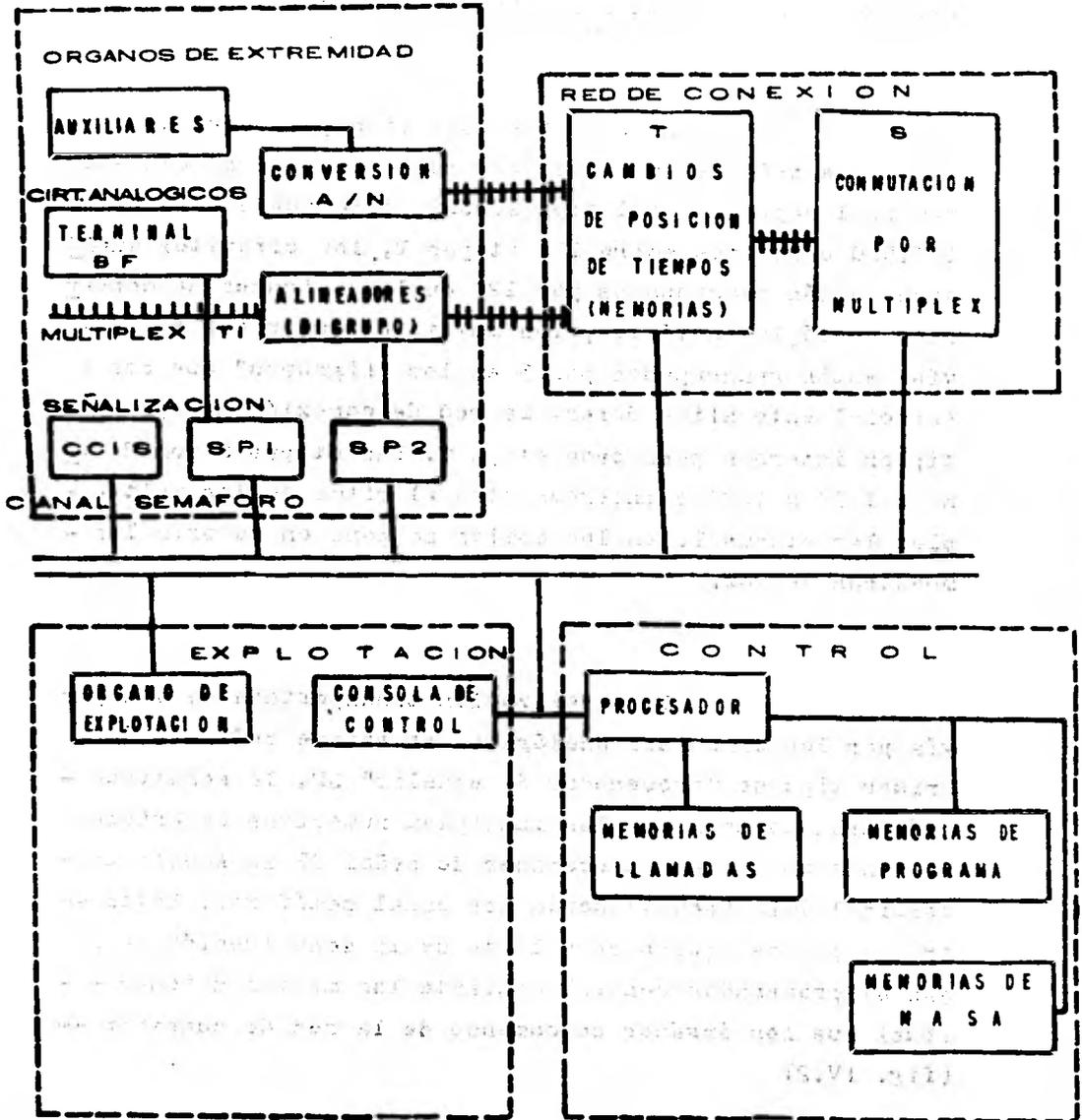


FIG. IV.2 ORGANIZACION GENERAL  
DEL SISTEMA - ESS-4

son memorias de núcleo de ferrita que se presentan en módulos de 64 K palabras de 26 eb con tiempo de ciclo de -- 1400 nanosegundos (el número máximo de los módulos es respectivamente de 44 y 20). Las memorias de masa son de dic co de 640,000 palabras (número máximo 16), el programa -- contiene 400,000 instrucciones a las cuales se deben agre gar 400,000 palabras para las tablas de diagnóstico.

Los desarrollos paralelos de ESS4 y del CCIS permiten concebir una administración dinámica de la red tomando en cuenta todas las dificultades y modifican- do muy rápidamente el encaminamiento de las llamadas en - función de sobre-cargas y bloqueos observados en los con- mutadores ó en la red. La transmisión de todas las infor- maciones necesarias mediante canal semáforo en tiempo - - real proporcionan la manera de lograr el encaminamiento - automático y de avisar el estado detallado de la situa- - ción de la red.

En el corazón del Sistema ESS4 ( como - entre los primeros conmutadores de estado sólido) hay un método único de conmutación de tiempo compartido. A conti- nuación se hace una descripción de como trabaja este méto- do de conmutación:

Todas las funciones de conmutación en - la red del Sistema ESS4 son ejecutadas en la unidad del -

conmutador de períodos de tiempo y la unidad de conmutación del tiempo multiplexado. Estas unidades, trabajan juntas en un arreglo de conmutación híbrido de distribución de tiempo y espacio bajo el control de programas de operación a través del procesador 1-A (el conmutador de períodos de tiempo suministra la división de tiempo y la unidad de conmutación del tiempo multiplexado suministra la distribución de espacios). Usando el número discado por el que se hace la llamada, un programa buscador de troncales, localiza una troncal de salida desocupada en un grupo de troncales principales hacia el abonado llamado. Un programa buscador de vías examina las posibles vías ( en espacio y tiempo) entre la troncal de entrada y la troncal de salida designada, selecciona una vía desocupada y comanda la red para conectar las troncales. Los comandos son almacenados en una memoria cíclicamente repetitiva de períodos de tiempo y son leídos fuera del rango del sistema a razón de 8,000 veces por segundo. Un reloj preciso de red coordina esta y todas las otras operaciones de tiempo.

La actual conexión de troncal a troncal consiste de transferencias respectivas de la información-codificada en PCM, desde la troncal de entrada hacia la troncal de salida, un proceso inverso similar es llevado-hacia afuera al mismo tiempo para completar la conversación en ambos sentidos. El intervalo muestreado de PCM de  $1/8,000$  segundos es además subdividido en 128 períodos de tiempo ligeramente menor que un microsegundo, durante el cual un paquete completo de 8 dígitos el número necesario

para formar un canal, es transferido de troncal. Esta operación continúa durante toda la llamada, sin embargo, los dos abonados están así conectados solo intermitentemente, pero la calidad de la transmisión PCM entre ellos, es tan buena o mejor que si estuvieran constantemente conectados a través de la red telefónica actual.

La red de tiempo compartido del ESS4 logra su gran dominio, por el completo aprovechamiento del tiempo entre estas conexiones intermitentes. El diagrama que se indica en la fig. IV.3 basado en la transmisión en un solo sentido, ilustra el principio de operación (la operación inversa usada para transmisión en ambos sentidos es similar) Los datos codificados en PCM de una unidad de interfase de banda de voz o una terminal "digrupo" (para troncales digitales) entran por el lado izquierdo.

Las señales codificadas de 8 bits desde cada uno de los 120 canales aparecen secuencialmente y son almacenados en orden cronológico en las 120 celdas de la memoria del buffer de entrada - canal 1 en la celda 1 durante el primer período de tiempo, canal 2 en la celda 2 durante el segundo período y así sucesivamente. El programa buscador de vías carga la memoria de períodos de tiempo con información para hacer las conexiones requeridas. Así en el principio de un período de tiempo particular, la memoria de períodos de tiempo especifica que un paquete en particular de puntos de cruce de alta veloci-

dad en el conmutador sea cerrado. En suma, la memoria de período de tiempo, controla la selección de la celda apropiada en el buffer de entrada y de salida, como se requiera para completar la vía entre la entrada y la salida en las unidades de intercambio de los períodos de tiempo.

Los 8 bits PCM (la señal desde un canal) son entonces secuencialmente leídos hacia afuera de la memoria del buffer de entrada, de la entrada TST y leída dentro del buffer de salida, de la salida TST. Finalmente el buffer de salida es leído hacia afuera en una secuencia ordenada de 120 canales dentro de una unidad de interfase de banda de voz ó una terminal digrupo. Todas las operaciones anteriores son repetidas cada vez durante cada arreglo PCM, unas 8000 veces por segundo, conectando intermitentemente a los dos abonados.

Para entender la manera en que las llamadas son completadas a través de la red, considere los símbolos de color en el diagrama de la fig. IV. Basado en el número que el abonado ha marcado, el programa buscador de troncales ha solicitado la interconexión de los siguientes canales de entrada (1) y salida (0): La 1-3 a 0-119, la 1-122 a la 0-2, la 1-120 a la 0-240 y la 1-239 a la 0-123. La idea básica es reacomodar la secuencia de los canales y enrutarlos en un camino que dará un canal entrante para el canal apropiado de salida. El programa buscador de trayectorias determina que durante el período

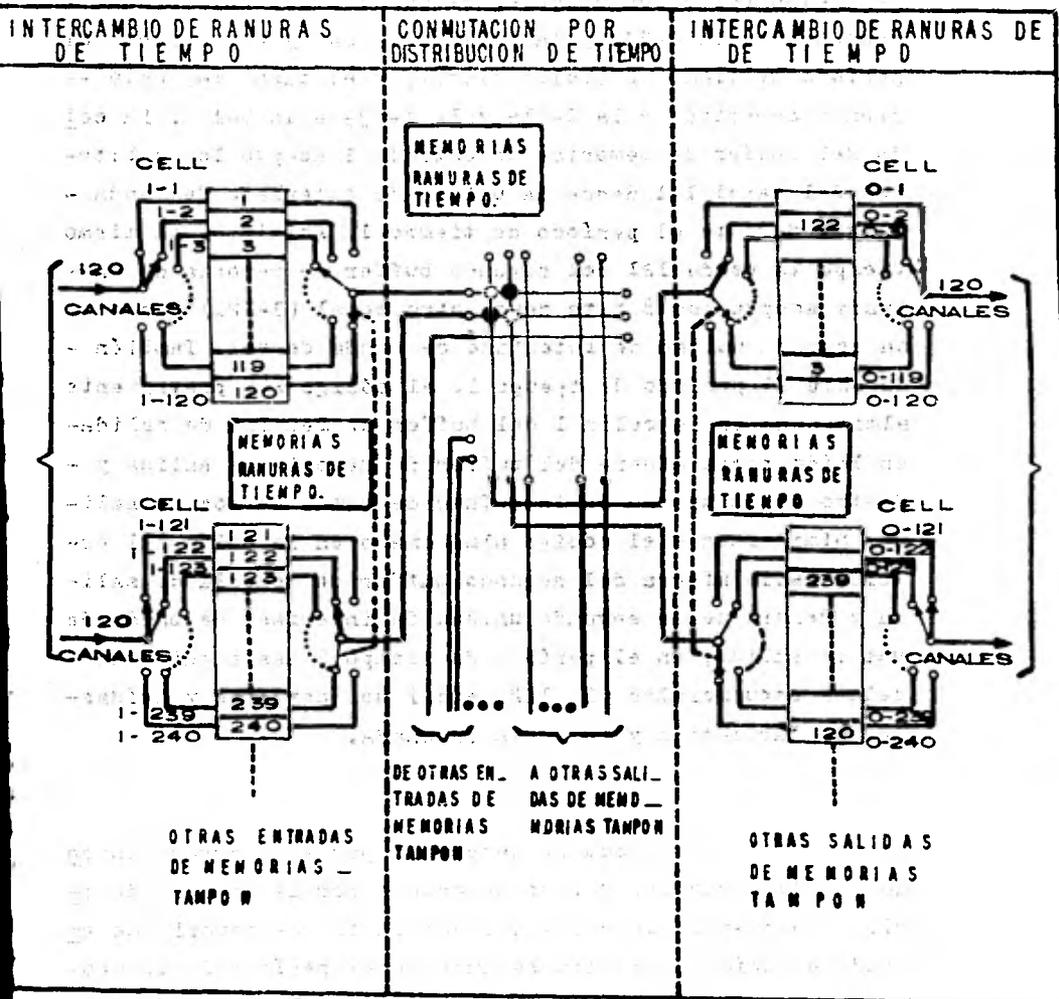


FIG. IV. 3.- DIAGRAMA DE LA RED DE TIEMPO COMPARTIDO DEL SISTEMA ESS-4

de tiempo (de color oscuro) el canal 1-120 está siendo - conectado a la 0-240 y la 1-122 a la 0-2 y eso durante el período de tiempo 2 (color claro), y el canal 1-3 está -- siendo conectado a la 0-119 y la 1-239 a la 0-123. La celda del buffer de memorias de entrada 1 acepta los 8 bits-PCM del canal 1-1 desde la unidad de interfase de banda - de voz durante el período de tiempo 1. Asimismo, al mismo tiempo la celda 121 del segundo buffer de memoria de entrada acepta los 8 bits desde otro canal (1-121) desde una segunda unidad de interfase de banda de voz. También - durante el período de tiempo 1, el código-PCM previamente almacenado en la celda 1 del buffer de memoria de salida es leído hacia afuera del buffer de memoria de salida y - dentro de la unidad de interfase de banda de voz de salida. Similarmente el código almacenado en la celda 121 es leído hacia afuera del segundo buffer de memoria de salida y dentro de la segunda unidad de interfase de banda de voz de salida, en el período de tiempo 2 las siguientes - celdas secuenciales (2, 122, etc.) son cargadas y leídas - de similar manera y en forma ordenada.

Como se determinó por el programa busca dor de trayectorias y como se ordenó por la memoria de período de tiempo, la celda 120 del buffer de memoria de entrada es leída hacia afuera durante el período de tiempo-1 (flecha de color oscuro). Este código PCM ha sido leído dentro de la celda 120 desde la unidad de interfase de banda de voz en el ciclo previo de lectura entrante.

Ahora los canales pueden ser enrutados hacia los buffer de memoria de salida, con un rearrreglo - más en secuencia. La celda 120 es conectada por medio del punto de cruce del primer horizontal y el segundo vertical (círculo obscuro) del conmutador de tiempo multiplexado y por medio del buffer selector de salida (flecha obscura) del segundo conmutador de periodos de tiempo a la celda de salida 240. Durante este primer periodo de tiempo, los 8 dígitos PCM son leídos desde la celda 120 y dentro de la celda 240. En el periodo 120 de tiempo de la estructura, la celda 240 será leída por la unidad de interfase de banda de voz interconectado efectivamente los canales 1-120 y 0-240, cuando las celdas son leídas hacia afuera en secuencia cronológica. Similarmente, los canales 1-122 y 0-2 son también conectados en el periodo de tiempo 1, y los canales 1-3 y 0-119 así como los 1-239 y 0-129 son conectados en el periodo de tiempo 2.

Por medio de este proceso complejo, el sistema ESS4 conecta y reconecta una troncal entrante a la troncal apropiada de salida miles de veces por segundo (sin degradar la calidad de la señal). Miles de otras llamadas comparten la misma trayectoria de conmutación, resultando una capacidad muy grande y una baja probabilidad de bloqueo de llamada.

#### IV.3.- El Sistema E-10 (Francia).

En 1957 un nuevo departamento fué creado en el Centro Frances de Investigaciones en Telecomunicaciones, para realizar estudios sobre conmutación electrónica. Entre 1957 y 1970, tres modelos de centrales electrónicas fueron probadas en el laboratorio: Socrates, Aristoteles y Platon.

Los sistemas Socrates y Aristoteles, desarrollados en conmutación por distribución de espacio, fueron utilizados como centrales automáticas privadas en el centro de investigaciones. El sistema Platon desarrollado en conmutación por distribución de tiempo uso tráfico real en la primera red digital integrada (conmutación y transmisión), instalada en el área de "Brittany" en 1970. Esta red fue establecida con tres centrales en distribución de tiempo, dos concentradores remotos, nueve enlaces PCM y un centro de dirección.

El sistema desarrollado en el área de la distribución de tiempo, fué entonces entregado a la compañía CIT-ALCATEL, una selección guiada por el hecho de que el grupo CGE tenía ya dominada la técnica del procesamiento por código de pulsos de las señales telefónicas, lo cual está íntimamente relacionado con la conmutación por Distribución de Tiempo.

Hoy en día más de 100,000 líneas de abonados están en operación, el nombre del prototipo Platón ha sido reemplazado por el nombre industrial CITEDIS y la Administración Francesa le asignó el nombre de: E-10.

Dos factores han contribuido al éxito del E-10 y son: La utilización de técnicas digitales usadas en el procedimiento de modulación por códigos de pulsos (PCM) y segundo la disociación de las funciones de conmutación de las funciones de dirección.

Antes que nada, la utilización completa de 30 canales en sistema PCM, como ha sido adoptado por el Comité Internacional de Telecomunicaciones (CCITT). Esta técnica ya usada en el campo de la transmisión por enlaces de punto a punto han hecho posible la completa integración de una red telefónica: Transmisión y Conmutación-PCM.

Mencionaremos algunos detalles sobre el sistema de 30 canales PCM: la frecuencia de muestreo es de 8 KHz., la codificación es hecha en 256 niveles con 8-bits para una comprensión logarítmica usando segmentos lineales.

Hay 32 intervalos de tiempo por estructura: 30 canales de voz, uno para señalización (TS.16) y

uno para la señalización de la estructura (T.S.O.). El número de bits por período de tiempo es de 8 con una duración de 3.9 microsegundos. La proporción de bits por período de tiempo es de 64 Kbits por segundo, lo cual da una proporción de bits en la línea de 2,048 Mbits, la duración de la estructura es de 125 microsegundos.

(Figura IV.4)

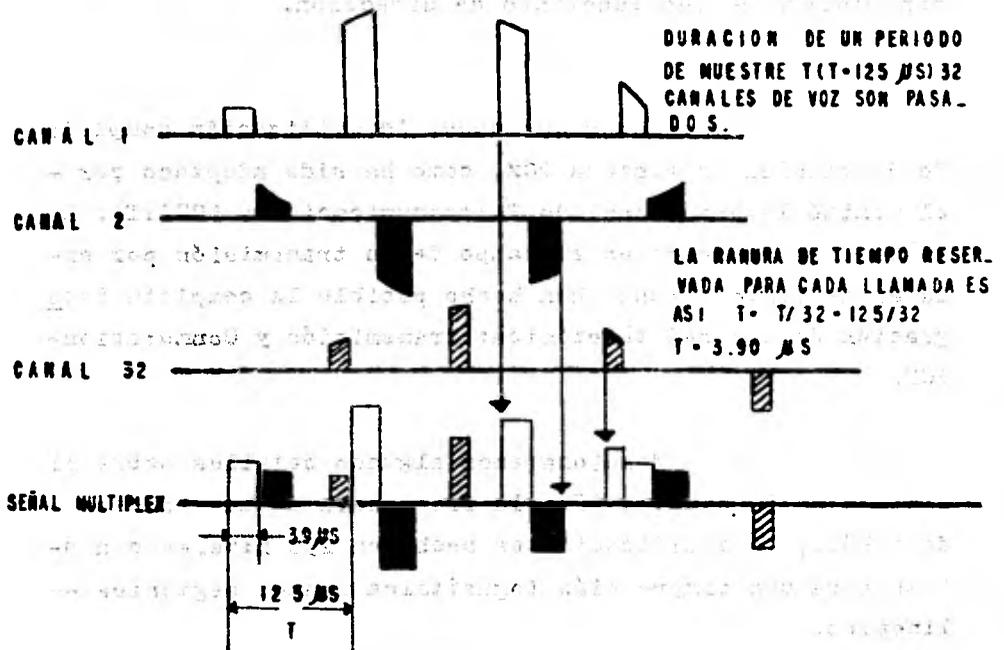


Fig. IV.4.- Principio del multiplexaje por Distribución de Tiempo.

En el sistema E-10, el equipo de conmutación está dividido en dos partes: el conmutador por distribución de tiempo y los concentradores. Un concentrador es capaz de recibir 512 suscriptores y concentrar su tráfico en dos enlaces PCM; la conexión al conmutador es entonces realizada a través de estos enlaces PCM, lo cual permite al concentrador estar lo más lejos posible del conmutador. En otras palabras, un concentrador puede ser localizado donde están los abonados, frecuentemente a muchos kilómetros de la misma central. (fig. IV.5)

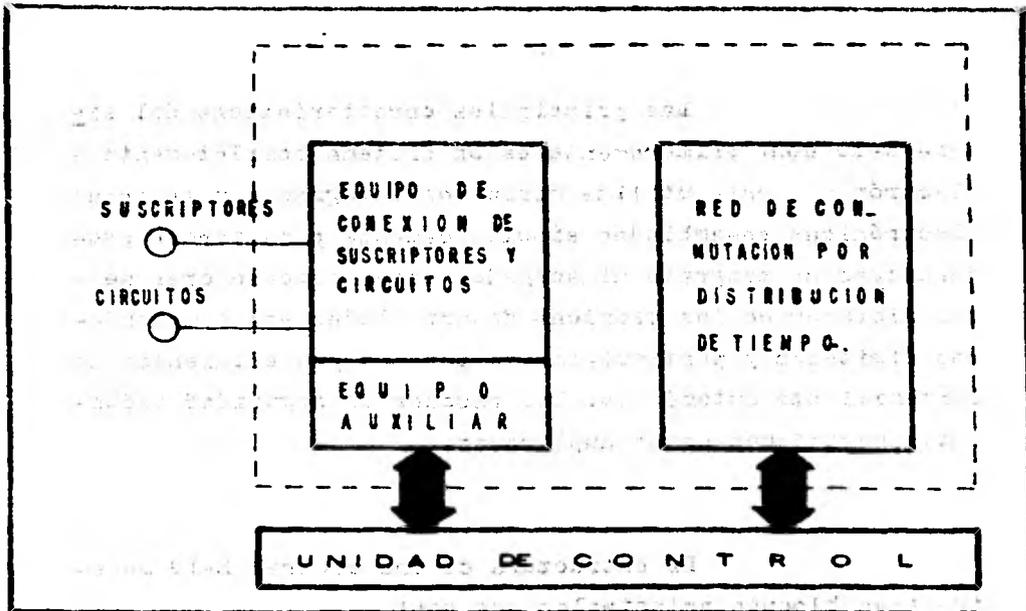


Fig. IV.5.- Unidades de conmutación.

El segundo factor importante es la disociación de las dos funciones de una central. Las funciones de conmutación son ejecutadas por procesadores con -- programas especializados almacenados, lo cual no admite -- ninguna interrupción, estos son directamente controlados -- por el disco del abonado.

Las funciones de dirección son ejecutadas en el centro de procesamiento de datos el cual es una computadora de propósito general con programa almacenado -- y el cual puede ser utilizado para manejar diferentes cen -- tros de conmutación.

Las principales características del es tema E-10 son: primeramente es un sistema completamente -- electrónico, este utiliza circuitos integrados y memorias -- electrónicas ensambladas simultaneamente para formar pro -- cesadores de programa almacenado. Estos procesadores se -- beneficiaron de las técnicas desarrolladas por computado -- res digitales y particularmente por los procedimientos de -- mantenimiento automático. Por razones de seguridad todos -- estos mecanismos están duplicados.

La estructura de una central E-10 mues -- tra tres bloques principales que son:

BLOQUE NUM. 1.- Para la conexión de abo

...nados y circuitos. La unidad básica para la conexión de --  
 -- los abonados es el concentrador CS. Este puede recibir --  
 -- 512 abonados y concentrar su tráfico en los enlaces PCM. --  
 -- El tráfico promedio por abonado es de 0.09 Erlangs.

Un concentrador puede ser instalado en un mismo cuarto de la central, al cual llamaremos "concentrador local". Este recibe los abonados que se encuentran en torno a la central, los dos enlaces PCM son directamente conectados a la red de conmutación. (Fig. IV.6)

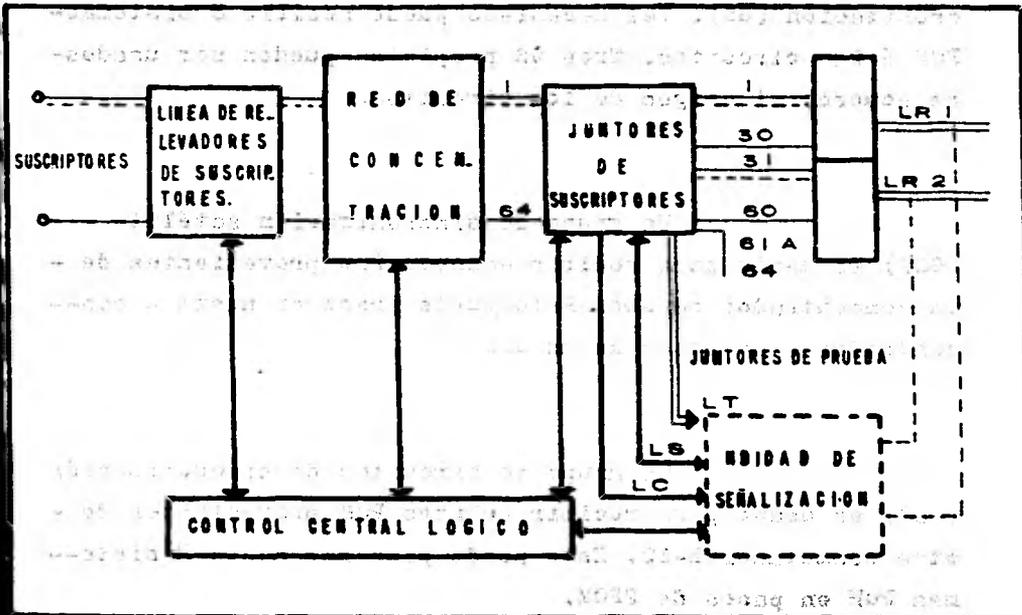


Fig. IV.6

Un concentrador puede ser instalado lejos de la central, al que llamaremos "concentrador remoto ó espacial". Este recibe abonados remotos, el enlace a la central es realizado por la vía de transmisión PCM y equipos de línea asociados (repetidores digitales, fuentes de poder remotas, etc.).

Esta posibilidad permite la instalación de concentradores donde se encuentren los abonados y el uso de un E-10, que se encuentra en un área urbana o sub-urbana enlazada con áreas de baja densidad telefónica. La unidad básica para conectar circuitos es un grupo de sincronización (GS). Tal mecanismo puede recibir 8 sistemas-PCM ó 240 circuitos. Tres GS propicias pueden ser usados de acuerdo al origen de los circuitos.

Un grupo de sincronización satélite --- (GSS) es usado para recibir enlaces PCM provenientes de un concentrador remoto. Este puede procesar hasta 4 concentradores en pasos de un GS.

Un grupo de circuitos de sincronización (GSC) es usado para recibir enlaces PCM provenientes de entre conmutador E-10. Este puede procesar hasta 8 sistemas PCM en pasos de 2PCM.

Un grupo de sincronización multiplex -- (GSM) es usado para recibir circuitos de frecuencia de -- voz después de su conversación analógica a digital en líneas terminales TN-1. Este puede procesar hasta 240 circuitos en pasos de 60 circuitos.

Un GS tiene que ejecutar dos tareas: -- primera, sincronizar la PCM entrante con el reloj del -- E-10 local y segunda el extraer e insertar los códigos de señalización en la estructura PCM, entonces el AD convierte a uno y otro en el cuarto del conmutador E-10 en el -- cuarto de la central electromecánica remota. (fig. IV.7)

**BLOQUE NUM. 2.- Conmutador por distribución de tiempo.**

Los enlaces PCM provenientes de los concentradores locales ó de los grupos de sincronización son directamente conectados al conmutador por distribución de tiempo, el cual ejecuta la función de conmutación en el sistema. Esta función es del tipo de 4 líneas; las muestras del grupo llamante son localizadas en un período de tiempo de un PCM entrante. Esta es enrutada a través del conmutador tipo TST menor bloqueado (más de  $10^{-6}$ ) en el período de tiempo asignado al grupo de la llamada PCM saliente. (fig. IV.8)

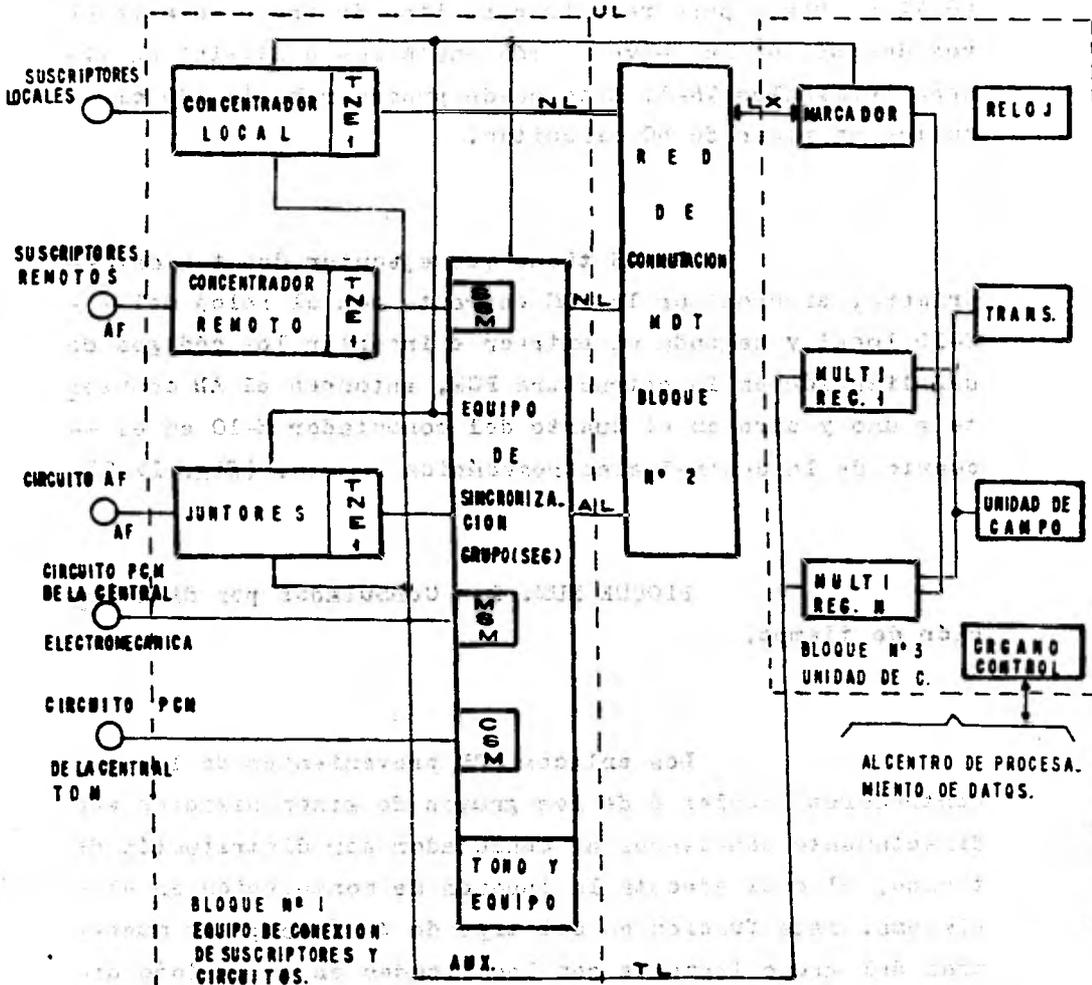
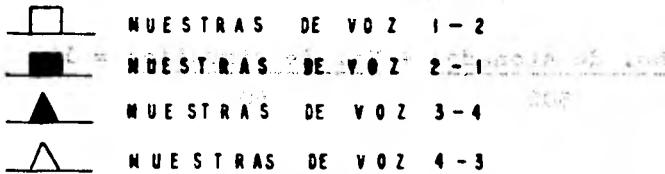
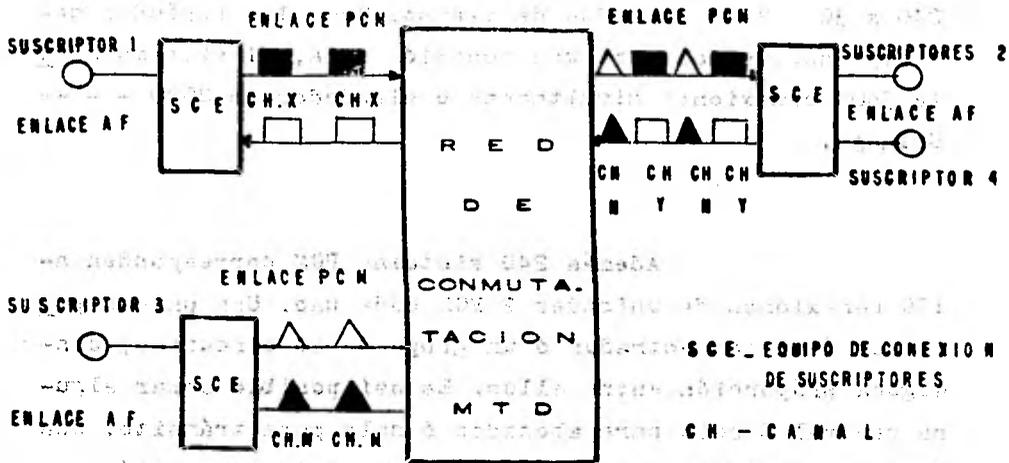


Figura IV.7 (R. 11 1971) J. 1971



Ejemplo de dos conexiones entre suscriptores: 1 y 2; 3 y 4

Fig. IV.8.- función de la red de conmutación por distribución de tiempo.

En su capacidad final un conmutador - -

E-10 puede procesar hasta 256 sistemas PCM entre él 16-

son reservados para tonos. Esto corresponde a un total de  $240 \times 30 = 7200$  períodos de tiempo. Como los períodos de tiempo son usados para una conexión dada, el sistema admite 3600 conexiones simultaneas o alrededor de 2500 - - Erlangs.

Además 240 sistemas PCM corresponden a 120 conexiones de unidades 2 PCM cada uno. Una unidad puede ser ó un concentrador ó un grupo de 60 circuitos, con alguna proporción entre ellos. Es así posible armar alguna central ó solo para abonados ó solo para tránsito. Una formula simple nos permite determinar esta proporción:

$$\frac{\text{No. de abonados}}{500} + \frac{\text{No. de circuitos}}{60} = 120$$

#### BLOQUE NUM. 3.- Unidad de Control.

La unidad de control incluye los microprocesadores usados en tiempo real para conmutación. Estos procesadores usan programa almacenado con memorias -- Reprom. (Fig. IV.9)

La misma unidad de control está dividida en tres partes:

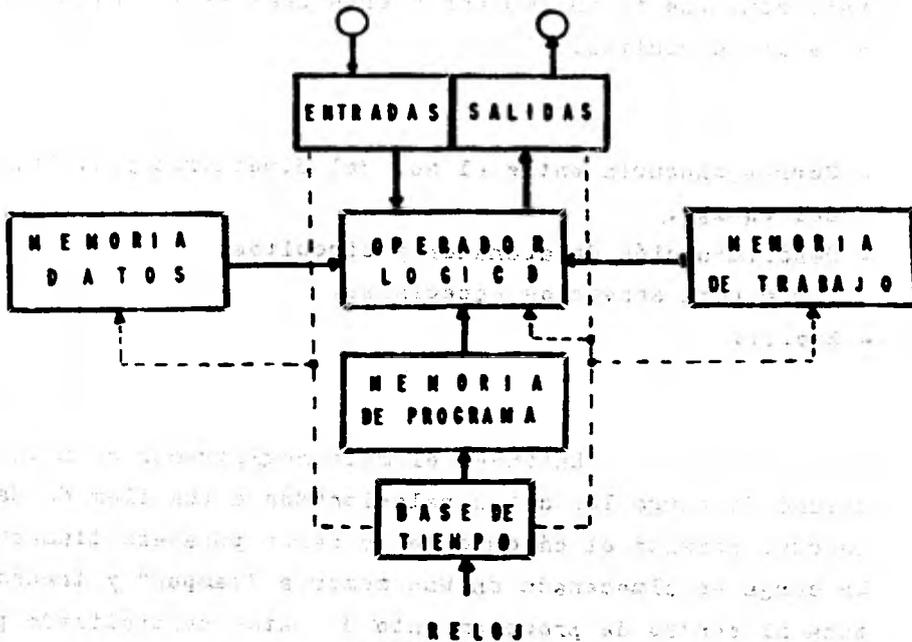


Fig. IV.9.- Diagrama funcional de los sub-ensambles.

Un multiregistrador controla el establecimiento y realización de cada una de las llamadas. Este puede procesar los códigos de señalización recibidos a través de los grupos de sincronización y organizar las funciones de conmutación sobre todo. Este es ayudado por

un translader, el cual es en realidad un "banco de datos" Este contiene todas las características de los abonados - y de los circuitos.

- Correspondencia entre el No. del directorio y el No. -- del equipo.
- Discriminación de abonados y circuitos.
- Tabla para servicios especiales.
- Etc....

Entonces el multiregistrador da a la -- unidad de carga los datos relacionados a una llamada dada lo cual permite el cálculo de la carga para esa llamada.- La carga es almacenada en una memoria "Tampón" y transmitida al centro de procesamiento de datos centralizado para la totalización.

La redundancia de los multiregistrado-- res es del tipo (N+1) en un instante el translador y la - unidad de carga están duplicados.

#### BLOQUE NUM. 4.- Centro de Procesamiento de Datos.

Diferentes centrales (hasta 100,000 abo- nados) son dirigidos por el mismo centro de procesamiento

de datos (DPC). Un DPC es organizado en torno a una computadora digital de propósito general la cual es en la actualidad una MITRA 125, con 64K palabras de programa de memoria. (FIG. IV.10)

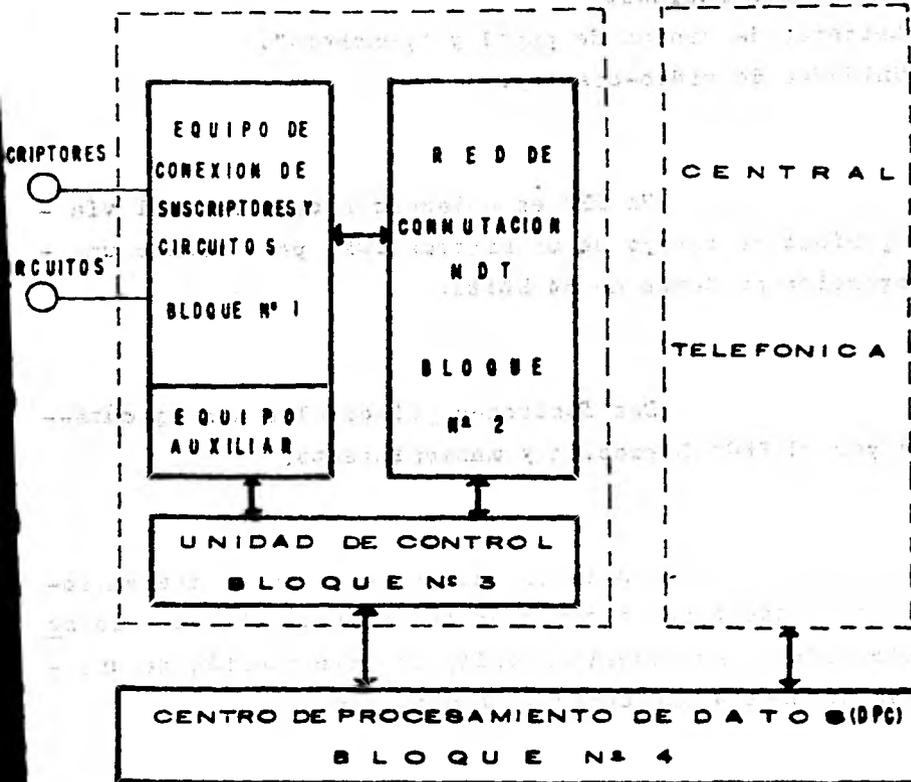


Fig. IV.10.- Funciones del DPC.

Unidades periféricas son usadas para -- almacenar datos y programas, y para permitir la comunicación hombre-máquina:

- Cintas y discos magnéticos.
- Teleimpresores.
- Impresores rápidos.
- Lectores de cintas de papel y "punchers".
- Unidades de video-display.

Un DPC es enlazado a cada central vía -- un período de tiempo de un sistema PCM, permitiendo una -- proporción de datos de 64 Kbits.

Las funciones principales son ejecuta-- das por el DPC: Dirección y mantenimiento.

Las tablas de translación se tienen so-- bre los datos para la conexión de un nuevo abonado, la mo-- dificación de su discriminación, la introducción de una -- nueva troncal a una central remota, etc.

El conteo de cada abonado es grabado en una cinta magnética, esta es incrementada en el DPC de -- acuerdo a los datos transmitidos por la unidad de carga -- (charging).

Cada línea de abonado puede ser completamente examinada: impedancia, corriente de línea, aislamiento, velocidad de discado, etc.... Estas mediciones -- son solicitadas desde un impresor y los resultados son imprimidos ó mostrados en la UDM.

La carga de los circuitos, de la misma red de conmutación, ó de los multiregistros, puede ser -- permanentemente anotada y usada para la reconfiguración -- de la red en concordancia con el flujo del tráfico.

Todas la fallas y situaciones no usuales en una parte del sistema son transmitidas, grabadas y -- analizadas en el DPC, estas son impresas para el operador, quien puede improvisar las situaciones.

Una sub-unidad fallante en el bloque -- No. 3 puede ser parada y puesta bajo el modo de prueba. -- El DPC manda entonces programas específicos de chequeo a -- la sub-unidad completa y detecta la tablilla impresa fallante.

El "staff" completo es localizado en la -- construcción del DPC.

#### IV.4.- Sistema Metacenta 10 CN.

El sistema Metacenta versión 10 CN es un sistema de conmutación espacial controlado por programa almacenado. El sistema tiene una estructura modular, sirviéndose de placas de circuitos impresos y unidades enchufables. Estas técnicas simplifican en gran medida las futuras ampliaciones de la central, así como también el mantenimiento. La flexibilidad del sistema le permite interconectarse con centrales telefónicas de cualquier sistema existente, con independencia del tipo de señalización utilizado; también se pueden introducir nuevas facilidades a medida que va creciendo la central. Las centrales locales Metacenta 10 CN cubren la gama desde 2000 a 63488 líneas de abonados con un tráfico de hasta 6000 Erlangs como máximo.

El sistema está controlado por el potente procesador ITT 1602, ordenador digital de 16 bits diseñado para funcionar en reparto de carga duplex y especialmente concebido para utilizarse en funciones de conmutación telefónica. La capacidad para el tratamiento de llamadas es, aproximadamente de 200,000 intentos de llamada en la hora cargada (ILLHC). El sistema MC 10 CN puede trabajar en centrales atendidas ó no atendidas, indistintamente. Se ha previsto su integración en un modo de trabajo con operación y mantenimiento centralizado. Este sistema puede cursar una gran magnitud de tráfico de tránsito

to; ello hace que el sistema esté indicado para aplicaciones combinadas locales/tránsito.

El principio básico para la organización del sistema 10 CN es su concepción modular; el sistema consta de módulos de línea, cada uno de los cuales atiende 2048 líneas de abonado y un módulo integrado de señalización común, que trata todos los emisores y receptores de la central completa.

El sistema consta de tres partes principales:

- 1.- La red de conmutación con sus circuitos asociados
- 2.- El equipo de control periférico.
- 3.- La unidad central de control.

En la figura IV.11 se muestra la organización del sistema Metaconta 10 CN local.

- 1.- Red de Conmutación y sus Circuitos Asociados.

La red de conmutación para las centrales Metaconta 10 CN, tienen una construcción modular, lo que -

significa que está dividida en bloques llamados módulos, - cada central 10 CN, consiste en: un determinado número de módulos de línea que atienden a un número limitado de líneas de abonados y líneas de interconexión entre centrales, y que contienen los puntos de cruce de la red de conmutación; un único módulo de conjunto que contiene los diversos grupos de órganos de señalización para abonados y enlaces (receptores y emisores).

Cada módulo de línea está dispuesto según tres configuraciones distintas, denominadas configuración 1, 2 y 3, que están asignadas a distintos niveles de tráfico. Dentro de la misma central, está permitida cualquier muestra de las tres configuraciones de módulos. Más aún, no todos los módulos de línea de una central necesitan estar asignados al mismo número de líneas de abonados y líneas de interconexión entre centrales; algunos módulos pueden no tener conectadas líneas de abonados, otros pueden no tener líneas de interconexión e, incluso, otros pueden tener distintas proporciones de líneas de abonados y líneas de interconexión.

Cada módulo de línea de una central tiene un conjunto de pares de hilos de conversación, llamados "vías intermodulares" por medio de los cuales se conecta a todos los demás módulos de línea. El módulo de conjunto de una central, posee un conjunto de pares de hilos de señalización denominados "vías de señalización" que lo conectan a todos los demás módulos de línea, en la figura IV.12

se representa la construcción modular de la red de conmutación.

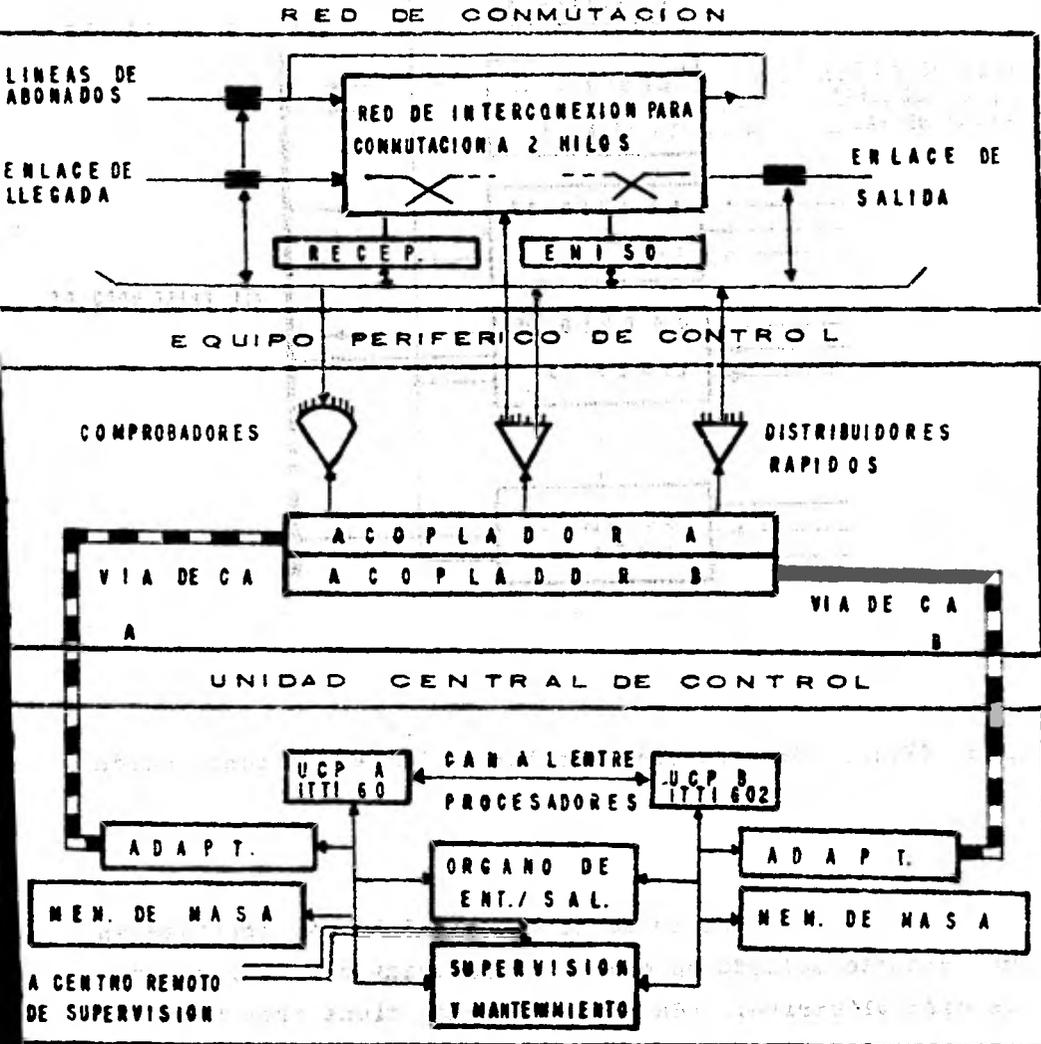


Fig. IV.11.- Organización del Metaconta 10 CN

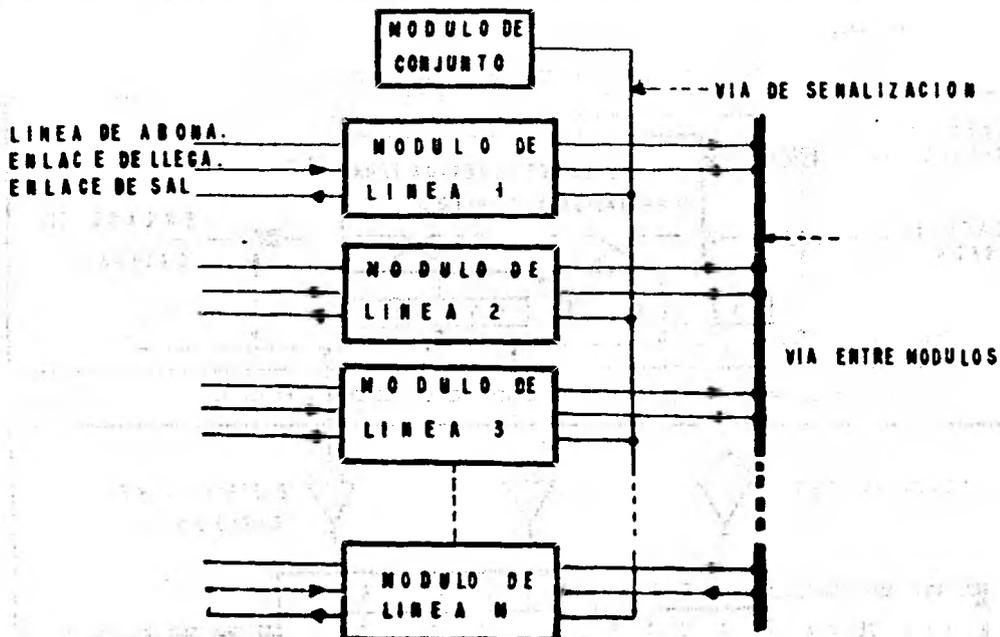


Fig. IV.12.- Construcción modular de la red de conmutación

El punto de cruce del 10 CN, consiste en un contacto sellado en seco y miniaturizado (reed) con retención eléctrica. Cada punto de cruce tiene tres "reed" - dos para los hilos de conversación ó señalización a y b y uno para el hilo de retención h. Se representa esquemáticamente en la fig. IV.13, las entradas vienen representadas por las líneas verticales, y las salidas, por las horizon-

tales. Los tres contactos "reed" están alojados dentro de una bobina que está insertada en serie con el camino de retención. Más adelante, se incluye un diodo de marcaje que transporta un único impulso de corriente de operación para el punto de cruce, aplicándose un voltaje positivo al hilo h (entrada), un impulso de tierra al conductor de marcaje m (salida) y una resistencia para las sobrecargas de voltaje inductivo cuando la corriente de retención es alta.

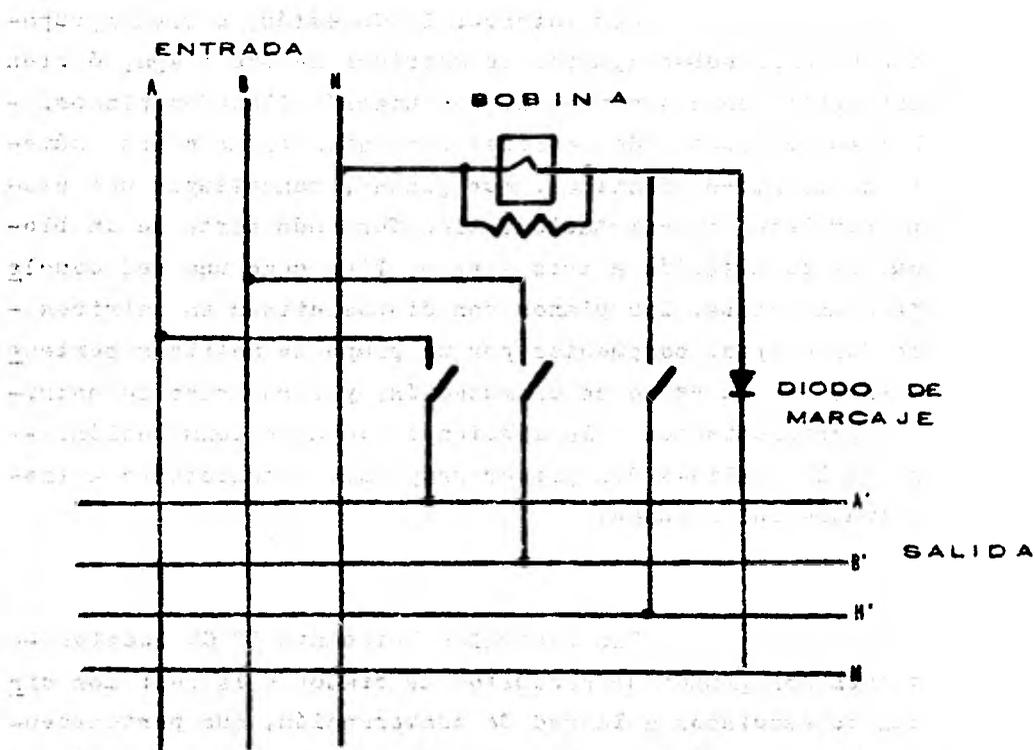
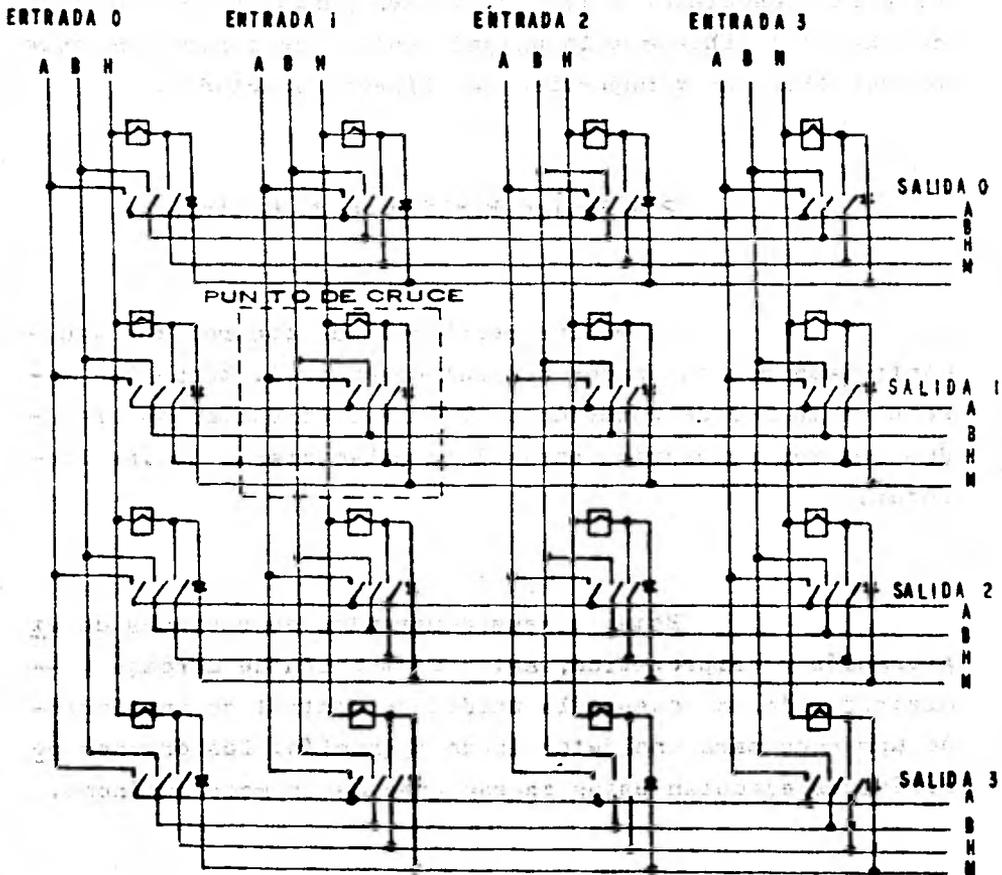


Fig. IV.13.--Esquema de un punto de cruce.

Los puntos de cruce del 10 CN están ensamblados en unos conjuntos de conmutación llamados "matrices". Existen varios tamaños de matrices, de acuerdo con el número de entradas y salidas y con el número total de puntos de cruce de la matriz. Como ejemplo, una matriz con 4 entradas y 4 salidas con 16 puntos de cruce, se representa esquemáticamente en la figura IV.14.

Las matrices 10 CN están, ó bien agrupadas en unos sub-conjuntos de matrices de una etapa, ó bien dispuestas en dos etapas de conmutación llamadas planos. Los sub-conjuntos de matrices consisten en un cierto número de matrices idénticas, que juntas, constituyen una etapa completa de conmutación, bien formando parte de un bloque de conmutación a tres etapas, bien como una red completa a una etapa. Los planos son disposiciones en matrices de dos etapas, compuestas por un grupo de matrices pertenecientes a una etapa de conmutación, y otro grupo de matrices pertenecientes a la siguiente etapa de conmutación, -- donde las salidas del primer grupo están conectadas a las entradas del segundo.

Las centrales Metaconta 10 CN locales -- tienen dos grupos de circuitos asociados a la red: los circuitos asociados a la red de conversación, que pertenecen al módulo de línea, y los circuitos asociados a la red de señalización, que pertenecen al módulo de señalización. -- Los circuitos asociados a la red son circuitos pasivos; to



## EQUIVALENCIA SIMBOLICA



Fig. IV.14.- Matriz de 4 entradas y 4 salidas, con 16 puntos de cruce.

das las operaciones de exploración ó distribución se ejecutan a cargo del equipo de control periférico. Todos los -- circuitos asociados a la red, tienen puntos de exploración que hacen posible que la unidad central de control detecte nuevas llamadas y supervise las líneas conectadas.

## 2.- Equipo Periférico de Control.

El equipo periférico de control ejecuta, controlado por la unidad central de control, todas las tareas en la red de conmutación y en sus circuitos asociados que son necesarios para el establecimiento de las llamadas.

Estas tareas comprenden operaciones de exploración y comprobación, así como también de marcaje y -- distribución. En cuanto la unidad de control de una órden de arranque para una determinada operación. Los órganos periféricos ejecutan estas operaciones de un modo autónomo.

El sistema Metaconta 10 CN dispone de un equipo periférico por cada módulo de línea (por 2048 líneas de abonado) y equipo periférico asociado a cada módulo de conjunto. Los procesadores centrales (configuración-duplex) tienen acceso al equipo periférico por medio de un registro duplicado. Este tipo de registros, que actúan co-

mo acopladores entre los procesadores y comprobadores, marcador y distribuidores, se comunican con los procesadores por medio de una vía duplicada de corriente alterna.

Cada órgano periférico está equipado con un cierto número de circuitos de comprobación que suministra una rápida información acerca de las condiciones de -- falla. Los resultados de las comprobaciones efectuadas que dan almacenados en un registro de fallas que pertenece a -- los acopladores. Cuando ocurre una falla, se leen los registros de falla por el procesador correspondiente (lado A ó B), que informa acerca de la falla con todos los detalles necesarios (mensajes impresos). Se han diseñado los -- periféricos utilizando lógica transistor-transistor - - - Schotky de baja potencia, la mayoría de ellos MSI y circuitos híbridos de película gruesa de encargo para la conversión de la lógica TTL al nivel de tensión de batería.

Los circuitos de control periféricos asociados con cada módulo de línea consisten en tres comprobadores, un marcador, un distribuidor y, para determinadas aplicaciones, también un distribuidos rápido.

La periferia de módulo de línea está conectada a los procesadores por medio de un registro periférico duplicado, que transfiere toda la información procedente de, ó dirigida a , los procesadores.

Los comprobadores se suministran para -- que la unidad central de control se mantenga informada de todos los eventos que se producen en los circuitos del módulo de línea.

La función del marcador es la de establecer un camino entre dos puntos bien definidos de las redes bajo control del procesador. Tras recibir la necesaria información desde el procesador, el marcador ejecuta la operación de marcaje de un modo autónomo y envía una señal de fin de trabajo al final de cada operación.

El marcador consta de los siguientes circuitos fundamentales:

- Una zona de trabajo donde se almacena la información necesaria procedente del procesador (3 transferencias).
- Un circuito temporizador que genera los impulsos de temporización para los marcajes en serie.
- Un grupo de matrices para la selección de circuitos asociados a la red, en los que se inicia la operación, así como también para seleccionar los circuitos de marcaje para las diferentes etapas de la red.
- Un grupo de distribuidores, para conmutar la corriente -

necesaria para la activación de los puntos de cruce en las distintas etapas de la red.

Con la excepción de los puntos de cruce de las matrices de selección, el marcador ha sido completamente duplicado.

El circuito distribuidor ejecuta operaciones en los enlaces ó circuitos de enlace. El distribuidor recibe la información necesaria del procesador y ejecuta la operación de un modo independiente. Al final de cada operación, se da al procesador la conveniente señal de fin de trabajo. El distribuidor consta de los siguientes circuitos fundamentales:

- Una zona de trabajo para registrar la información procedente del procesador (dos transferencias).
- Circuito temporizador.
- Matriz de selección.

El distribuidor está completamente duplicado, con excepción de los puntos de cruce de la matriz de selección.

El distribuidor rápido ejecuta opera - - ciones críticas en tiempo real sobre los enlaces de llegada (impulsos de envío de medidas) y en el enlace de origen (señales de envío de 16kHz). La función del distribuidor rápido es la de actuar monoestables o poner a "0" o a "1" los biestables (monoestables-biestables que pertenecen a-- ELL o ES).

El distribuidor rápido (DR) tiene los si guientes circuitos:

- Una matriz de selección que corresponde a un grupo de 16 enlaces o circuitos de enlace.
- Un grupo de distribuidores para actuar o desactuar ins-- trucciones y el arranque del monoestable.
- El DR ha sido completamente duplicado.

### 3.- Unidad Central de Control.

Las principales funciones de la unidad - de central de control se pueden sintetizar como sigue:

- Supervisión de los elementos de la red y de sus líneas - - asociadas así como del control de la información de entrada desde el sistema de la central;
- Interpretación de las señales de llegada con referencia a los datos semipermanentes (facilidad de abonado, etc.) almacenados en memoria;
- Control de las órdenes de conexión enviadas a la red;
- Control de la comunicación hombre-máquina.

La unidad central de control consiste en dos elementos fundamentales que son el equipo y la programación. El concepto aplicado en el sistema Metaconta 10 CN es la aplicación universal del sistema central de proceso a las centrales locales y de tránsito, ó bien a las centrales combinadas locales-tránsito. El equipo no cambia (excepto para algunas facilidades opcionales), y los cambios en la programación están limitados al ensamble de los programas adicionales previstos para cada aplicación particular.

Las configuraciones del equipo del sistema de proceso central comprenden:

- dos unidades de control independientes (procesadores)

- Un sistema de memoria de semiconductores para cada procesador.
- Vías (buses) de entrada.

Se proporciona una conexión duplex para intercambio de datos entre los dos procesadores. Las vías de entrada y salida están conectadas a los módulos periféricos y a los órganos de entrada/salida para la carga de programas y la comunicación hombre-máquina.

Por razones de fiabilidad, la central se sirve de dos procesadores en configuración duplex. Aproximadamente, la mitad del tráfico de la central es cursada por cada procesador (reparto de carga), mientras que un procesador en configuración simplex, debe tratar la totalidad del tráfico que se presente. Cada uno de los procesadores mantiene informado al otro acerca de sus propias operaciones individuales.

El principio de reparto de carga permite que cada procesador se haga cargo de todo el tráfico así como de las actividades de mantenimiento o de las recargas de programa, cuando el otro procesador se encuentra en fuera de línea.

Otras ventajas del sistema de reparto de carga son:

- Los procesadores trabajan verdaderamente con independencia uno del otro. La probabilidad de interrupciones simultáneas motivadas por fallas de la programación en ambos procesadores, resulta prácticamente despreciable.
- Durante la operación en duplex, que es el régimen general de la operación, el reparto de carga proporciona una capacidad adicional de un 60% sobre la de operación en simplex.
- Un procesador puede colocarse en una situación de espera. La independencia que posee un procesador respecto del otro permite utilizar a uno de ellos con otros fines, tales como:
  - a) Prueba de nuevos programas incluso que contengan una distribución de datos completamente distintas
  - b) Pruebas de ampliación
  - c) Pruebas de nuevos datos.

Con este fin el sistema proporciona la facilidad de equipar líneas de prueba, que sólo van a ser tratadas por el procesador en espera, mientras que el otro

se hace cargo del tráfico con el programa probado anteriormente. Ello nos asegura que sólo el procesador en espera es --  
tá afectado, cuando se introduce en el sistema una nueva --  
programación, lo que proporciona una potente herramienta de  
prueba para el mismo.

La recarga automática y el nuevo arran--  
que tienen lugar bajo la supervisión del otro procesador.

El Metaconta 10 CN es un moderno sistema  
CPA que se sirve de las tecnologías más avanzadas y está --  
controlado por procesadores rápidos (ITT 1602). A causa de--  
su estructura modular, este sistema puede suministrar cen--  
trales locales, tránsito ó locales-tránsito combinados que--  
pueden ampliarse fácilmente. Además este sistema se puede -  
aplicar a centrales con un número de abonados comprendidos--  
entre 2000 y 63488 y con una capacidad total de tratamiento  
de unos 200000 ILLHC.

## V. NUEVAS TENDENCIAS DE LA CONMUTACION TELEFONICA ELECTRONICA.

No se debe olvidar que la duración promedio de gestación de un sistema de conmutación, es decir, - por un lado, el tiempo que se cubre la concepción inicial, la elección de los principios y de la tecnología, y por -- otro lado, la puesta en servicio es extremadamente larga.

Se pueden clasificar los progresos constatados según dos aspectos:

La evolución de las ideas, es decir, los objetivos buscados, las ambiciones nuevas de la conmutación electrónica y la influencia que éstas tienen sobre -- los principios fundamentales de arquitectura de las redes de telecomunicación.

Los medios disponibles, es decir, las -- nuevas posibilidades aportadas por las tecnologías modernas ó los progresos de la informática y sus consecuencias -- a menudo muy directas sobre la estructura de los sistemas -- y su puesta en operación.

Esta clasificación, que sólo se hace para simplificar la exposición, no tiene un valor absoluto:

con frecuencia la aparición de medios nuevos, modificando un equilibrio económico sensible, hacen posible la consideración de principios anteriormente rechazados y, recíprocamente, los objetivos entrevistados incitan a la investigación de soluciones técnicas nuevas.

La evolución de las ideas confirman una tendencia hacia la investigación del máximo de flexibilidad de empleo (con el programa almacenado en una memoria; mejor se busca extender los beneficios por todos lados en donde es posible). Se debe reconocer que los recientes progresos tecnológicos han permitido la introducción masiva de órganos "inteligentes", es decir, dotados de una gran autonomía y capaces de realizar trabajos bastante más complejos que los autómatas (esclavos) de la electromecánica.

La separación que efectúa el programa - almacenado entre la ejecución (material) y la decisión -- (logística ó programalógica) ha sido sobre todo considerada en el principio, como un medio de limitar la diversidad de los órganos de control, reemplazados por un solo - computador, y de facilitar las modificaciones de la explotación; un programa que es en principio más fácil de cambiar que un equipo fijo. Sobre todo, si ha desplazado la complejidad del material hacia la programalógica, pero no se ha reducido. Por el contrario es ahí en donde reside - la principal ventaja: se ha podido, por un costo cada vez más pequeño aumentar grandemente la complejidad. Además,-

es este nivel de complejidad el que hace posible el comportamiento del sistema bastante más flexible que da la impresión al usuario humano de dirigirse a una máquina inteligente porque ésta sabe interpretar las órdenes formuladas globalmente, en un lenguaje relativamente claro.

El control de un centro de conmutación mediante un computador lleva algunos problemas:

La seguridad: debido a su estructura -- centralizada, todo organismo superior presenta una fragilidad más grande, no se sabe resolver este problema más -- que duplicando el computador de control. El costo inicial: este par de computadores, que determinan un coste fijo -- del sistema, penaliza los centros de pequeña capacidad, -- lo que explica que en tanto los costos de los computado-- res sean muy elevados, los pequeños centros principalmen-- te los PBX serán de control por lógica cableada. La pro-- gramalógica: sus problemas han sido muy subestimados al -- principio, esta es la razón de bastantes problemas y qui-- zá de cierta aprehensión que subsiste y que sin duda no -- es extraña al interés nuevo que conocen las estructuras -- de control repartido (aunque en estos sistemas el volúmen global de los programas sea en general superior al de los sistemas centralizados), ha faltado vencer la dificultad de aceptar las disciplinas de la programación estructurada.

Pero se puede decir que estos problemas están actualmente bien resueltos y se puede beneficiar -- plenamente de las ventajas del programa almacenado desde que los progresos considerables efectuados en los componentes para la informática han repercutido sobre los costos y los desarrollos de los computadores. La flexibilidad de empleo se cita siempre como ventaja principal, ya que es la que permite la evolución fácil de un autoconmutador, la introducción de servicios nuevos, la explotación y el mantenimiento centralizado, la señalización por canal semáforo y la gestión dinámica de las redes, etc.

Una ventaja menos conocida es la normalización de hecho aportada mediante el empleo en todos -- los sistemas de componentes electrónicos de la misma naturaleza y de periféricos informáticos con frecuencia idénticos, así como mediante la unificación progresiva de las reglas de producción de las lógicas (en las que los -- lenguajes son un ejemplo). Solo resta lamentar que esta -- normalización no se extiende por el momento a las unidades centrales de los diversos computadores especializados a la telefonía utilizados en los diversos sistemas.

### V.1.- Unificación de los Lenguajes.

Ante la proliferación de los sistemas - de programa almacenado y de las lógicas, aparece cada vez más claramente la necesidad de normalización en este dominio; En efecto, no es suficiente redactar un programa se necesita hacerlo vivir y para esto debe hacerse inteligible, fácilmente probable y modificable, es el interés - común tanto del realizador como del explotador. Además, a medida que el mercado de la conmutación electrónica se extiende es fundamental para el usuario, tratándose de una administración ó del poseedor de una instalación privada, - encontrar bases comunes en todas las lógicas que se le proponen.

No pudiendo realizar la unificación a - nivel del lenguaje máquina, se necesita buscarla en los - lenguajes, más evolucionados, lenguajes de macroinstrucciones ó aún lenguajes de alto nivel (LHN) que se aproximan a la formulación en lenguaje claro porque emplean conceptos de naturaleza general. Los lenguajes de descripción de procedimientos y los lenguajes hombre-máquina - - (LHM) son otros dos dominios de donde la unificación se - busca.

La comisión de estudios del CCITT ha en cargado a uno de sus grupos de trabajo estudiar la norma-

lización de los lenguajes. Ha tenido como tarea evaluar - primero el comportamiento de los lenguajes existentes, está en camino la síntesis para proponer un lenguaje evolucionado LHN y un lenguaje hombre-máquina LHM normalizados por el CCITT.

## V.2.- Técnicas Numéricas y Redes Integradas.

Con el paso del tiempo es evidente el interés cada vez más grande por las técnicas numéricas, especialmente la conmutación temporal por octetos que presenta la gran ventaja de ser completamente compatible con la transmisión numérica PCM (multiplex por codificación de pulsos), ya que el elemento común a estas dos técnicas es la vía numérica de 64 K bit/seg que proporciona un octeto cada 125 mseg. El muestreo de la voz a 8 KHz y la codificación de 8 bits son en efecto dos principios universalmente admitidos.

Las estructuras de redes de conexión -- temporales son variadas, los más comunes son del tipo TST en donde las etapas extremas constituidas de memorias de octetos realiza la conmutación de posiciones de tiempo, - al mismo tiempo que facilitan el alineamiento de los multiplex entrantes.

La fórmula inversa STS a veces se prefiere. En las estructuras TST la parte espacial S está generalmente constituida por una ó varias etapas de matrices de puntos de conexión abiertos en sincronismo con la cadencia de los multiplex internos, como en el ESS4.

Todo el mundo parece ahora convencido - de la conmutación numérica y de su interés por la crea - ción de redes integradas. Es bueno recordar aquí que la - palabra integración se presta a veces a confusión y que - se deben distinguir dos niveles en esta integración, de-- signados según la terminología del CCITT por RNI y RNIS.

El concepto de red numérica integrada - (RNI) califica una tecnología homogénea: transmisión numé - rica por pulsos codificados PCM y conmutación temporal -- por octetos, utilizados conjuntamente en la misma red - - (sin considerar el tipo de información transportada).

El concepto de red de servicios integra - dos ó red numérica con integración de los servicios - - - (RNIS) designa una red de la clase anterior RNI, pero uti - lizada simultáneamente para cursar el tráfico relativo a - los servicios diferentes, entre los cuales uno es el telé - fono y los otros servicios de conmutación de datos, en -- particular.

Después de la puesta en servicio del -- centro de tránsito E 10 en Saint-Brieve en marzo de 1974, del ESS4 en Chicago en enero de 1976 y de la central Tui - leries de París a principios de 1977, parece evidente que la conmutación numérica ha conquistado el dominio de las - grandes centrales de tránsito urbanas en donde se sabe --

después de mucho tiempo pueden hacer competencia desde --  
ahora al Crossbar.

Para los centros locales, y siempre en razón del costo de la conversión, analógica/numérica, el balance económico no es aún decisivo, si bien es seguro - que se mejore rápidamente con el tiempo.

La solución a este nivel es principal-- mente tecnológica, depende de la posibilidad de realizar-- de forma muy económica, con las técnicas de integración - de los componentes (LSI), codificadores-decodificadores - MIC (codecs) individuales asociados a los inevitables ór- ganos de protección de las líneas. De la respuesta que po drá ser dada a este problema dentro de algunos años depen derá la realización de verdaderas redes integradas en MIC hasta la terminal, haciendo entonces posible a largo tér- mino la integración de los servicios RNIS desde el puesto del abonado y no como actualmente hacia el centro de la - red.

Numerosos estudios se han realizado so- bre el método es emplear para introducir racionalmente la conmutación numérica en las redes existentes. Estos han - concluido casi todos en la introducción por red superpues- ta (Overlay Network).

En efecto el hecho de que la conversión analógica-numérica sea onerosa, incita lógicamente a limitarla tanto como sea posible, es decir, evitar reencontrar conmutadores analógicos intermedios en la red. Dicho de otra manera, toda llamada entra y sale una sola vez de la red integrada. De esto resulta que la red integrada aparece como un conjunto de centros de tránsito dispuesto sobre un plan diferente al de la red analógica con el cual solo hay contactos a nivel de los centros terminales.

Esta separación permite un desarrollo independiente de la red numérica que se vuelve susceptible de proporcionar sin problema, con conmutadores y órganos de control apropiados, servicios que la red existente es incapaz de proporcionar. Es así bajo esta forma que se concibe el desarrollo de las redes de servicios integrados -- RNIS ya que, desde que el abonado ha podido acceder a este "plan" superior, él puede beneficiarse de todos los servicios compatibles con la naturaleza de su línea terminal.

### V.3.- Arquitectura de las Redes.

Los sistemas modernos deben atender terminales dispersas. Este problema es clásico en telefonía, pero toma ahora una agudeza más grande, pues si ciertos-- conmutadores electrónicos sustituyen pura y simplemente a centrales antiguas, muchas deben insertarse en una red -- existente y, en razón de sus posibilidades más grandes, -- se les enlaza a menudo una minoría de terminales que piden servicios nuevos y generalmente bastante dispersos.

La búsqueda de una solución general conduce a definir uniones de tipo universal que permiten enlazar satélites, no importa la tecnología, espacial ó temporal. La fórmula preferida y sistemáticamente adoptada -- cuando el centro de conexión es del tipo temporal, consiste en asegurar la conexión mediante enlaces numéricos PCM normalizados (Ejemplo E 10).

#### V. 4.- Arquitectura de los Sistemas.

Como los diferentes estudios tienden a definir Familias de centrales que cubran el mayor número posible de aplicaciones (centrales locales, centros de tránsito diversos, etc.) y la gama más grande posible, la facilidad de adaptación es una característica esencial.

No es por lo tanto sorprendente constatar una convergencia entre la investigación con el máximo de compatibilidad entre las aplicaciones diferentes - (lo que conduce nacionalmente a la noción de "Sistema -- Unico") y de una modularidad efectiva del material y de la logística.

Se busca en principio separar las funciones con el fin de afectar a cada una un subsistema -- bien definido, compuesto de material o de logística o de una asociación de los dos. El sub-sistema debe llenar -- una función general simple de describir y cuya evolución pueda hacerse independientemente de las otras. El Sub-sistema se descompone en blocks siguiendo el mismo principio. De esta manera toda modificación limitada del sistema, se trate de una extensión o de la introducción de un servicio nuevo no debe afectar mas que a un número -- restringido de sub-sistemas o de blocks funcionales.

Es también un medio de permitir a un sistema espacial evoluciones sin problemas hacia una ver

si3n temporal o de agregar aplicaciones nuevas a una familia de sistemas.

Por otra parte, el "cuadrillaje" del sistema que resulta, facilita mucho el mantenimiento (búsqueda de elementos que fallan) y pruebas de funcionamiento.

Los sistemas modernos que están todos compuestos de bloques bien definidos comunicándose las informaciones bajo la forma de mensajes encaminados con mucha frecuencia sobre líneas de transmisión canalizadas o "bus". Estas uniones internas con los mensajes que transportan, forman la verdadera unidad del sistema y también su principal particularidad, pues para las uniones externas (uniones con otras centrales o con otras centrales o con otros satélites) cada vez más tienden a acercarse a una señalización normalizada.

En la estructura interna de los sistemas, la separación de las funciones llega a la delegación de las funciones de rutina, a un primer nivel de procesadores periféricos o de lógicas de comando. Esta tendencia es a ponerse en relación con los principios del "control-repartido", una de cuyas aplicaciones posibles es la organización en redes dispersas.

Los sistemas de programa almacenado de-

la primera generación estaban fuertemente centralizados y de control "monolítico", pero esta solución se revelaba -- costosa para las capacidades débiles y por ende la investigación de soluciones a control repartido y a repartición - de tráfico.

Con la aparición de los mini y micropro- cesadores, esta solución presenta una recuperación de ac-tualidad.

Actualmente se pueden clasificar los sis- temas en cuatro categorías de acuerdo a la estructura de - su control:

1) Los sistemas centralizados que contie- nen dos computadores funcionando, sea en microsincronismo- ó sea en reparto de tráfico. Estos sistemas delegan algu- nas veces funciones de rutina a procesadores frontales.

2) Los sistemas de multiprocesadores que aplican sistemáticamente la delegación de funciones a pro- cesadores periféricos especializados en la exploración, en el marcaje, en la señalización, etc., y conforman un proce- sador principal que forma parte del central y se ocupa a - la vez del establecimiento de las llamadas y de las funcio- nes de explotación y mantenimiento.

3) Los sistemas de multiprocesadores -- en los cuales todas las funciones de conmutación (establecimientos de las llamadas) se tratan mediante procesadores periféricos, el procesador de explotación y mantenimiento, que está situado fuera del central y común a toda una zona.

4) Los sistemas de multiprocesadores en organización "democrática" (sin director de orquesta): - estos sistemas han sido evocados, pero hasta aquí ninguno parece haber sido efectivamente puesto en operación pues les ha sido bastante difícil asegurar las funciones que deben ser centralizadas (gestión del tráfico por ejemplo).

## V. 5.- Control Repartido

Los sistemas de programa almacenado de la primera generación estaban fuertemente centralizados y de control "monolítico", pero esta solución se revelaba costosa para las capacidades débiles y por ende la investigación de soluciones a control repartido y a repartición de tráfico. Con la aparición de los mini y microprocesadores, esta solución presenta una recuperación de actualidad.

Actualmente se pueden clasificar los sistemas en cuatro categorías de acuerdo a la estructura de su control:

1) Los sistemas centralizados que contienen dos computadoras funcionando sea en microsincronismo, o sea en reparto de tráfico, estos sistemas delegan algunas veces funciones de rutina a procesadores frontales.

2) Los sistemas de multiprocesadores que aplican sistemáticamente la delegación de funciones a procesadores periféricos especializados en la exploración, en el marcaje, en la señalización, etc. y comparten un procesador principal que forma parte del central y se ocupa a la vez del establecimiento de las llamadas y de las-

funciones de explotación y mantenimiento.

3) Los sistemas multiprocesadores en -- los cuales todas las funciones de conmutación (establecimiento de las llamadas) se tratan mediante procesadores -- periféricos, el procesador de explotación y mantenimiento está situado fuera de la central y es común a toda una zona.

4) Los sistemas a multiprocesadores en organización "democrática" (sin director de orquesta). Este tipo de sistema parece no haber sido efectivamente -- puesto en operación, pues en ellos ha sido bastante difícil asegurar las funciones que deben ser centralizadas.

Es sobre todo en el dominio de la conmutación privada, en donde la competencia es más severa y -- la libertad de elección menos limitada por problemas de -- interfuncionamiento, en donde se ve proliferar los sistemas de control repartido a base de microprocesadores del comercio. Las ventajas, considerando el control repartido son: mayor seguridad, una progresión del costo de la central en función de su capacidad más cercana a la proporcionalidad y un fraccionamiento de la logística facilitada por la estructura más modular del control.

Las dos primeras ventajas se derivan de

la redundancia de los procesadores y de sus memorias que es del tipo  $N + 1$  en general (en donde  $N$  es función del tráfico). El fraccionamiento de la logística la hace más fácil de dominar pero no se obtiene disminución del volumen total de los programas. En efecto, se puede notar que en promedio los procesadores periféricos ejecutan 80% de las tareas a tratar en tiempo real por 25% de la logística, en tanto que el procesador central, trata solamente el 20% del tiempo real y posee 75% del volumen de los programas.

Estas estructuras repartidas ponen el problema general de reparto de las tareas en el tratamiento en paralelo y de la programación de soporte que le corresponde. En efecto, si ciertas funciones se separan sin problema, existen otras que exigen un acceso rápido a un gran número de informaciones esparcidas (observación del tráfico, control de la carga de los órganos, supervisión del buen funcionamiento). El reparto de estas funciones puede tener un efecto importante sobre los comportamientos finales y la flexibilidad del sistema.

## V.6.- Centralización de Mantenimiento.

El control de los autoconmutadores mediante órganos "inteligentes" asociado a la señalización por canal semáforo permite un tratamiento a distancia, de las funciones "nobles" de la conmutación, es decir, todas aquellas que requieren la intervención del hombre con excepción de la conmutación de rutina (establecimiento de las llamadas), que puede ser completamente asegurada por los procesadores locales. Al mismo tiempo se hace normal reagrupar este personal en centros especiales en donde es posible asegurarles condiciones de trabajo mejores. Como las intervenciones al equipo se han reducido al estricto necesario (reemplazamiento de órganos defectuosos), las centrales no vigiladas se generalizan. Pero se debe notar que esta modificación de hábitos de trabajo que aporta la electrónica pone un cierto número de problemas humanos. Por lo menos, una nueva formación del personal es necesaria, debe llegar a un cambio de mentalidad completa en virtud del mantenimiento principalmente.

Los órganos de vigilancia específicos de las centrales transmiten mensajes de fallas y alarmas que son en primer lugar interpretadas por minicomputadores y analizados por el personal del centro de mantenimiento cuya concentración aumenta la calificación. Este personal dispone de medios de prueba y de diagnóstico a distancia (ATA), puede controlar la puesta en servicio de ciertos

órganos y en cierta medida de las reconfiguraciones. Por lo que resulta globalmente una mejor organización del trabajo y la cooperación con los servicios de gestión y de repartición se vislumbra en un porvenir próximo.

En los sistemas electrónicos modernos, la centralización del mantenimiento hecha posible por la modularidad funcional, es una característica estructural: la organización conocida como de "dos niveles" que se encuentra por ejemplo en el sistema E 10 con su centro de tratamiento de información CTI, es la consecuencia normal.

Por lo que respecta a la explotación, se debe hacer notar dos sucesos: por un lado la centralización de las funciones paralela a la del mantenimiento y que se traducía, ya desde hace varios años en el dominio de los servicios manuales residuales, por organizaciones del tipo TSPS en los Estados Unidos, y por otro lado, el desarrollo de lenguajes normalizados que facilitan la comunicación hombre-máquina.

En todos los sistemas de programa almacenado, las modificaciones pueden ser introducidas al nivel de las memorias por cambio del contenido de las tablas y a partir de un periférico informático: teleimpresor ó de preferencia, actualmente, terminal de pantalla con teclado. El diálogo con el computador se hace en un lenguaje que

inicialmente fué bastante hermético y que tiende a hacerse conversacional y más claro para el personal.

Numerosos lenguajes hombre-máquina han surgido (aproximadamente tantos como sistemas) pero en este dominio también la Comisión de Estudios XI del CCITT ha realizado una basta acción de normalización.

#### V.7.- Desarrollos Futuros Previsibles.

Para arriesgarse a prever la evolución posterior de la Conmutación Electrónica. Se debe antes que nada preguntar cuales necesidades deberían cubrir en prioridad. Las redes telefónicas actuales son bastante poco -- satisfactorias bajo diferentes aspectos que constituyen cada uno de ellos distintas vías de investigación a explorar.

No siempre se logra establecer inmediatamente el contacto con el corresponsal: se necesitarían procedimientos que permitan pasar de su ocupación, por otra llamada (por ejemplo: llamada automática del demandante).

Las aplicaciones no son bastante diversificadas, por lo menos en las redes públicas: se debería -- ahí agregar las transmisiones de imágenes fijas ó móviles.

Los servicios prestados al abonado son -- insuficientemente evolucionados, y la reparación de una -- red cuya complejidad crece pone serios problemas: ahí también grandes investigaciones son necesarias para responder correctamente a las necesidades de los usuarios y de los -- explotadores y escoger entre soluciones particulares o una solución universal (la investigación de sistemas que toleran las fallas, capaces de continuar asegurando al servicio conveniente aún si se aceptan tiempos de eliminación --

de descompostura del orden de varios días, es un ejemplo).

Cada año aporta nuevas soluciones tecnológicas que pueden poner en evidencia todos los parámetros pero, por otro lado se necesita largo tiempo para integrar estas novedades en un sistema y se necesita aún más tiempo para integrar un nuevo sistema en una red de telecomunicaciones.

Se necesita por lo tanto distinguir entre las novedades, aquellas cuyo impacto puede ser inmediato y aquellas cuyo efecto no se hará sentir más que a largo término porque éstas pondrían en evidencia una infraestructura importante.

En el primer grupo, se puede clasificar los progresos de la microelectrónica. Los circuitos integrados LSI y los microprocesadores ya han logrado su meta. Las memorias de acoplamiento de carga (CCD) y las memorias de "bola" comienzan a aparecer. Se puede imaginar que las primeras aportarán a los microprocesadores la memoria de masa barata (se encuentra desde ahora 64 K en una sola caja que disipa 0.3 watts con un despacho binario de 5Meb/S) en tanto que las memorias de bola sustituirán a las memorias de tambor y de disco en razón de su voltatilidad. Se trata ahí de una evolución fácil que solo interesa a un número limitado de bloks funcionales.

Se puede imaginar también que los circuitos LSI permitirán realizar órganos específicos muy complejos, en forma barata si el destape es bastante grande, es decir, para órganos individuales tales como: detectores o generadores de frecuencias, sintetizadores, codificadores-decodificadores, alineadores, aparatos de prueba, terminales de señalización, controladores periféricos y de protocolos, etc. En este caso su introducción puede llevar una reestructuración más importante de los sistemas.

Un paso más decisivo sería realizado por la codificación directa de la voz en PCM en el aparato telefónico, pero este proceso alcanzado desde hace mucho tiempo choca con el obstáculo de la reorganización completa de las redes de distribución.

Un eje de investigación muy prometedor está constituido por todas las aplicaciones de la óptica. Ya, en transmisión las fibras ópticas parecen capaces de competir con los otros soportes de gran capacidad. Su aplicación en conmutación es sin embargo menos clara, pero así como la transmisión numérica PCM ha involucrado la conmutación numérica, se puede esperar en un futuro indeterminado un "paso a la óptica" de importancia equivalente al "paso al numérico" al cual nosotros asistimos actualmente.

En conmutación espacial, la utilización-

de técnicas olográficas podría permitir realizar matrices de fotoacopladores programables (pero el material de registro no existe aún) en tanto en conmutación temporal se pensaría mejor en deflectores de luz que permitan la conmutación de vías hacia un multiplex común.

Si tales perspectivas aparecen aún inciertas, se podría asegurar sin mucho riesgo que la próxima decena verá grandes progresos en el dominio, siempre misterioso de la logística y precisamente en un sentido que la hará más accesible, más comprensible y por lo tanto más manejable. Se dispondrá probablemente de medios descriptivos e imágenes para representar el desarrollo de los programas, los intercambios de información (en particular la señalización), y en su articulación. Estos lenguajes de descripción deberán constituir una herramienta potente para la puesta en operación y la prueba de los sistemas y más aún para su modificación .

Pero todos estos aspectos un poco espectaculares de los desarrollos previsibles camuflarán sin duda una evolución silenciosa hacia una más grande confiabilidad, hacia una mejor calidad de servicio, hacia mejores condiciones de trabajo y hacia una eficiencia más grande, evolución que pasa por una mejor definición de la red de explotación (adaptada a cada tipo de servicio ó común a todos, concebida como un caso particular de red de teleinformática ó específica) y que será quizá el aporte esencial de la Conmutación Electrónica.

## CONCLUSION

En presencia de una técnica viva y multi forme como lo es la Conmutación Telefónica Electrónica, es difícil presentar conclusiones definitivas. Para tratar de llegar a una conclusión congruente, este documento se inició presentando los aspectos básicos de la conmutación, -- así mismo se abordaron temas de actualidad, como son el -- empleo de sistemas en los que se aplica lo más avanzado, -- para el caso de la conmutación de la electrónica, se notará que la disputa "Temporal" contra "Espacial", cada día -- es más apremiante, que las tecnologías evolucionan tan rápido, que se puede crear una absolescencia acelerada y por lo tanto la proliferación de generaciones sucesivas de material y logística.

Por otra parte se abordaron los planes -- llevados a cabo por las administraciones de diferentes -- países, se ha hecho una selección en favor de aquellos --- que han debido poner sus ideas en aplicación y esto explica la desaparición casi completa de los sistemas experimentales, así como la concentración sobre un número limitado de sistemas, de los cuales muchos no difieren entre ellos.

Algunos principios de base, admitidos casi universalmente, en los sistemas implantados en los países situados en primer orden de esta técnica, permiten --

caracterizar la evolución actual de la Commutación Electrónica, como son las estructuras funcionales internas responden a un número muy limitado de esquemas, se reconoce la importancia de las uniones ó interfases de su definición precisa para permitir una evolución flexible ó un mantenimiento racional; las estructuras de la red están basadas en la separación de funciones y en la dispersión geográfica de centros cuya autonomía tiende a crecer; las opciones complementarias se hacen compatibles de manera a proponer soluciones económicas para las diversas aplicaciones, el desplazamiento de la frontera entre lo analógico y lo numérico se hace en ventaja de este último; la importancia de los intercambios de información de todos los niveles se reconoce y su normalización se ve llegar, la señalización -- tiende cada vez más a ser una función independiente; los lenguajes también deben ser unificados para facilitar la comprensión de las lógicas y las descripciones funcionales de las relaciones hombre-máquina; finalmente la diversificación de los servicios es un objetivo deseable.

Como el propósito fundamental de este documento es el de presentar información de la filosofía de los nuevos sistemas y la tecnología moderna de la Commutación Telefónica Electrónica, se considera haber satisfecho dicho propósito.

## REFERENCIAS.

Les Progres de la Commutation Electronique  
Dans le Monde

Commutation - Electronique

Nºn. 59, Octubre, 1977

Fundamentos de Ingenieria Telefonica.

Ing. Enrique Herrera Perez.

Editorial Limusa

México, 1979

The TAD Integrated Crosspoint Array.

T.G. Andersen

Wescom Inc. Downers Grove III

Future Developments in Telecommunications

James Martin.

Tendencia Tecnológica en Telefonía Privada

Ing. Jacques Elnecape K.

Ing. Arturo Zepeda S.

Phontel, S.A.

Telephone Electronic Switching System.

No. 10 (D - 10)

Koichi Sato

Itsuo Masunara

Hitachi Review - Vol.22, No. 6

No. 4ESS - Long Distance Switching for the Future

G. Douglas Johnson

Bell Telephone Laboratories

Vol. 51, sept., 1973

Citedis System Electronic Time Division  
Switching (E - 10)

J. Nuttall and Y. le Goff.

CIT - ALCATEL

Phonix 1644 Conmutador Telefónico Electrónico

Ing. Jacques Elnecape K.

Ing. Arturo Zepeda S.

Phontel, S.A.

Introducción al AKE

P/Us E. Carrillo

Cele, México.

Descripción del Sistema METACONTA versión 10CN.

G. Cool, J. Janssens, A. Vandeveldt

Bell Telephone Manufacturing Company

Amberes, Belgica.