



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**

**Elementos para la Planeación de la  
Red Telefónica en México**

**TESIS PROFESIONAL**

Para Obtener el Título de:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P r e s e n t a n :**

*Rubén Haller Ramos*

*Jorge Federico Prieto González*

**CUAUTITLAN IZCALLI, MEX.**

**1985**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# I N D I C E

PAG.

## OBJETIVO

## INTRODUCCION

1.	SISTEMAS TELEFONICOS PARA COMUNICACIONES URBANAS, INTERURBANAS (LARGA DISTANCIA) E INTERNACIONALES.	1
1.1.	Sistema Telefónico Urbano.	2
1.1.1.	Enrutamiento	3
1.1.2.	Congestión	7
1.2.	Sistema Telefónico Interurbano (Larga -- Distancia).	12
1.2.1.	Enrutamiento	13
1.2.1.1.	Centro de Zona	15
1.2.1.2.	Centro de Area	17
1.2.1.3.	Centro Regional	18
1.2.1.4.	Plan de Enrutamiento -- General	20
1.2.2.	Congestión	21
1.3.	Sistema Telefónico Internacional.	21
1.3.1.	Enrutamiento	23
1.3.1.1.	Enrutamiento de CI-3	24
1.3.1.2.	Enrutamiento de CI-2	25
1.3.1.3.	Enrutamiento de CI-1	25
1.3.2.	Congestión	29
1.4.	Transmisión en las Redes Telefónicas.	30

	PAG.
1.4.1. Punto Virtual de Conmutación	34
1.4.2. Atenuación y Equivalente de Referencia	35
1.4.3. Distorsión de Atenuación	41
1.4.4. Tiempo de Propagación y Distorsión de Fase	42
1.4.5. Estabilidad	43
1.4.6. Eco	45
1.4.7. Ruido	48
1.4.8. Diafonía	51
1.5. Señalización	52
1.5.1. Señalización de Abonado	54
1.5.2. Señalización de Línea	60
1.5.3. Señalización de Registro	65
2. SISTEMA MULTIPLEX	72
2.1. Sistema Multiplex por División de Frecuencia (PDM)	75
2.1.1. Modulación	76
2.1.2. Generación de Frecuencias	81
2.1.2.1. Generación Centralizada	83
2.1.2.2. Generación Descentralizada	85
2.1.3. Frecuencias Fundamentales	85
2.1.3.1. Frecuencias Piloto	88
2.1.3.2. Piloto de Regulación	90
2.1.3.3. Piloto de Sincronía	90

	PAG.
2.1.4. Planes de Modulación	92
2.1.4.1. Plan de Estructura- ción 1	99
2.1.4.2. Plan de Estructura- ción 2	102
2.2. Sistema Multiplex por División de Tiem- po (PDM)	105
2.3. Sistema Multiplex por Codificación de - Pulsos (PCM)	106
2.3.1. Muestreo	108
2.3.2. Cuantificación	110
2.3.3. Codificación	115
2.3.4. Transmisión de PCM	117
2.3.5. Codificación de PAM/TDM a - - PCM/TDM	120
2.3.6. Organización de Tramas	124
2.3.7. Sistema de Multitrama	126
2.3.8. Ventajas y Usos del PCM	126
3. SISTEMA DE RADIOENLAZOS	130
3.1. Frecuencias de Operación	130
3.2. Principio de Funcionamiento	131
3.2.1. Sección de Banda Base	133
3.2.2. Sección de Frecuencia Interme- dia	133
3.2.3. Sección de Radiofrecuencia	134
3.2.4. Características Fundamentales	135
3.3. Equipo Modem	138

	PÁG.
3.4. Sistemas de Conmutación Automática	139
3.5. Sistema de Control y Alarmas	143
4. FUNDAMENTOS PARA LA PROYECCION DE SISTEMAS TELEFONICOS	146
4.1. Determinación del Número de Abonados	147
4.2. Planta Telefónica	148
4.2.1. Cantidad de Tráfico	149
4.2.2. Intensidad de Tráfico	150
4.2.3. Variaciones del Tráfico con el - Tiempo	152
4.2.4. Principios del Cálculo de Orga-- nos de Conexión	152
4.2.5. Factores de Selección para equi- po de la Planta Telefónica	166
4.2.5.1. Factores de Selección- para Equipo del Siste- na de Baterías y Recti- ficación	167
4.2.5.2. Sistemas de Rectifica- ción	169
4.3. Edificio	170
4.3.1. El Distribuidor General	170
4.3.1.1. Descripción del Distri- buidor General	171
4.3.1.2. Distribuidor de Tronca- les	174
4.3.2. Canalización	175
4.4. Red Interna y Red Externa	177
4.4.1. Acometida Telefónica	181
4.4.2. Red Interna	182

	PAG.
4.4.3. Red Externa	185
4.4.3.1. Cables Telefónicos	187
4.4.3.2. Red Principal	196
4.4.3.3. Red Secundaria	199
4.4.3.4. Líneas de Abonado	200
4.4.3.5. Cables Troncales	201
4.4.3.6. Red de Anillos y HT	202
CONCLUSIONES	206
APENDICE.- TERMINOLOGIA Y UNIDADES	209
BIBLIOGRAFIA	220



## OBJETIVO

Al emitir este estudio se pretende, que el personal que tiene a su cargo la responsabilidad de desarrollar los trabajos de planificación y construcción de redes telefónicas, cuente con la información técnica necesaria para proyectar, supervisar y mantener las redes de los diferentes sistemas, con herramientas que le permitan desarrollarlos de una manera más adecuada y dentro de un marco de uniformidad de criterios, contribuyendo de este modo a mejorar el servicio telefónico que se presta a los usuarios.

## INTRODUCCION.

Se dice que existe comunicación entre dos seres, cuando uno de ellos transmite un mensaje inteligible y el segundo lo recibe, confirmando el primero.

En una comunicación verbal la distancia es un factor primordial para que éste se escuche y se entienda, y si deseamos hablar y escuchar a otra persona a través de grandes distancias, recurrimos a un medio auxiliar para comunicarnos como es el teléfono. Por lo que podemos decir que, una comunicación telefónica es aquella comunicación verbal simultánea y a distancia que se lleva a cabo mediante aparatos telefónicos, de donde se deriva que telefonía es un sistema de comunicación de voz a distancia.

En la actualidad se tiene la facilidad de comunicarse en distancias cortas o muy largas, denominándose por ejemplo, comunicación interna la que se realiza mediante conmutadores en el interior de oficinas o edificios sin tener acceso a otros abonados fuera de esa ubicación. Cuando un abonado tiene acceso para comunicarse a todos los abonados de una misma localidad, población o ciudad, mediante centrales telefónicas se le denomina comunicación Local o Urbana. Pero si la comunicación se -

efectúa entre ciudades o puntos de un mismo país, comúnmente es llamada; comunicación telefónica de Larga Distancia Nacional. Más si se requiere comunicación entre usuarios de diferentes países se establecerá una comunicación telefónica Internacional.

En base a lo anterior, en el primer capítulo se describen los sistemas telefónicos de comunicación Urbana, Larga Distancia e Internacional, donde se mencionan las formas de conmutación, señalización y transmisión entre los diferentes tipos de centrales utilizadas: así como los elementos que intervienen en los medios de transmisión, tales como atenuación, distorsión, ruido, diafonía, etc., los cuales afectan al sistema en general.

En el segundo capítulo hablamos del Equipo Múltiplex, su estructura básica, así como sus frecuencias fundamentales, planes de modulación y su señalización.

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción del Sistema de Radioenlace, en donde se expone el Equipo Modem y el Equipo de Radio, señalando sus principios de funcionamiento, frecuencias de operación, características fundamentales, conmutación automática y el equipo de supervisión utilizado.

En el último capítulo presentamos la parte medular de este trabajo, el cual contiene los principios -- fundamentales para la planeación de los sistemas telefóni cos, dando los elementos necesarios para calcular la capa cidad del sistema dependiendo de la cantidad de abonados y organos de conexión; así mismo se proporciona el tipo - de material y especificaciones de construcción que se re quieren para su instalación de acuerdo a las normas esta blecidas, dependiendo del tipo de red ya sea interna y/o- externa.

Por último, se presentan las conclusiones así como un apéndice con terminología y unidades utilizadas - en el contenido de este trabajo, y la bibliografía que -- fue consultada durante la elaboración del mismo

1. SISTEMAS TELEFONICOS PARA COMUNICACIONES URBANAS, --  
INTERURBANAS (LARGA DISTANCIA) E INTERNACIONALES.

En el establecimiento de una comunicación en tre dos abonados distantes, dentro de una misma locali-- dad con un radio de acción de alrededor de 2.5 Kms. res-- pecto a la central, se requiere de una central telefóni-- ca que realice el enlace entre los mismos, a la que com-- munmente se le llama Central Urbana o Local, consistien-- do en un equipo de conmutación al que el abonado tiene - acceso directo, y está conectada a otra central local -- y/o a otra Central de Tránsito.

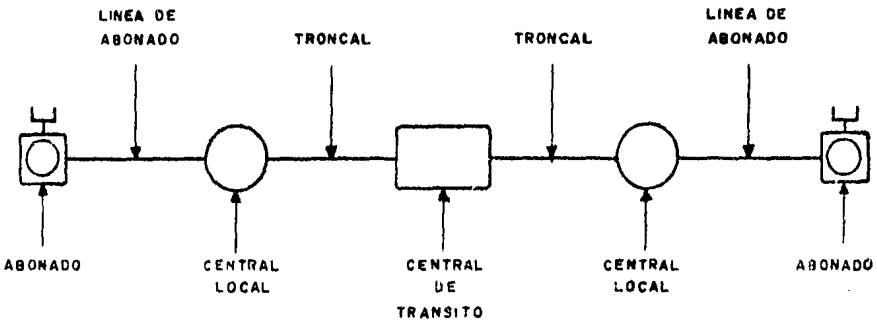


FIG. 1.0. ENLACE ENTRE DOS ABONADOS.

La Central de Tránsito se utiliza para unir-- abonados separados entre si hasta 12 Kms. y consta de un equipo de conmutación que cursa tráfico originado o ter-- minado en centrales locales conectadas a el. También -- pueden cursar tráfico hacia o desde otras centrales de -

tránsito. No tienen acceso directo los abonados a esta-central y también se le conoce como Central Tandem o Central Automática de Larga Distancia ( CALD ).

Cuando la comunicación deseable es entre --- abonados de diferentes ciudades, es necesario el empleo de centrales de tránsito o interurbanas que se les ha llamado CALDS, las cuales realizan la ampliación de las señales telefónicas a través de 4 hilos, siendo 2 hilos para recepción y 2 hilos para transmisión. El número de estas centrales dependerá de la distancia entre las ciudades.

En el caso de requerirse un enlace internacional se hace necesario acoplar los sistemas telefónicos - entre dos naciones, además del convenio comercial para llevar a cabo la comunicación. Es requisito que la señal entrante a una nación tenga que cumplir normas internacionales.

#### 1.1. SISTEMA TELEFONICO URBANO.

Se considera en las redes urbanas el empleo de un nivel jerárquico de tránsito llamado Central Tandem (CT). Esta central se utiliza como un elemento de optimización en el manejo de tráfico en la red troncal, por lo que su ampliación dependerá de una economía en la inver-

sión.

La Central Tandem realiza principalmente las siguientes funciones:

- Maneja el tráfico entre centrales que no justifique vía directa.
- Maneja el tráfico de desborde entre dos centrales - que tienen vía directa de alto uso, pero que en ésta, todas las troncales están ocupadas.
- Enruta el tráfico de centrales electromecánicas en las que el número de vías es limitado.

#### 1.1.1. ENRUTAMIENTO

El enrutamiento es la definición del camino - que debe seguir el tráfico telefónico para conseguir el - establecimiento de llamadas entre dos centrales.

Los tipos de enrutamiento existentes son:

- A) Enrutamiento Directo.- Es cuando todo el - tráfico es llevado de una central local a - otra por una Vía de Alto Uso (Fig. 1.1.1.a)

Las Vías de Alto Uso se establecen entre las - centrales locales cuando existe un alto interés de tráfi- - co entre ellas.

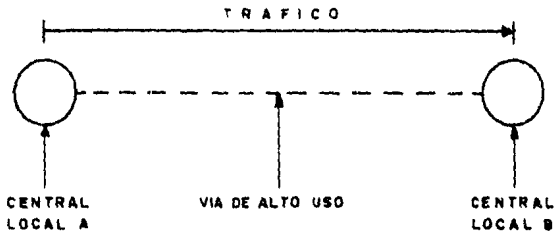


FIG.1.1.1.a. ENRUTAMIENTO DIRECTO.

B) Enrutamiento por Tandem.- Es cuando todo el tráfico entre dos centrales locales pasa por una o más Centrales Tandem (de tránsito), a través de una Vía Final. (Fig. - 1.1.1.b)

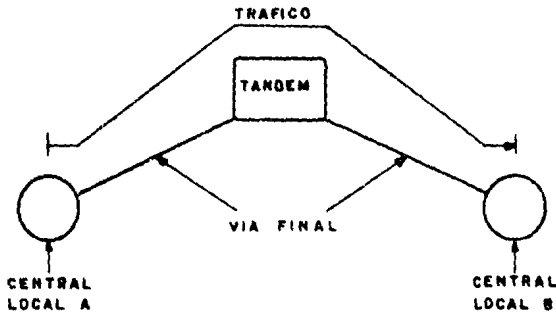


FIG.1.1.1.b. ENRUTAMIENTO POR TANDEM.

La Vía Final es el último camino que existe entre dos centrales locales, cuando no existe una Vía de Alto Uso entre ellas. Esta vía siempre pasa por una o más Centrales Tandem.

C) Rutas Alternativas.- El enrutamiento por



Vías Alternativas implica que el tráfico - es ofrecido primero a la ruta directa (por la Vía de Alto Uso) y después, si todos -- los circuitos de la ruta directa están ocu-- pados, se desborda el tráfico a la Central Tandem utilizando la Vía Final. (Fig. - - 1.1.1.c.)

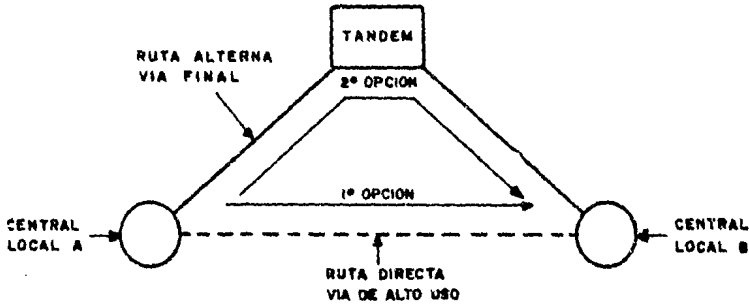


FIG.1.1.1.c. RUTAS ALTERNATIVAS

El tráfico de desborde es cuando el tráfico - rechazado puede ser encaminado a su destino a través de - otra vía.

En el caso con más de una Central Tandem, - - (Fig. 1.1.1.d.) el enrutamiento entre dos centrales será - el siguiente:

- 10.- Ofrecer el tráfico sobre la vía directa.
- 20.- Ofrecer el tráfico a través del Tandem que controla a la central de destino.
- 30.- Ofrecer tráfico a través de el Tandem propio de la - central.

Si se usa la tercera alternativa, el enruta---  
miento desde el Tandem hacia la central destino será:

a.- Por vía directa.

b.- A través del Tandem que controla a la central destino.

De no justificarse alguna de las vías que re---  
quiere el plan de enrutamiento general, se manejará el trá-  
fico a través del siguiente paso del plan mencionado ante-  
riormente.

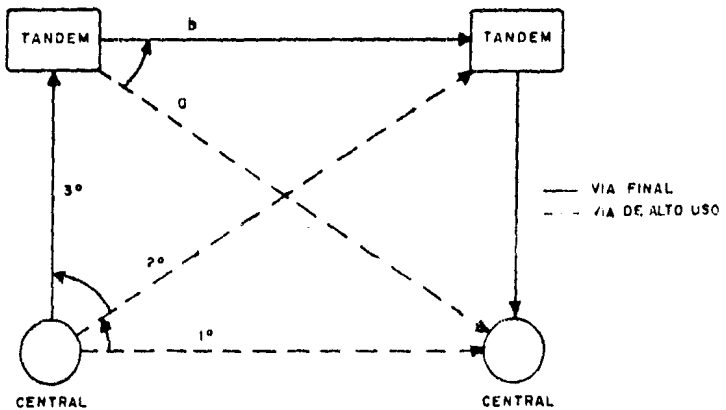


FIG.1.1.1.d. ENRUTAMIENTO A TRAVES DE DOS CENTRALES TANDEM.

Para el caso anterior, el enlace entre dos - -

Tandems es siempre a base de vías finales.

Para enlazar dos centrales analógicas, en ningún caso se utiliza más de dos centros Tandems o tres tramos troncales.

Para el caso de centrales digitales se maneja el tráfico a base del principio de red superpuesta - - - (Fig. 1.1.1.e.) en el cual se crean dos redes, separadas con el objeto de reducir al mínimo las conversiones analógica/digital.

Para enlazar éstas dos redes se utiliza una central Tandem digital.

Cuando existen en una misma localidad centrales analógicas y digitales, estas podrán enlazarse directamente cuando el volumen de tráfico y la economía lo permitan. A través de este punto de enlace se podrá manejar el tráfico desde la central analógica situada en el edificio y el resto de centrales digitales en la red.

#### 1.1.2. CONGESTION.

Es el estado de un grupo de organos telefónicos, durante el cual todos están ocupados, y no es posible manejar más llamadas por ellos.

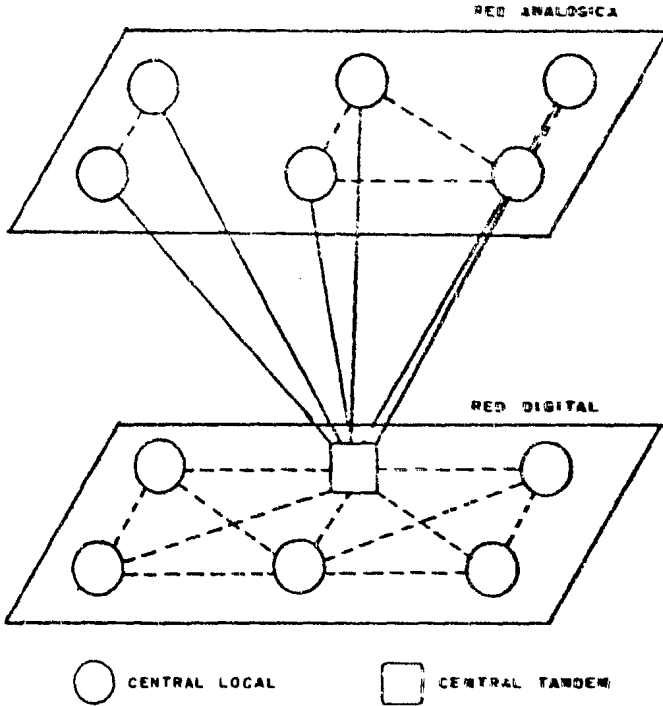


FIG.1.1.1.0. ENLACE ENTRE CENTRALES ANALÓGICAS Y DIGITALES

Para cursar este tráfico se necesitaría un -- equipo telefónico muy costoso, cuyo uso estaría limitado a cortos períodos. El resto del día el equipo estaría de saprovechado.

A fin de mantener el costo a nivel razonable, se ha aceptado el rechazar o congestionar una cierta cantidad de tráfico durante las hora pico. Así se ha podi-

do reducir la cantidad de circuitos y en consecuencia los costos.

La congestión es medida en términos de probabilidad y generalmente se emplean valores de congestión - que están entre el 1% y el 10%. Cuanto menos congestión se acepte, mayor será la cantidad de circuitos necesarios para un tráfico dado.

Las vías finales se dimensionan para una congestión fija máxima de 1% de probabilidad de que se pierda una llamada.

La probabilidad máxima de encontrar congestión entre dos centrales locales no deberá exceder de 3% y las troncales hacia las centrales de larga distancia se dimensionan con una congestión de 1%.

La probabilidad de congestión se calcula a través de la ecuación probabilística:

$$E_n(A) = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{n=0}^n \frac{A^n}{n!}}$$

donde:

$E_n(A)$  = Probabilidad de rechazo o congestión.

$A$  = Tráfico ofrecido en Erlangs.

$n$  = Cantidad de circuitos o enlaces.

Ejemplo: Supongamos que durante la hora pico tenemos un tráfico promedio de 14 erlangs. Como se observa en la Figura 1.1.2.a., si aceptamos rechazar, es decir, congestionar el 1% del tráfico se necesitan 22 órganos de conexión para portar este tráfico, a condición de que el tráfico pueda elegir cualquier órgano de conexión entre esos 22, rigiendo lo que llamamos accesibilidad completa. En cambio si solamente permitimos un 0.1% de congestión, se necesitan 27 órganos para llevar este tráfico.

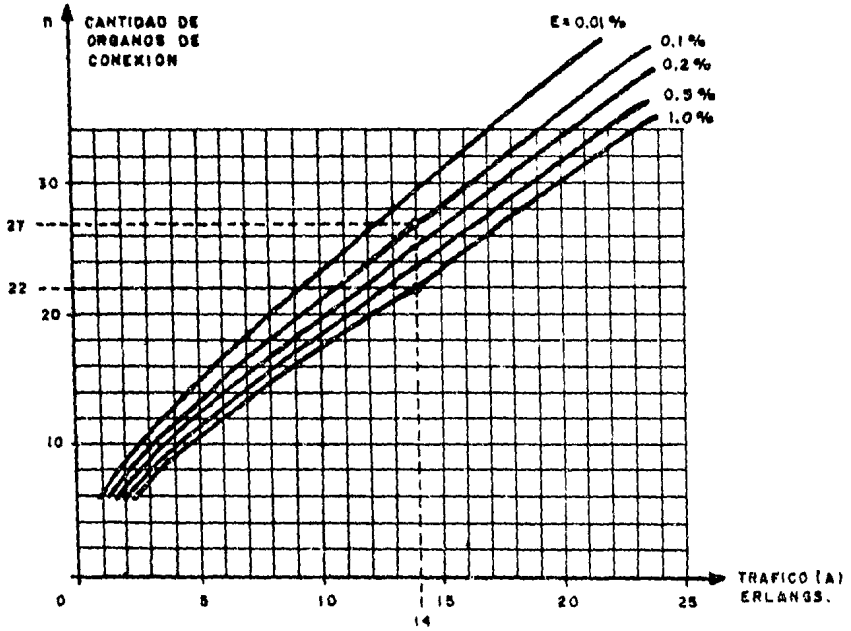





FIG.1.1.2.a. CANTIDAD DE CIRCUITOS DE CONEXION.

Relación entre el valor medio (A) del tráfico durante la hora pico y la cantidad de órganos de conexión necesarios (n) con accesibilidad-completa para diferentes valores de congestión.  
(E)

## 1.2. SISTEMA TELEFONICO INTERURBANO (LARGA DISTANCIA)

En la red de Larga Distancia (L.D.) se consideran tres niveles jerárquicos para sus centros de conmutación, los cuales son:

Centro Regional	
Centro de Area	
Centro de Zona	

Estos niveles solo son aplicables a centros de conmutación automáticos dedicados al manejo del tráfico de larga distancia generado en las centrales locales.- Estos centros deben tener forzosamente una jerarquía de las definidas con anterioridad, sin embargo podrán cambiar en forma ascendente a medida que la evolución de las poblaciones en el país así lo requieran. Lo anterior implica que toda Central Automática de Larga Distancia ( CALD ) tiene al menos la jerarquía de Centro de Zona.

Es condición para que un CALD sea Centro de Area que maneje tráfico de tránsito de al menos un Centro de Zona distinto a él mismo. El CALD con jerarquía de Centro de Area, también tendrá la de Centro de Zona.

Es condición para que un CALD sea Centro Re---



gional, que maneje tráfico de tránsito de al menos un --  
Centro de Area distinto a el mismo.

Basados en los puntos anteriores sobre caracte-  
rísticas de los centros de conmutación, se tiene actual-  
mente un total de 78 centros de conmutación de L.D. en el  
país, de los cuales 9 son Centros Regionales.

#### 1.2.1. ENRUTAMIENTO

El enrutamiento del tráfico de L.D. entre --  
las jerarquías planteadas, sigue las normas que se men---  
cionan a continuación:

- Se utiliza el concepto de rutas alternati-  
vas, el cual establece que el tráfico será  
ofrecido sobre una vía predeterminada y de  
encontrar congestión en ella, se desborda--  
el tráfico sobre una vía alterna.
- Se utilizan dos tipos de vías en el siste-  
ma: Alto Uso y Final.

Las vías de Alto Uso se dimensionan para te-  
ner una alta utilización, de tal manera --  
que pueda desbordar sobre una vía final --  
el tráfico que no se pueda canalizar en --  
forma directa. Una vía de Alto Uso siem--

pre tendrá asignada una única vía sobre la cual desborda tráfico.

La vía final recibe tráficos desbordados - de varias vías, este tipo de vía no tiene opción de desbordar tráfico.

- Cada Centro de Zona tiene asignado un único Centro de Area con el cual tiene una vía final.
- Cada Centro de rea tiene asignado un único Centro Regional, con el cual tiene una vía final.
- Los enlaces entre Centros Regionales, son a base de vías finales.
- Las vías pueden utilizar en forma combinada; circuitos unidireccionales y bidireccionales, y la decisión sobre la forma en que se utilicen los circuitos dependerá de aspectos económicos, siempre y cuando las características técnicas de los equipos lo permitan.

Quando se tenga una vía con los dos tipos de circuitos, el tráfico se deberá ofrecer primero sobre los unidireccionales y después so

bre los bidireccionales.

- En la Tabla 1.2.1.a. se muestran los diferentes tipos de enlace los cuales son a base de vías de Alto Uso, de justificarse -- económicamente.

TABLA 1.2.1.g. TIPOS DE ENLACE ENTRE CALD'S POR VIAS DE ALTO USO.

Centro de Zona	a	Cualquier Centro de Zona.
	a	Centro de Area. (Distinto a su Area)
	a	Cualquier Centro Regional.
Centro de Area	a	Centro de Zona. (Distinto a su Area)
	a	Centro de Area (Distinto a su Area)
	a	Centro Regional. (Distinto a su Región)
Centro Regional	a	Cualquier Centro de Zona.
	a	Centro de Area. (Distinto a su Región)

#### 1.2.1.1. CENTRO DE ZONA

Un Centro de Zona enruta su tráfico a otro Centro de Zona a base del siguiente plan. (Fig. 1.2.1.1.a.):

- A) Ofrecer el tráfico a la vía directa entre los dos Centros de Zona.

- B) Desborda el tráfico a través del Centro - de Area distante.
- C) Desborda el tráfico a través del Centro - Regional distante.
- D) Desborda el tráfico a través del Centro - Regional propio.
- E) Desbordar el tráfico a través del Centro- de Area propio.

En el caso de no existir alguno de los enla-- ces planteados, por no justificarse, se enrutará el tráfi-- co sobre el siguiente, de acuerdo al plan anterior.

El enrutamiento a un Centro de Area será a -- partir del punto (B) y hacia un Centro Regional lo será - a partir del punto (C).

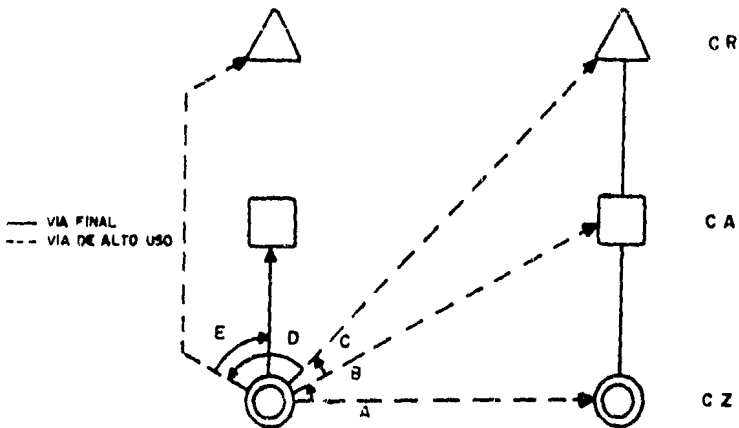


FIG.1.2.1.1.g. ENRUTAMIENTO DE UN CENTRO DE ZONA.

## 1.2.1.2. CENTRO DE AREA

Un Centro de Area enruta su tráfico a un Centro de Zona que el no controla (por pertenecer a otra -- área), a partir del siguiente plan (Fig. 1.2.1.2.a.):

- A) Ofrece su tráfico a la vía directa con el Centro de Zona.
- B) Desborda el tráfico a través del Centro de Area distante.
- C) Desborda el tráfico a través del Centro Regional distante.
- D) Desborda el tráfico a través del Centro Regional propio.

En los casos de no existir alguno de los enlaces planteados, por no justificarse, se enrutará el tráfico sobre el siguiente, de acuerdo al plan anterior.

El enrutamiento a un Centro de Area será a -- partir del punto (B) y hacia un Centro Regional lo será -- a partir del punto (C).

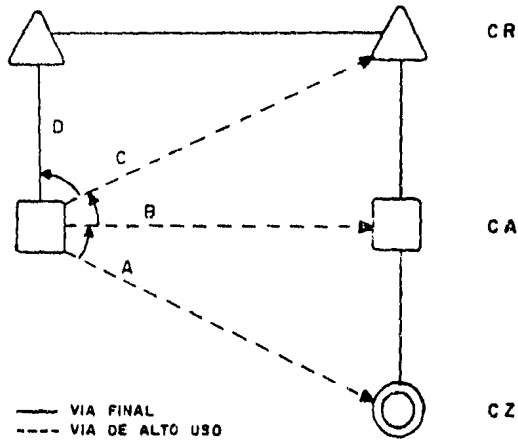


FIG.1.2.1.2.c. ENRUTAMIENTO DE UN CENTRO DE AREA.

### 1.2.1.3. CENTRO REGIONAL

Un Centro Regional enruta su tráfico a un --- Centro de Zona que el no controla a partir del siguiente plan (Fig. 1.2.1.3.a.):

- A) Ofrecer el tráfico a la vía directa a un Centro de Zona.
- B) Desborda el tráfico a través del Centro -

de Area distante.

- C) Desborda el tráfico a través del Centro - Regional distante.

En los casos de no existir alguno de los enlaces planteados, por no justificarse, se enrutará el tráfico sobre el siguiente, de acuerdo al plan anterior.

El enrutamiento a un Centro de Area distante, será a partir del punto (B).

Para un Centro de Zona que pertenezca a la Región, se puede ofrecer el tráfico por un enlace directo (D) con desborde al Centro de Area correspondiente (E).

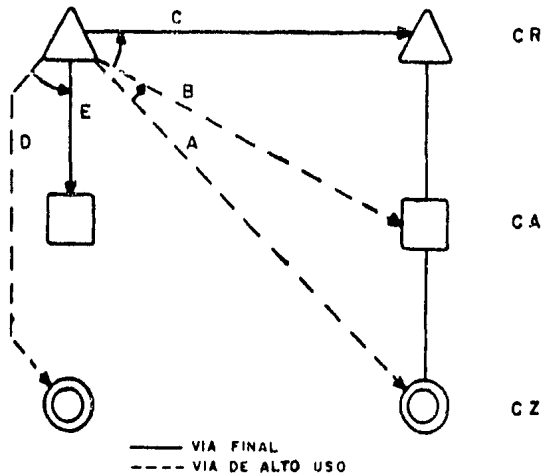


FIG.1.2.1.3.0. ENRUTAMIENTO DE UN CENTRO REGIONAL.





### 1.2.2. CONGESTION

El sistema de larga distancia a lo largo de su red de conexión opera a base del principio de pérdida de llamadas ante una ocupación total de facilidades, por lo que los enlaces de alto uso se dimensionan con un valor de congestión que optimice el costo de los enlaces -- (directo y alternativo), en función del volumen de tráfico que se requiera canalizar. Esta congestión puede variar entre 1% y 3 % de probabilidad de que no se pueda manejar una llamada y por lo tanto sea desbordada.




Actualmente se considera un mínimo de 12 circuitos en ambas direcciones para abrir una vía de alto -- uso entre dos CALDS.

Los enlaces finales son dimensionados para -- una congestión fija máxima de 1% de probabilidad de que se pierda una llamada.

### 1.3. SISTEMA TELEFONICO INTERNACIONAL

La Red Internacional contempla la utilización de dos tipos de jerarquías, dependiendo si la llamada es a Estados Unidos y Canadá, o si es al resto del mundo.

Para el caso de Estados Unidos y Canadá se -- cuenta con tres jerarquías, en las que se localizan once-centros internacionales, a saber:

		<u>CENTRO INTERNACIONAL</u>	<u>VIA FINAL</u>
CI-1		México	Dallas
		Monterrey	México
		Chihuahua	México
CI-2		Hermosillo	México
		Guadalajara	México
		Celaya	México
		Puebla	México
		Tijuana	México
CI-3		Reynosa	Monterrey
		Mexicali	Tijuana
		Cd. Juárez	Chihuahua

Cada uno de los Centros Internacionales, puede tener una vía directa (Alto Uso) con algunos puntos en Estados Unidos, y utilizará desbordes de acuerdo al plan de enrutamiento.

Para el caso del Resto del Mundo, se cuenta con un Centro Internacional para manejar este tipo de tráfico.

CENTRO INTERNACIONAL

CI-1



México

## 1.3.1. ENRUTAMIENTO

El tráfico internacional se enruta dentro de la red nacional igual que el tráfico interno del país hasta llegar al centro internacional.

El número mínimo de circuitos para que exista una vía con Estados Unidos, es de doce. Para el resto del mundo el número mínimo dependerá de su justificación económica.

La explotación de los circuitos internacionales es a base de operación bidireccional. Se debe acordar con las administraciones con las que se tienen enlaces, la posibilidad de ocupación de circuitos en orden distinto, para reducir la posibilidad de doble toma.

Debe ponerse especial atención en la optimización de tráfico por aprovechamiento de horas pico no coincidentes.

## 1.3.1.1. ENRUTAMIENTO DE CI-3

El enrutamiento del tráfico a Estados Unidos y Canada desde un CI-3 (Fig. 1.3.1.1.a) es:

- 1.- Se ofrece el tráfico sobre la vía con el Centro Primario.
- 2.- Se desborda sobre la vía del Centro Seccional respectivo.
- 3.- Se desborda sobre la vía del Centro Regional.
- 4.- Se desborda sobre la vía con Dallas.
- 5.- Se desborda sobre la vía del CI-2.

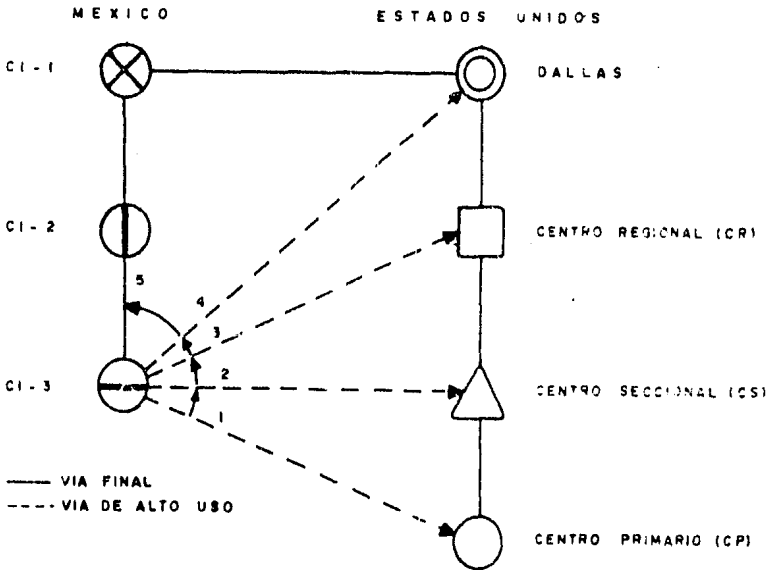


FIG. 1.3.1.1.a. ENRUTAMIENTO PARA UN CI-3

En caso de no justificarse una vía se pasará - al siguiente punto del plan descrito.

## 1.3.1.2. ENRUTAMIENTO DE CI-2

Para el enrutamiento del tráfico a Estados Unidos y Canadá, se acepta el siguiente plan desde un CI-2 -- (Fig. 1.3.1.2.a).

- 1.- Ofrecer el tráfico sobre la vía con el Centro Primario.
- 2.- Se desborda sobre la vía con el Centro Seccional respectivo.
- 3.- Se desborda sobre la vía con el Centro Regional respectivo.
- 4.- Se desborda sobre la vía con Dallas, Tex.
- 5.- Se desborda sobre la vía final del CI-1 de México.

En el caso de que no se justificara una vía, - se pasará al siguiente punto del plan descrito.

## 1.3.1.3. ENRUTAMIENTO DE CI-1

Para el enrutamiento del tráfico a Estados Unidos y Canadá desde el CI-1 México, se tiene el siguiente - plan (Fig. 1.3.1.3.a):

- 1.- Ofrecer el tráfico sobre la vía con el Centro Primario.
- 2.- Desbordar el tráfico sobre la vía con el Centro Seccio

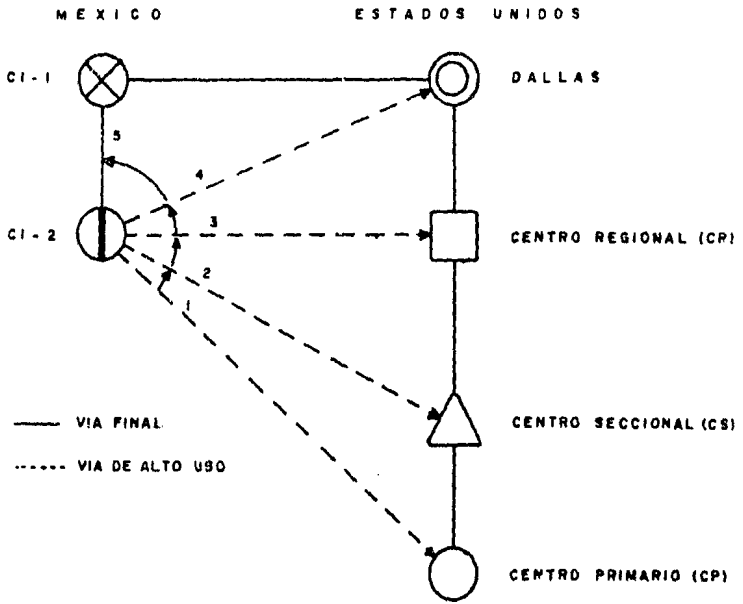


FIG. 1.3.1.2.g. ENRUTAMIENTO PARA UN CI - 2.

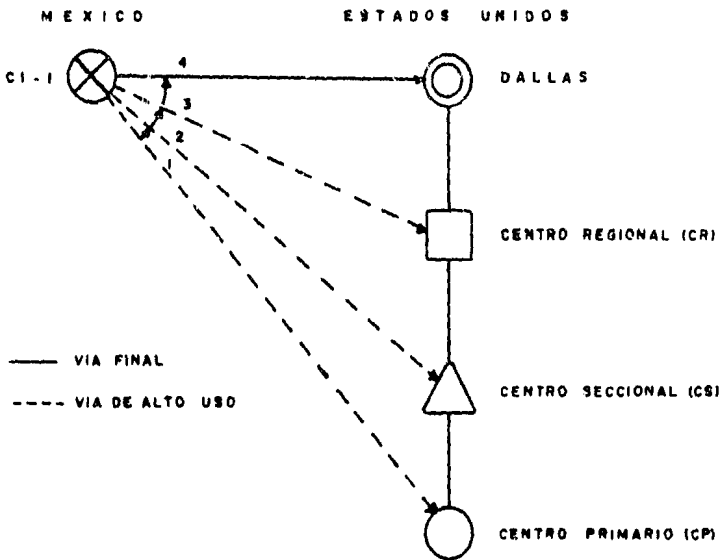


FIG. 1.3.1.3.g. ENRUTAMIENTO DEL N° 1 MEXICO CON ESTADOS UNIDOS.

nal respectivo.

- 3.- Desbordar el tráfico sobre la vía con el Centro Regional respectivo.
- 4.- Desbordar sobre la vía final con Dallas, Tex.

En el caso de que no se justificara una vía del plan descrito, se pasará al siguiente punto de el.

En el caso de que dos centros cualesquiera en Estados Unidos justifiquen vías directas pero tengan ellos el mismo código de área de numeraciones ( NPA ), se enrutará todo el tráfico solamente hacia uno de ellos de acuerdo con ATT (Long Lines). El equipo en Estados Unidos deberá en este caso distribuir el tráfico hacia el otro.

Para el enrutamiento del tráfico al resto del mundo se plantean dos posibilidades: Que el tráfico se termine en el CI distante (Fig. 1.3.1.3.b.), o que se utilice un Centro de Tránsito ( CIK ) para establecer las llamadas (Fig. 1.3.1.3.c.). En ambos casos la salida de México será a base de una vía final.

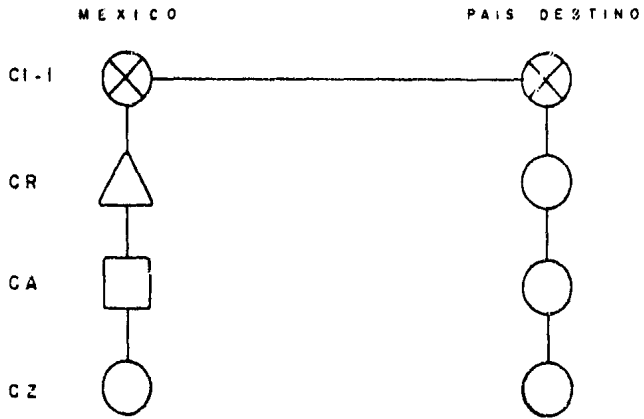


FIG. 1.3.1.3.b. ENRUTAMIENTO DE CI-1 MEXICO CON EL RESTO DEL MUNDO.

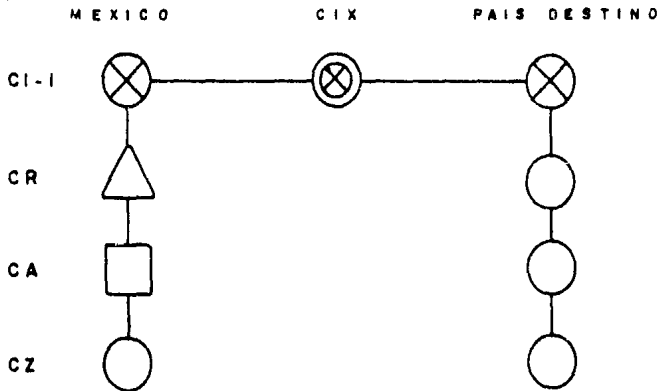


FIG. 1.3.1.3.c. ENRUTAMIENTO DE CI-1 MEXICO CON EL RESTO DEL MUNDO, UTILIZANDO UNA CENTRAL DE TRANSITO INTERNACIONAL (CIX).



### 1.3.2. CONGESTION

Los circuitos serán dimensionados, de acuerdo al tráfico en la hora cargada de cada enlace, utilizando para ello la fórmula de Erlang.

Los circuitos con Estados Unidos y Canadá, se calculan con probabilidad de pérdida variable bajo módulos de 12 circuitos, sin embargo el enlace final no debetener una probabilidad de pérdida de llamadas mayor al 1%.

Los circuitos Continentales que utilizan medios de transmisión de microondas, se dimensionan con una probabilidad de pérdida de llamadas de 1%.

Los circuitos Intercontinentales (Vía Satélite o cable submarino), se dimensionan con una probabilidad de que se pierdan llamadas, variable entre 3% y 1%, dependiendo del número de circuitos necesarios.

La congestión total entre un abonado y la salida de un Centro de Conmutación hacia Estados Unidos y Canadá, nunca debe ser mayor a 4%. Para el Resto del Mundo nunca excederá a 5%.

#### 1.4. TRANSMISION EN LAS REDES TELEFONICAS

Para establecer un enlace telefónico ya sea dentro de un mismo país o internacional, se requiere de diversos sistemas de transmisión además de centrales de conmutación locales y de tránsito como se ha visto.

La forma primitiva de un enlace telefónico es la transmisión por línea aérea de hilo desnudo, este tipo de línea se emplea todavía en muchas de las redes locales del mundo. Las exigencias sobre la seguridad de funcionamiento han hecho que actualmente las redes de telecomunicaciones locales se construyan con cables aéreos o subterráneos, siendo el método de transmisión más moderno mediante enlaces de satélites, de tal manera que el hilo y el cable constituyen más de la mitad de los costos de un sistema de telecomunicaciones.

Entre los abonados y las centrales locales se emplean enlaces a dos o a cuatro hilos y para distancias largas en redes locales es más económico emplear el sistema de modulación por pulsos codificados ( PCM ) en cables coaxiales, debido a que en la central amplificadora se modulan y almacenan las señales de habla, cada conversación se corre a una gama de frecuencias considerablemente más alta efectuándose en varias etapas. Eligiendo las fre---

cuencias de modulación adecuadas (frecuencia portadora) - se pueden situar las conversaciones una al lado de la - - otra a lo largo del eje de frecuencias, también en el lado receptor hay una central amplificadora en la cual se demodulan las señales y las diferentes conversaciones se filtran y después se transmiten a la central de tránsito - del lado receptor.

Los cables coaxiales se emplean para sistemas que tengan que transmitir entre 60 y 10,800 canales telefónicos, así mismo a lo largo del cable se conectan amplificadores intermediarios y la distancia entre éstos está determinada por la cantidad de canales, de tal forma, se dice que a más canales más amplificadores intermedios. - Además, este tipo de cables evita la interferencia con -- otros sistemas, ya que dada su construcción el conductor exterior sirve de blindaje para evitarlas, por lo tanto - es posible tender varios de ellos con diferentes sistemas sin tener problemas graves de diafonía.

Los radioenlaces utilizan el principio de la visibilidad óptica entre la central emisora y la receptora, siendo de ésta forma posible usar reflectores parabólicos con gran efecto direccional en las ondas de radio. - Debido a que las exigencias prácticas determinan los diámetros del reflector mayores posibles, los radioenlaces -

de banda ancha para transmisión de más de 600 canales telefónicos tienen que trabajar a frecuencias superiores a 3 GHz.

Los satélites han ido cobrando cada vez más importancia a partir de 1965 para las comunicaciones a largas distancias especialmente por los océanos. En principio el satélite funciona como amplificador intermedio ya que las señales se reciben, amplifican y emiten a la central terrestre en el lado receptor empleando la misma banda de frecuencias que los radioenlaces. En la Fig. 1.4.a. se ilustran los medios de transmisión mencionados anteriormente.

Para comprender la transmisión en las redes telefónicas se hace necesario la revisión de algunos conceptos que a continuación se describen.

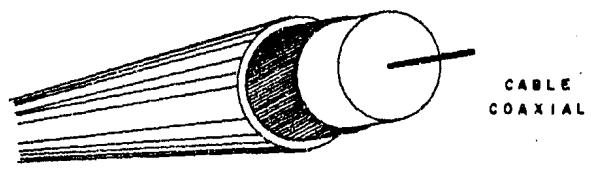
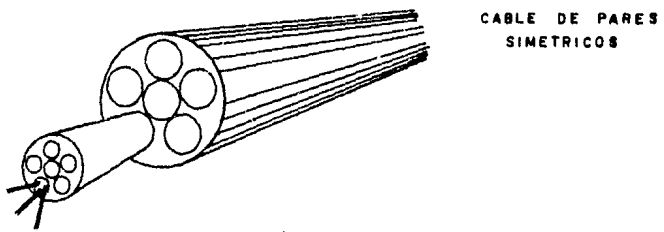
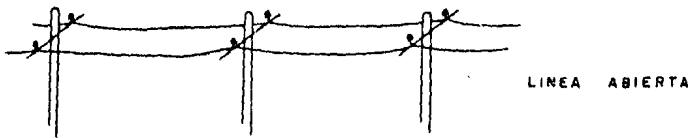


FIG. 1.4.d. DIFERENTES MEDIOS DE TRANSMISION.

## 1.4.1. PUNTO VIRTUAL DE CONMUTACION

Con los puntos ficticios situados en los equipos de conmutación que sirven para separar dos circuitos de larga distancia, los cuales se encuentran a un nivel de  $-3.5$  dBr\* en transmisión y  $-4$  dBr en recepción (Fig. 1.4.1.a.). Cuando se hace referencia al primer circuito internacional, son utilizados para fijar la frontera entre los sistemas nacional e internacional.

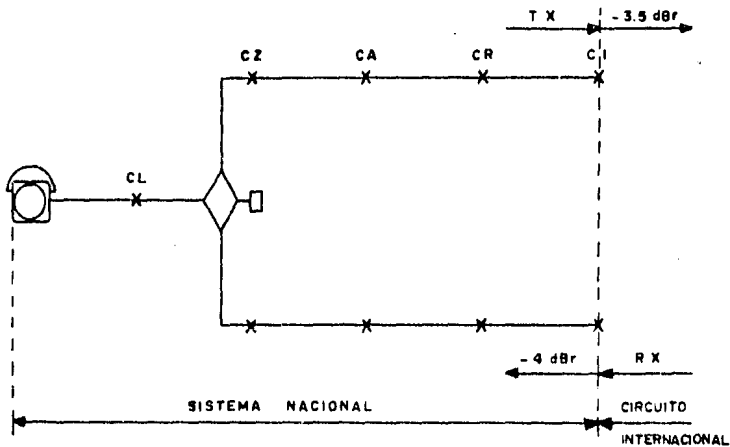


FIG. 1.4.1.a. PUNTOS VIRTUALES DE CONMUTACION.

\* dBr.- Es la relación en dB del nivel de energía en un punto dado de un sistema, con respecto al de la energía de un punto determinado, considerando como punto de referencia (según el sentido de transmisión). El punto relativo de nivel cero, se fija normalmente en el conmutador de larga distancia.

## 1.4.2. ATENUACION Y EQUIVALENTE DE REFERENCIA

Atenuación es la disminución de la intensidad de una señal debido al efecto de los parámetros propios del medio de transmisión y se mide en decibeles, siendo el DECIBEL la décima parte del Bell y está definido como el logaritmo de base 10 de una relación de dos magnitudes de potencia.

$$x \text{ dB} = 10 \log. = \frac{W_1}{W_2}$$

Donde:  $W_1$  y  $W_2$  son magnitudes de potencia

Es deseable que la atenuación total desde el abonado A hasta el abonado B sea constante independientemente de si la distancia es de 100 metros o de 10,000 kilómetros.

Para el caso de redes multicentrales sin TANDEM (Fig. 1.4.2.a.), la atenuación máxima desde el local del abonado hasta el primer CALD se planeará en razón de la jerarquía de éste, conforme a los siguientes valores:

PRIMER CALD	ATENUACION MAXIMA
CZ	14.7 dB
CA	15.2 dB
CR	15.7 dB
CI	16.2 dB

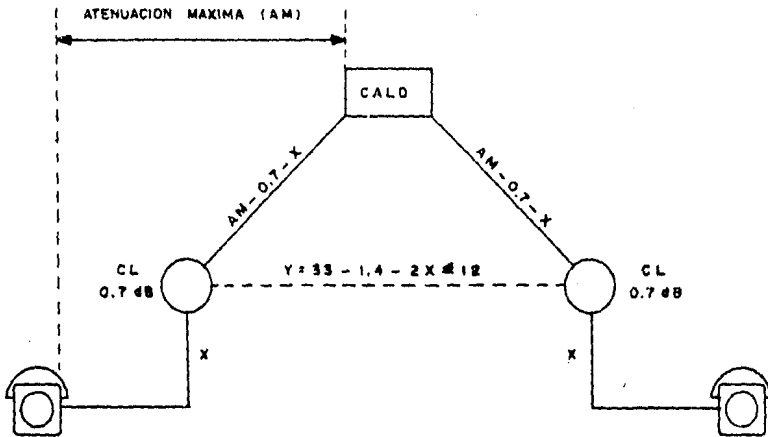


FIG. 1.4.2.g. ATENUACION MAXIMA EN REDES MULTICENTRALES SIN TANDEM.

La distribución de pérdidas en redes multicentrales con TANDEM, se calcula de acuerdo a los valores máximos que se muestran en las Figs. 1.4.2.b. y c.

Equivalente de referencia es la atenuación máxima que tiene el sistema nacional considerando el nuevo sistema fundamental para la determinación de los equivalentes de referencia, éste puede ser a la transmisión - - ( ERT ) y a la recepción (ERR) (Fig. 1.4.2.d.).

El equivalente de referencia entre cualquier abonado y el punto virtual de conmutación del circuito internacional no excederá de 20.2 dB en transmisión ni de - 12.2 dB en recepción (Fig. 1.4.2.e.).



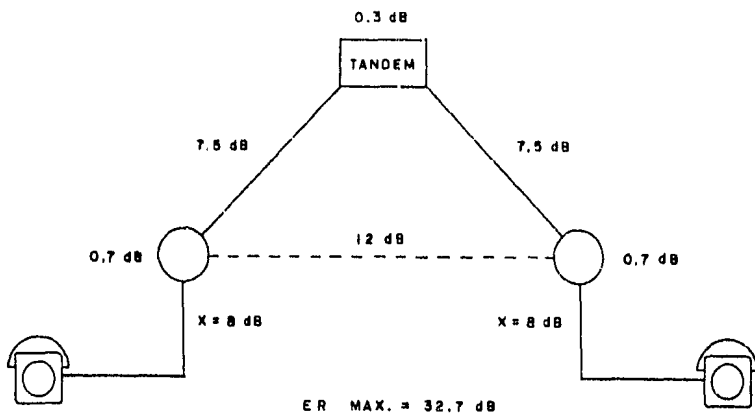


FIG. 1.4.2.b. DISTRIBUCION DE PERDIDAS EN REDES MULTICENTRALES CON UN TANDEM.

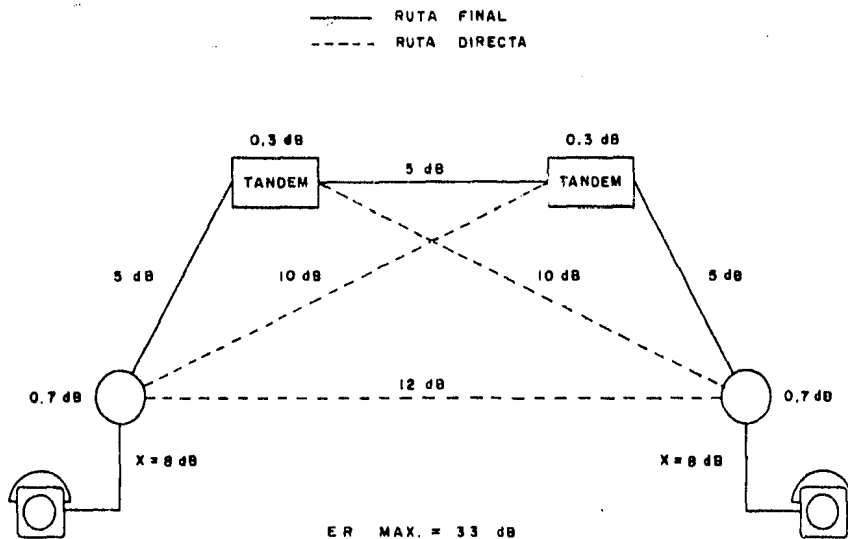
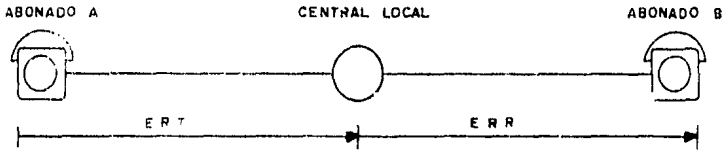
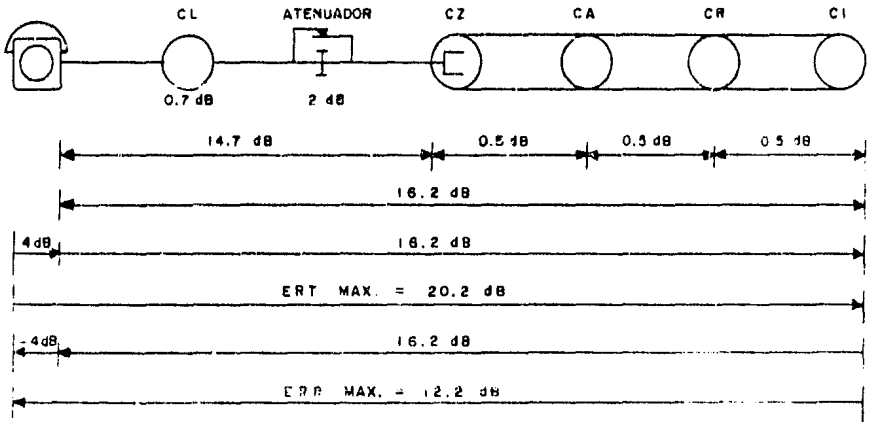


FIG. 1.4.2.c. DISTRIBUCION DE PERDIDAS EN REDES MULTICENTRALES CON DOS TANDEMS.



ERT = EQUIVALENTE DE REFERENCIA DE TRANSMISION  
 ERR = EQUIVALENTE DE REFERENCIA DE RECEPCION

FIG. 1.4.2.d. EQUIVALENTE DE REFERENCIA.



EQUIVALENTE DE REFERENCIA DEL TELEFONO :

A) TRANSMISION :

TELEFONO VALOR NOMINAL = 3 dB  
 + EQUIPO AUXILIAR = 1 dB  
 -----  
 EQUIV. DE REF. DEL TEL. = 4 dB

B) RECEPCION :

TELEFONO VALOR NOMINAL = - 5 dB  
 + EQUIPO AUXILIAR = 1 dB  
 -----  
 EQUIV. DE REF. DEL TEL. = - 4 dB

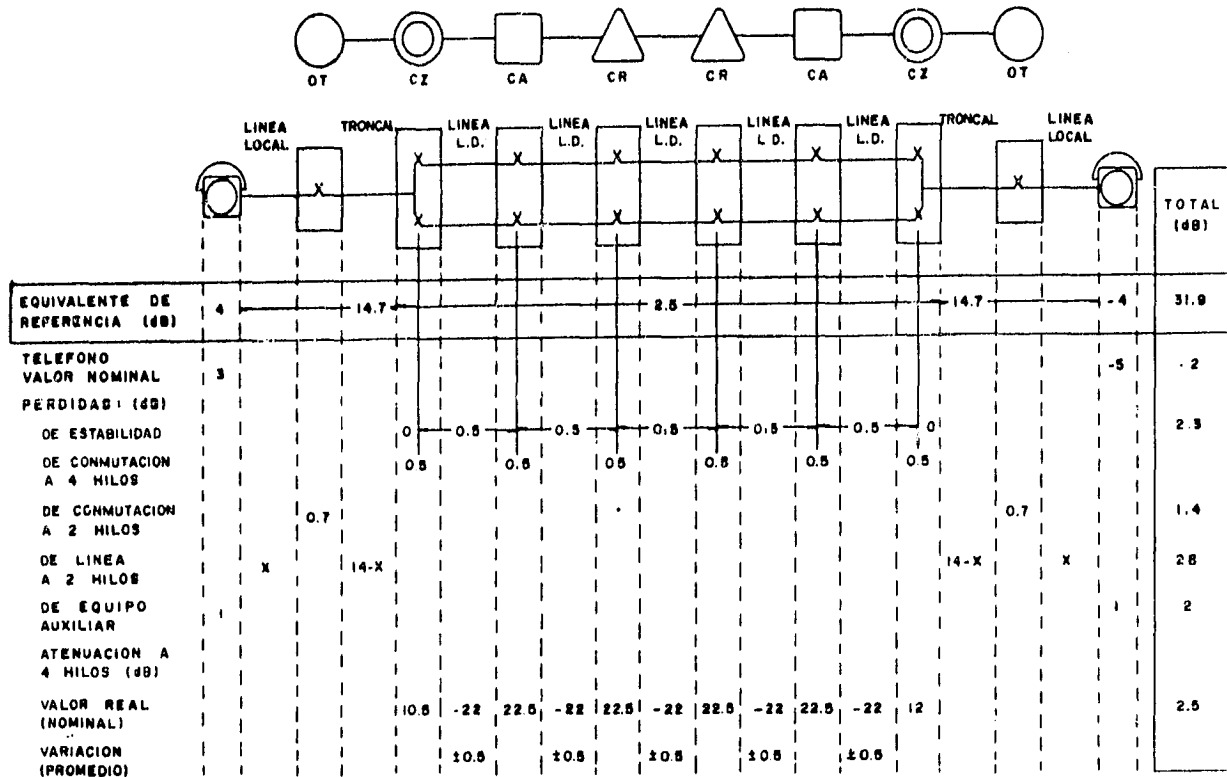
FIG. 1.4.2.e. EQUIVALENTE DE REFERENCIA ENTRE EL ABONADO Y LOS PUNTOS VIRTUALES DE CONMUTACION.

El atenuador de 2 dB se deberá insertar en todas las troncales sin pupinizar o pupinizadas cuya pérdida no exceda de 2 dB.

Los circuitos entre CALDS se conmutarán a 4 hilos y operarán a un valor nominal de 0.5 dB entre sus puntos virtuales de conmutación.

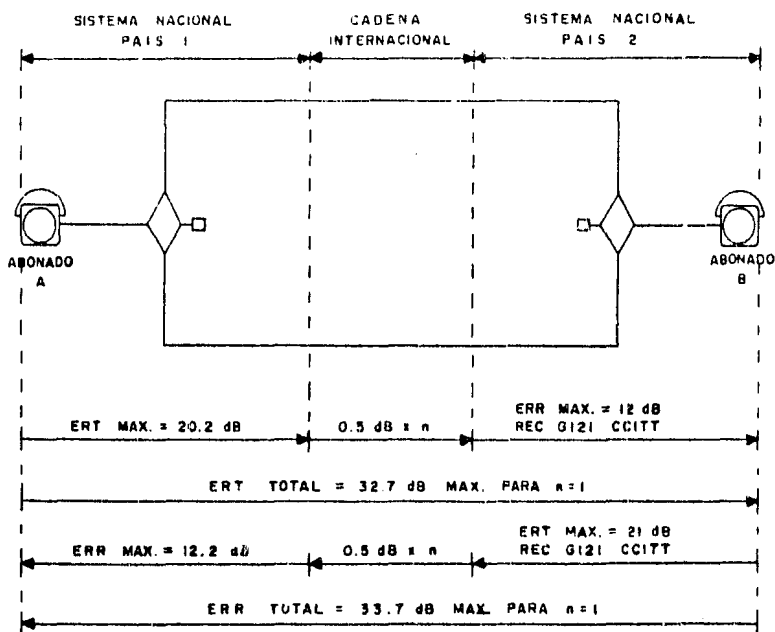
El equivalente de referencia de una conexión nacional acorde al plan de conmutación no excederá de 33 dB de abonado a abonado (Fig. 1.4.2.f.) y de 36 dB para un enlace internacional (Fig. 1.4.2.g.), incluyendo los equivalentes de referencia de los aparatos telefónicos, los cuales tienen un valor nominal de +3 dB en transmisión y -5 dB en recepción.

Para determinar el equivalente de referencia de la estación de abonado a los valores anteriores, se les sumará 1 dB por concepto de equipo auxiliar en la propia estación de abonado.



077

FIG. 1.4.2.4. ENLACE TÍPICO EN LA RED NACIONAL CON LA MÁXIMA CANTIDAD DE ENLACES.



DONDE  $n$  = NUMERO DE CIRCUITOS DE LA CADENA INTERNACIONAL

FIG. 1.4.2.g. ENLACE DE UNA COMUNICACION INTERNACIONAL COMPLETA.

### 1.4.3. DISTORSION DE ATENUACION

En las líneas físicas la atenuación aumenta - al aumentar la frecuencia de tal forma que en líneas largas se produce una diferencia de atenuación considerable entre las frecuencias bajas y altas, es decir, que las -- frecuencias altas se debilitan en comparación con las ba-

jas, para igualar esta diferencia de atenuación se inserta una red correctora de atenuación o mediante pupinización.

Heaviside demostró que la atenuación de una línea se puede disminuir en la mayoría de los casos aumentando su inductancia longitudinal, conectando bobinas de inductancia a lo largo de la línea, siendo el Hungaro-Americano PUPIN quien llevó esto a la práctica en cables conectando bobinas de Pupín o bobinas de carga a distancias regulares (1,000 - 2,000m.).

Generalmente se reúnen una serie de bobinas de Pupín para formar una unidad mecánica, varios cientos de bobinas de Pupín se montan en una caja de Pupín para montaje en poste cuando se trate de cables aéreos o para colocación bajo tierra cuando se trate de cable subterráneo. Cuando la cantidad de bobinas no sobrepase de 100, - éstas se pueden colocar directamente en el cable.

#### 1.4.4. TIEMPO DE PROPAGACION Y DISTORSION DE FASE

Con el concepto tiempo de propagación quiere decirse el tiempo que toma el transmitir una señal o impulso dentro de una banda de frecuencias desde el emisor al receptor, tolerando un tiempo de propagación máximo de

150 mseg. entre dos abonados. En enlaces por satélite se permite un tiempo de propagación de hasta 400 mseg., esto descarta que dos satélites participen en el mismo enlace.

La diferencia de tiempo de propagación entre diferentes frecuencias de una banda, hace que algunas frecuencias lleguen antes que las demás de la banda, a esto se le llama distorsión de fase.

#### 1.4.5. ESTABILIDAD

Un enlace entre dos centrales telefónicas puede ser a dos o a cuatro hilos. Los enlaces a dos hilos se emplean en distancias de transmisión cortas, en las que -- las dos direcciones de habla emplean el mismo par de hi--- los. En las distancias mayores se necesita amplificación. Puesto que los amplificadores trabajan solamente a una dirección, las dos direcciones de habla deben separarse - - transmitiéndose por pares de una línea a cuatro hilos. Generalmente en una red de centrales locales se emplean enlaces a dos hilos y entre las centrales de tránsito a cuatro hilos.

En el paso entre los enlaces de dos a cuatro - hilos se emplea lo que se llama circuito híbrido, que consta de dos transformadores diferenciales y un equilibrio de

línea o balanza de compromiso, como se ilustra en la Fig. 1.4.5.a.

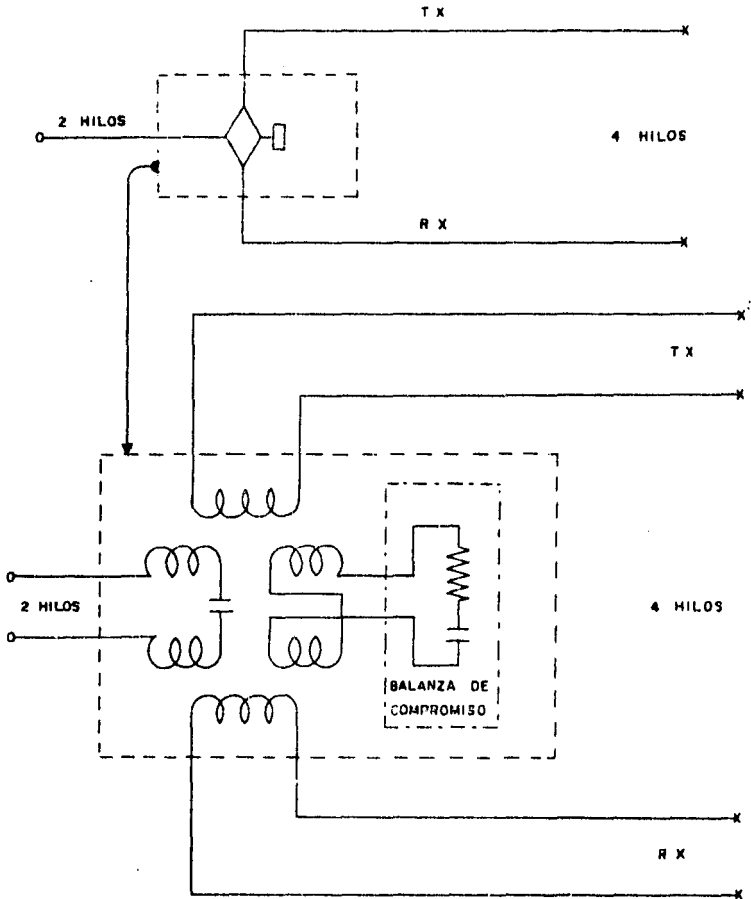


FIG. 1.4.5.a. CIRCUITO HIBRIDO (CONVERSION DE 2 HILOS A 4 HILOS).



## 1.4.6. ECO

El eco son señales inteligibles que regresan a su lugar de origen como consecuencia de reflexiones dentro del sistema, generalmente por desacoplamiento de impedancias en los convertidores de 4 a 2 hilos (circuitos híbridos), que originan una pérdida de retorno baja y cuyo retardo excede los 50 mseg. (Fig. 1.4.6.a.)

Quando se trata de enlaces largos puede hacer-necesario introducir supresores de eco. Generalmente éstos se colocan en los extremos de la línea de enlace.

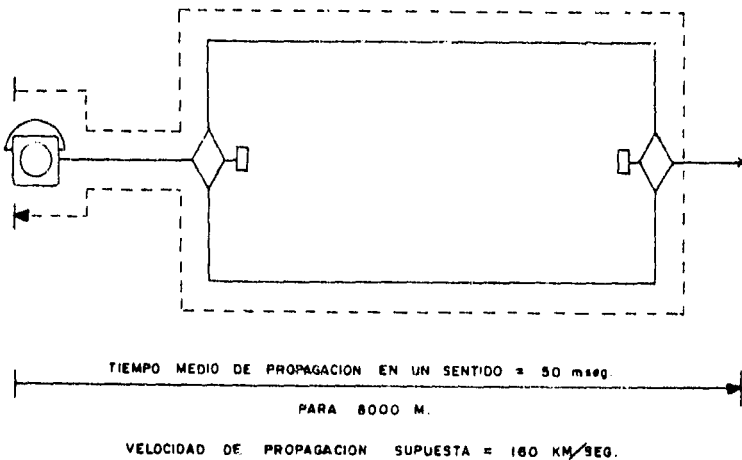


FIG. 1.4.6.a. TRAYECTORIA DEL ECO.

Para garantizar la estabilidad de los circuitos al operar con las pérdidas especificadas así como el eco no resulte molesto es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

1. La pérdida de retorno en la banda de 300 a 3,400 Hz entre la balanza de compromiso y la troncal de L.D. terminada en 900 ohms más  $1\mu f$  tendrá un valor promedio mínimo de 10 dB y un valor mínimo individual de 6 dB.
2. La pérdida de retorno en la banda de 500 a 2,500 Hz entre balanza de compromiso y la troncal de L.D. terminada en 900 ohms más  $1\mu f$  tendrá un valor promedio mínimo individual de 13 dB.
3. La desviación de la pérdida nominal en los circuitos de L.D. no será mayor de 1 dB.

Los circuitos internacionales vía satélite se equiparán en cada extremo con medio supresor de eco cuya pérdida en sus puntos virtuales de conmutación será de 0.5 dB.

Los circuitos internacionales a Estados Unidos con longitudes superiores a 2,500 Km. se equiparán en el extremo distante con supresores de eco completo y operarán a una pérdida nominal de 0.5 dB entre sus puntos virtuales de conmutación, siendo que en los circuitos internacionales a

Estados Unidos con longitudes inferiores a 2,500 Km. no se equiparán con supresores de eco y trabajarán a una pérdida nominal de 0.5 dB entre sus puntos virtuales de conmutación.

Los circuitos internacionales a Centro América con excepción de Panamá cuyos circuitos caen dentro de vía satélite, no se equiparán con supresores de eco y trabajarán a una pérdida de 0.5 dB por cada 500 Km. de su longitud.

## 1.4.7. RUIDO

El ruido son perturbaciones que reducen la inteligibilidad de la información transmitida que pueden -- ser causadas por agitación térmica, intermodulación en -- sistemas FDM (Múltiplex por División de Frecuencia), in--ducciones, etcétera. Las unidades más usuales para cuantificar el ruido son el pWOp y el dBrc y están definidas de la siguiente manera:

pWOp. Nivel absoluto de potencia psofométrica expresada en pico watts referido al punto relativo cero.

dBrc. Es una unidad de potencia absoluta -- que se obtiene refiriendo la potencia considerada a un tono de  $10^{-12}$  watts a 1,000 Hz.

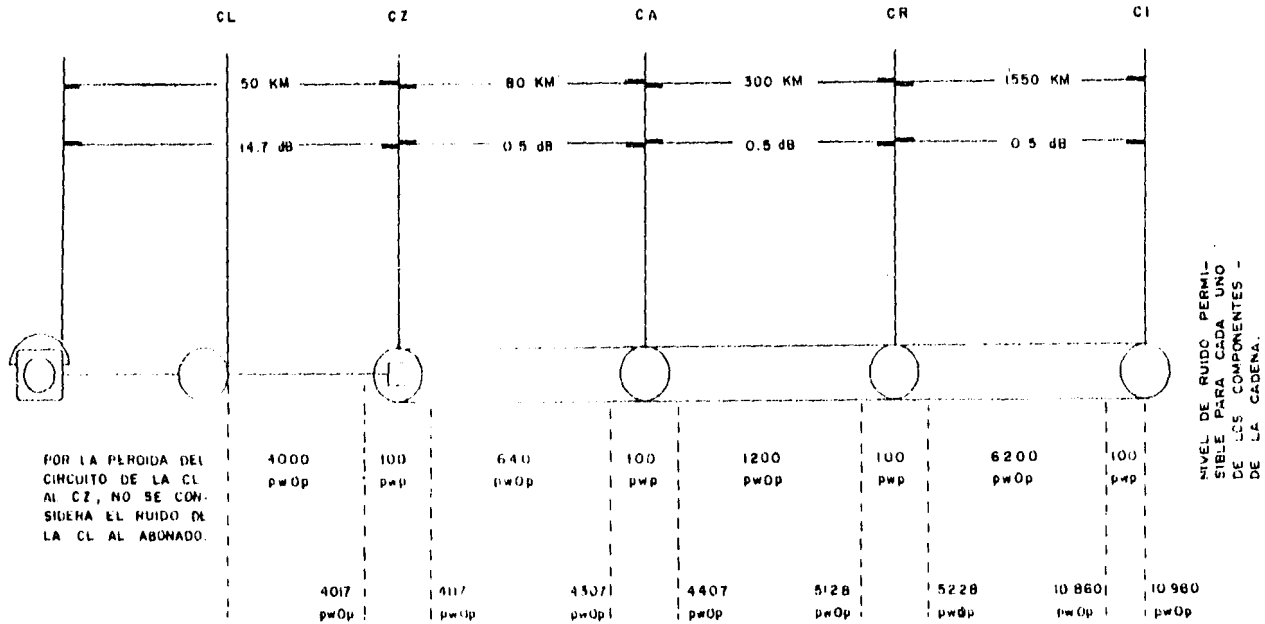
$$x \text{ dBrc} = 10 \text{ Log } \frac{P_1}{10^{-12} \text{ W}}$$

Los sistemas de alta frecuencia sobre cables -- coaxiales o enlaces de radio con longitud mayor de 250 Km. deberán operar con un nivel promedio de ruido que no exceda 4 pWp por Km. y los sistemas de largo alcance sobre línea abierta deberán operar con un nivel promedio de ruido--

que no exceda 8 pWp por Km.

La contribución máxima de ruido de la red nacional aplicada al punto de nivel cero del primer circuito internacional deberá tener un valor promedio que no exceda  $(4,000 + 4L)$  pWp o de  $(7,000 + 2L)$  pWp el que resulte menor, en donde L es igual a la longitud total en kilómetros de los sistemas de transmisión por división de frecuencia en la cadena nacional.

De acuerdo con lo anterior, la Fig. 1.4.7.a. muestra un enlace típico de longitud máxima en la red nacional indicando los niveles de ruido permisibles en cada uno de los elementos que lo constituye. Esta figura nos muestra que el nivel máximo de ruido permisible para sistemas de alcance corto sobre enlaces de radio o sobre líneas abiertas tienen un nivel promedio de 4,000 pWOp; además cuando el nivel de ruido en los canales sea superior a los valores especificados se emplearán compensadores aunque su aplicación se limitará a condiciones severas, pues tienen el inconveniente de duplicar la magnitud de las variaciones en las pérdidas de transmisión que ocurren en la línea.



NIVEL MAXIMO DE RUIDO APLICABLE AL PRIMER CIRCUITO INTERNACIONAL =  $7000 + 2 \times 1980 = 10960 \text{ pwOp}$  (40.4 dBm)

FIG. 14.7.d CONTRIBUCION DE RUIDO DE LA RED NACIONAL EN UN ENLACE TIPICO DE LONGITUD MAXIMA

## 1.4.8. DIAFONIA

La diafonía es cualquier señal intellegible o no, que interfiere en una comunicación telefónica (Fig. - 1.4.8.a.). Puede ser producida por desbalance en la línea interferida o interferente, por sobrecarga en los circuitos L.D., por bajos aislamientos, etcétera.

Se mide en dBx y ésta es la relación entre la energía medida en un circuito y una referencia fijada en 90 dB abajo de 1 mW.

$$\text{dBx} = (\text{lectura en dB}) + (90 \text{ dB})$$

La diafonía lejana o cercana entre dos circuitos de un grupo, en posición de servicio terminal, con sus extremos de dos hilos terminados correctamente, tendrá un valor máximo de 32 dBx.

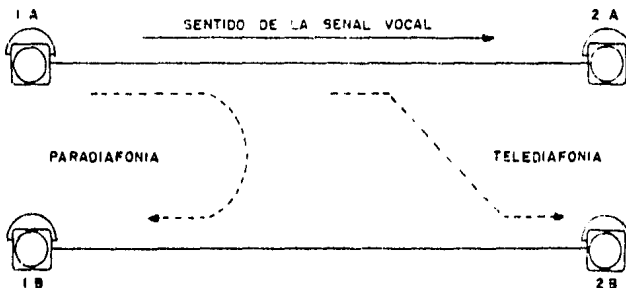


FIG.1.4.8.a. DIAFONIA .

## 1.5. SEÑALIZACION

Es el intercambio de información por medio -- del cual es posible establecer y controlar las comunica-- ciones telefónicas.

Se utiliza para detectar las condiciones y/o cambios de estado de una línea de abonado, circuito o -- troncal, así como su identificación y localización mediante el manejo de su dirección numérica en los equipos de -- conmutación. También facilita las funciones de manteni-- miento, control, facturación y en general información so-- bre el establecimiento o no de las llamadas.

La ejecución de las funciones anteriores se -- realizan mediante el empleo de tres tipos de señales: de Abonado, de Línea y de Registro, dependiendo de las características de la información que se requiere transmitir -- (Fig. 1.5.a.).



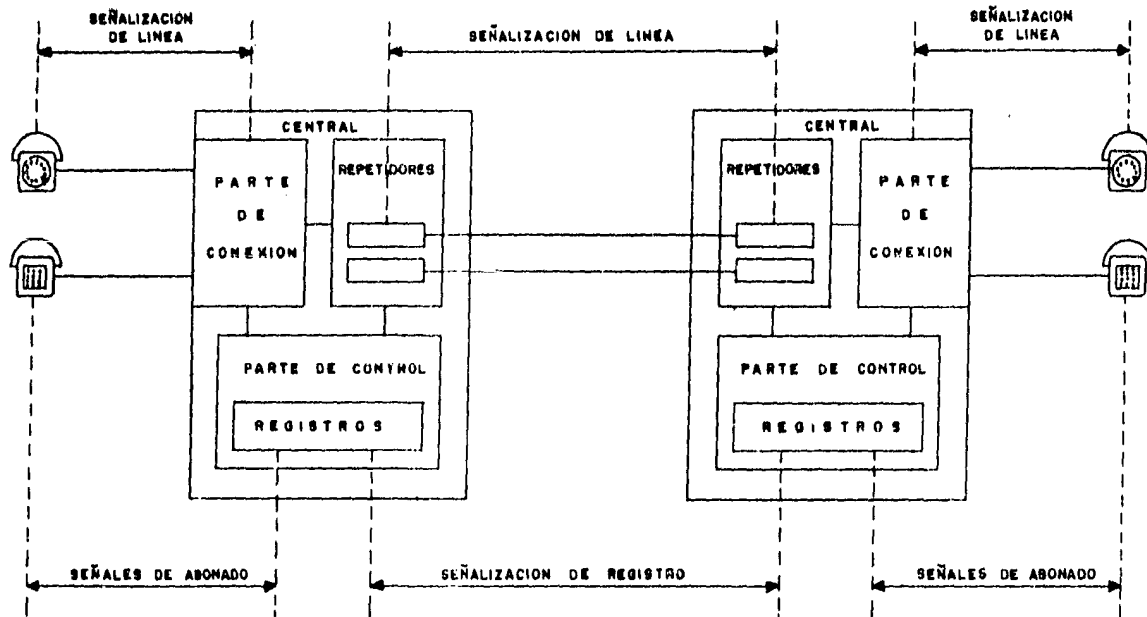
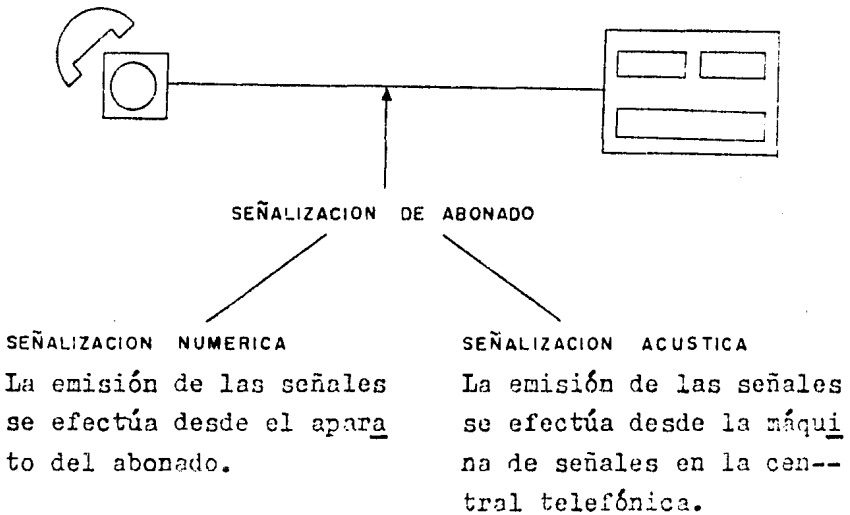


FIG. 1.6.0. TIPOS DE SEÑALES ENTRE CENTRALES Y ABONADOS.

### 1.5.1. SEÑALIZACION DE ABONADO

Permite el intercambio de información entre abonados y central, pudiendo ser numérica o acústica.



#### SEÑALES NUMERICAS

Las señales numéricas (número deseado), se transmiten desde el aparato del abonado hacia la central mediante la acción conocida como "marcar" pudiendo ser a base de pulsos o por medio de tonos o mensajes para informarle:

- El equipo está listo para recibir el número del abona-

do B.

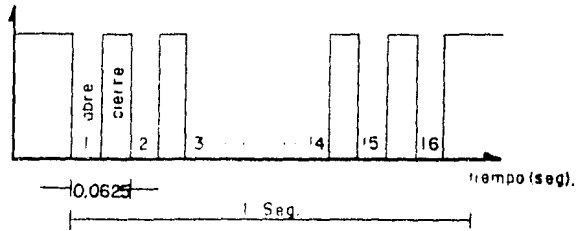
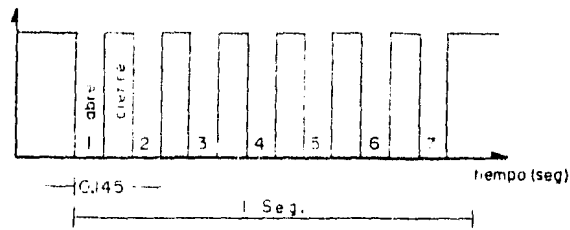
- El abonado B está libre u ocupado.
- El equipo no puede atender en este momento.
- Está siendo llamado.

La operación de "marcar" en los aparatos telefonicos se puede llevar a cabo a través de los siguientes medios:

- . Disco dactilar.
- . Teclado de impulsos.
- . Teclado de frecuencias.

Los impulsos emitidos por el aparato deberán tener las siguientes características:

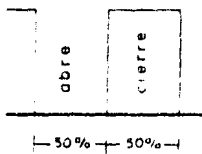
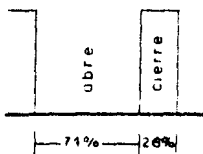
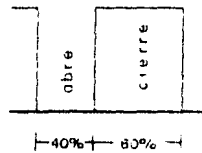
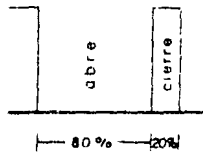
- Por cada cifra marcada, se producirá una cantidad de - impulsos equivalentes y se les conoce como "tren de impulsos". El intervalo de tiempo entre cada "tren de - impulsos", tendrá una duración mínima de 300 ms. para- que el control de la central pueda diferenciar entre - dos trenes.
- La velocidad de emisión de pulsos podrá ser de 7 a 16- impulsos/seg.



- La relación abre-cierre, deberá ser para los extremos-  
de:

7 IPS                    80/20   -   40/60

16 IPS                   74/26   -   50/50



En el aparato con teclado de frecuencias, la -  
información numérica está compuesta por la emisión simultá  
nea de dos frecuencias dentro de la banda de voz.

- Frecuencias Inferiores: 697, 770, 852, 941 Hz.
- Frecuencias Superiores: 1,209, 1,336, 1,477, 1,633 Hz.

(Hz)	1,209	1,336	1,477	1,633
697	1	2	3	Reserva
770	4	5	6	Reserva
852	7	8	9	Reserva
941	*	0	#	Reserva

Las frecuencias emitidas por el aparato deben tener las siguientes características:

- La desviación entre cada frecuencia emitida y con la frecuencia nominal debe ser menor al 1.5%.
- Los productos de distorsión (resultantes de intermodulación o de armónica) deben estar a un nivel cuando menos 20 dB abajo de las frecuencias fundamentales.

Los tiempos medios de marcación por parte del abonado con aparato de disco y de teclado son:

- a) Aparato de disco y teclado de impulsos

. Llamada y tiempo de respuesta del abonado	2 seg.
. Marcación de cifras (1.5 seg./cifra) (7 cifras)	10.5 seg.
. Tiempo total:	<u>12.5 seg.</u>

b) Aparato de teclado de frecuencias

. Llamada y tiempo de respuesta del abonado	2 seg.
. Marcación de cifras (0.7 seg./cifra) (7 cifras)	4.9 seg.
. Tiempo total:	<u>6.9 seg.</u>

Puede observarse que con el aparato de teclado, el -- tiempo de llamada y marcación de cifras es más corto, lo que permite optimizar el tiempo de ocupación de la parte de control.

### SEÑALES ACUSTICAS

Estas permiten informar al abonado desde la central de distintos estados o solicitudes del sistema para que proceda a efectuar las acciones pertinentes. En estas señales se tienen dos tipos: Tonos y Repique.

Los Tonos son señales que se manifiestan una vez que el abonado ha levantado su microteléfono. Sus ca

racterísticas son las siguientes:

Frecuencia: 425 Hz. tolerancia del 10%.

Nivel de potencia: -10 dbm  $0 \pm 5$ .

La denominación de las diversas señales y sus cadencias son las siguientes:

DENOMINACION	EMISION	SILENCIO	EMISION	CICLO
Invitación a marcar	CONTINUA			
Llamado al abon. B	1.00 seg.	4.00 se.	1.00 seg.	5.00 seg.
Abonado B ocupado	0.25 seg.	0.25 seg.	0.25 seg.	0.50 seg.
Congestión	0.25 seg.	0.25 seg.	0.25 seg.	0.50 seg.
Intervención	0.17 seg.	0.17 seg.	0.50 seg.	1.00 seg.

El Repique es la señal que se utiliza para formar al abonado llamado (B) que tiene una llamada entrante. Sus características son las siguientes:

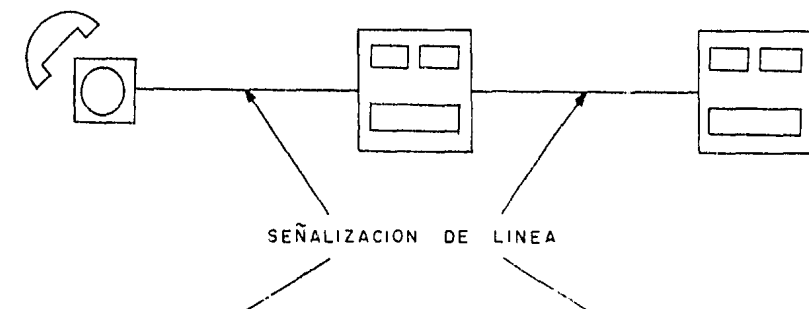
Frecuencia: 25 Hz.  $\pm 5$  Hz.

Cadencia: 1 seg. de emisión + 4 seg. de silencio

Voltaje nominal: 90 Volts.  $\pm 5\%$

### 1.5.2. SEÑALIZACION DE LINEA

Permite ocupar, supervisar y liberar los líneas de abonado y los enlaces entre equipos de conmutación, a base de señales de corriente continua o frecuencia vocal. Estas señales son interpretadas en base a su duración, dirección y sucesión.



SEÑALIZACION DE LINEA DE  
ABONADO.

La emisión de las señales se efectúa desde el aparato del abonado.

SEÑALIZACION DE LINEA DE  
ENLACE ENTRE CENTRALES.

La emisión y recepción de las señales la efectúan - juegos de relevadores repetidores situados en cada extremo del enlace.

#### SEÑALES DE LINEA DE ABONADO

- Aparato libre. El teléfono en estado libre (colgado), presenta un circuito abierto a corriente continua. La



central presenta una diferencia de potencial que puede ser de 24 a 48 volts.

- Señal de toma. Al descolgar el teléfono, se cierra un circuito de corriente continua a través de un máximo de 250 ohms.
- Señal de desconexión. Al concluir la conversación, el abonado cuelga su microteléfono, pasando al estado libre.
- Teléfono de alcancía. Los teléfonos públicos, requieren además de las señales descritas anteriormente para los abonados normales las que se describen a continuación:
  - . La línea de alcancía tiene un dispositivo limitador de tiempo que se instala en el distribuidor principal de la central.

Este dispositivo en combinación con el teléfono de alcancía efectúa el cobro cada unidad de tiempo - - (3 min.), indicándole al abonado mediante una grabación que deposite otra moneda para continuar conversando.

El contador de la central avanza, primero cuando el abonado B contesta y después, tantas veces como el abonado (A) deposite monedas en respuesta a la indi

cación de la grabación.

## SEÑALIZACION DE LINEA ENTRE CENTRALES

Las señales de línea utilizadas en la red de teléfonos para ocupar, supervisar y liberar los enlaces - entre centrales son clasificados en dos grupos en función de su dirección:

### - Señales hacia adelante.

- . Ocupación. Se envía al inicio de una llamada para ocupar el enlace.
- . Desconexión. Al concluir una llamada, se envía esta señal como consecuencia de haber colgado el abonado llamante, y con el fin de liberar el enlace.
- . Ofrecimiento. Se envía cuando una operadora desea intervenir en una llamada previamente establecida.
- . Cancelación. Se envía cuando una operadora desea salirse de la conversación que fue intervenida, sin que se libere en enlace físicamente.
- . Rellamada. Al colgar un abonado que fue intervenido previamente, la operadora envía esta señal para llamarlo.

### - Señales hacia atrás.

- . Contestación. Se envía para indicar que el abonado

llamado contestó. Como consecuencia de esta señal se acciona el contador del abonado llamante para fines de facturación.

- . Bloqueo. Se envía para indicar que no se puede utilizar el enlace por causas de falla o congestión.
- . Reposición. Se envía para indicar que el abonado - llamado colgó su microteléfono.
- . Desconexión forzada. Se envía cuando no se cuenta con información completa para establecer la llamada y ha transcurrido un tiempo predeterminado.
- . Estado de abonado. Se envía a la operadora para indicarle el estado del abonado llamado (libre u ocupado).
- . Invitación a marcar. Se envía a la operadora para indicarle que puede iniciar su marcación.

#### TIPOS DE ENLACE

En la señalización de línea entre centrales - existen dos tipos de enlace: De corriente directa a 2 hilos y de frecuencia vocal a 4 hilos.

Señalización de C.D. (2 hilos). La señalización por bucle con C.D. de -48V se utiliza en enlaces por medio de par físico. Las centrales de tecnología electro mecánica utilizan -24V para el enlace entre ellos, aunque

para enlazarse con los demás equipos utilicen -48V.

Las señales están compuestas, en un sentido - por alta o baja impedancia y en sentido contrario por inversiones de polaridad. En ambos casos se pueden enviar señales por medio de interrupciones en el bucle.

Señalización para enlaces a 4 hilos. Para enlaces a 4 hilos se señala con una frecuencia de 2,400 Hz. y el significado de las señales depende de su dirección, -secuencia y duración. Con excepción de la señal de blo--queo la duración de las señales es:

Pulso corto:	150	±	30 ms.
Pulso largo:	600	±	120 ms.

### 1.5.3. SEÑALIZACION DE REGISTRO

Permiten el intercambio de información de origen y destino entre los equipos de conmutación para identificar y seleccionar la dirección del abonado o enlace requerido.

Estas señales utilizan códigos de multifrecuencias generados y supervisados por los elementos de control de las centrales telefónicas.



El sistema de señalización de registro utilizado en la red de Teléfonos de México, es a base de códigos formados por la combinación de dos frecuencias las cuales se intercambian bajo los principios extremo a extremo y secuencia obligada.

El principio extremo a extremo es ventajoso,-

pues reduce el equipo de señalización multifrecuencia necesario y minimiza el tiempo de ocupación de los registros de las centrales de tránsito.

El principio de secuencia obligada implica tener que recibir la respuesta para poder emitir la siguiente señal. Estos ciclos pueden tener una duración de 200- a 300 ms.

Con la técnica de relevadores que se emplea en las centrales telefónicas, el sistema tiene capacidad para emitir de 3 a 5 cifras por segundo. Debido al principio de secuencia obligada, el sistema se hace más lento en las líneas con largos tiempos de propagación, además de que la central introduce un retardo en el desarrollo del ciclo de señalización al analizar una o varias señales recibidas y al efectuar operaciones de enrutamiento y conmutación.

El sistema de multifrecuencias ( MFC ) permite obtener 15 señales de avance y 15 de mando mediante la utilización de dos grupos distintos de seis frecuencias. (Ver Tabla 1.5.3.a.)

En este sistema es posible tener realización simultánea en ambas direcciones, gracias al empleo de los dos grupos distintos de señales.

TABLA 1.5.3.d. FRECUENCIAS UTILIZADAS POR EL SISTEMA M F C .

Señal	Avance	1380	1500	1620	1740	1850	1980	(Hz)
	Mando	1140	1020	900	730	560	540	(Hz)
1		x	x					
2		x		x				
3			x	x				
4		x			x			
5			x		x			
6				x	x			
7		x				x		
8			x			x		
9					x	x		
10					x	x		
11		x					x	
12			x				x	
13				x			x	
14					x		x	
15						x	x	

## SEÑALES DE AVANCE

Estas señales son enviadas por un registro de-salida, pudiendo tener tres significados distintos a saber:

Grupo I : Información de destino (No. - -  
Abon. B)

Grupo II : Categoría de origen (Abon. A)

Grupo III : Información de origen (No. Abon.  
A)

## SEÑALES DE MANDO

Este conjunto de señales está dividido en tres grupos a saber:

Grupo A: Petición de información de destino.

Grupo B: Estado de Línea.

Grupo C: Petición de información de origen.

## 1.5.4. SEÑALIZACION INTERNACIONAL

Los sistemas utilizados para el manejo del tráfico internacional son:

SISTEMA R1

SISTEMA R2

SISTEMA CCITT No. 5

Todos los sistemas están normalizados por - - CCITT y sus características son descritas a continuación.

SISTEMA R1 (Norteamericano)

Puede utilizarse para la explotación automática y semi automática de circuitos unidireccionales y bidireccionales en una zona internacional y puede funcionar -- con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT.



Este sistema se utiliza para el manejo de tráfico con Estados Unidos, Canadá y algunas Islas del Caribe, manejando una frecuencia de señalización "dentro de banda" de 2,600 Hz., para la señalización de línea del tipo permanente sección por sección.

Para la señalización de Registro, se emplean seis frecuencias "dentro de banda" (700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700 Hz.), que operan bajo el principio sección por sección, mediante un código que utiliza una combinación de dos de éstas seis frecuencias.

Parámetros técnicos tales como tiempos de supervisión y tiempos de emisión, tiempos de detección y niveles de transmisión están sujetos a los acuerdos bilaterales entre las administraciones en cuestión. Así como algunos parámetros que podrán variar dependiendo de si la vía de conexión es a través de satélite o no.

#### SISTEMA R2 (Berna)

Se utiliza como sistema de señalización internacional en el interior de regiones internacionales y está especificado para la explotación bidireccional en sistemas de transmisión analógica o digital y puede funcionar con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT.

Con este sistema se maneja el tráfico con los países Centroamericanos, con los cuales se tiene enlace a través de sistemas terrestres de microondas.

Para la señalización de línea se utiliza una frecuencia fuera de banda de 3,325 Hz., de tipo permanente, sección por sección.

Para la señalización de Registro se utilizan dos grupos de seis frecuencias dentro de banda: uno para señales hacia adelante (1380, 1500, 1620, 1740, 1860 y -- 1980 Hz.) y otro para señales hacia atrás (540, 660, 780, 900, 1020 y 1140 Hz.)

Este sistema opera bajo el principio extremo a extremo con secuencia obligada, mediante un código que utiliza una combinación de dos de seis frecuencias, dependiendo si la señal es hacia adelante o hacia atrás.

#### SISTEMA CCITT No. 5

Puede utilizarse para la explotación automática y semi automática, permitiendo además la explotación en ambos sentidos. Requiere una señalización por circuitos a cuatro hilos.

Con este sistema se maneja el tráfico hacia --

Europa y Sudamérica, o con aquéllos países que se tengan - enlaces vía satélite, utilizando dos frecuencias "dentro - de banda" (2,400 y 2,700 Hz.), para la transmisión de señales de línea sección por sección.

Para la señalización de Registro, utiliza - - seis frecuencias "dentro de banda" (700, 900, 1100, 1300,- 1500 y 1700 Hz.), bajo el principio sección por sección y - mediante un código que utiliza una combinación de dos de - seis frecuencias. Las señales numéricas son transmitidas - en bloque.

## 2. SISTEMAS MULTIPLEX

En la Transmisión de Enlaces Telefónicos entre poblaciones distantes se requiere aprovechar al máximo los recursos del medio de transmisión que las une. - Esto se logra mediante equipos que agrupan en un extremo las diferentes informaciones que desean transmitirse, y en el extremo opuesto, equipo idéntico permite diferenciar e identificar cada una de las señales recibidas.

Considerando el ancho de banda de los medios de transmisión se observa que por una línea aérea podemos transmitir señales con frecuencia hasta de 150 KHz - aproximadamente. Por lo tanto el empleo de una línea de este tipo para la transmisión de una sola conversación telefónica (300 - 3,400 Hz) constituye un mal aprovechamiento de la banda útil de este medio de transmisión. - La necesidad de hacer más económicos los enlaces de comunicación empleando menor número de circuitos de transmisión y la conveniencia de aprovechar al máximo las posibilidades de los medios de transmisión existentes, indujo a la idea de los sistemas de transmisión múltiple, ésto permiten la transmisión simultánea de varias conversaciones telefónicas (o cualquier otra información) en forma independiente, es decir, sin interferencia entre estas conversaciones. Esto se logra trasladando los es-

pectros de frecuencia de las diferentes señales para que ocupen diferentes bandas de frecuencia sin traslaparse.

Tales equipos son conocidos genéricamente como "Equipo Multiplex" y su importancia es trascendental en la telefonía LD (Fig. 2.a.)

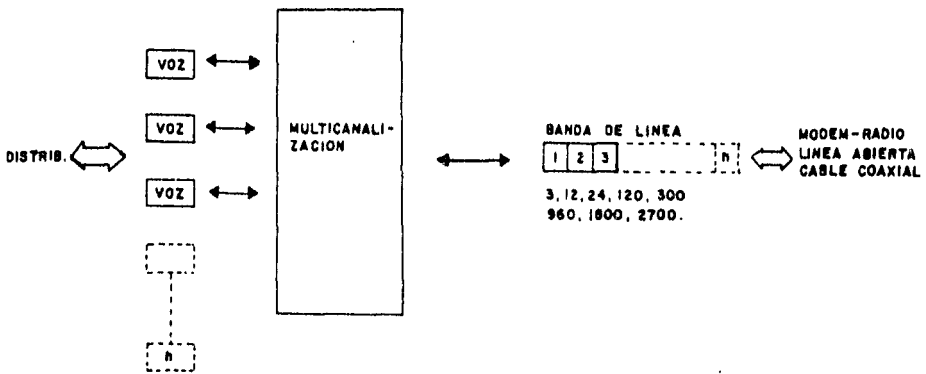


FIG. 2.a. PRINCIPIO DE MULTICANALIZACION.

La Fig. 2.b. simplifica al máximo la estructura básica de una red de Larga Distancia, aún así, permite ilustrar el papel que desempeña el Múltiplex en una conferencia interurbana: Las tres ciudades A, B, y C están comunicadas mediante sus respectivos enlaces de larga distancia; cada ciudad está provista de una Central de Comu

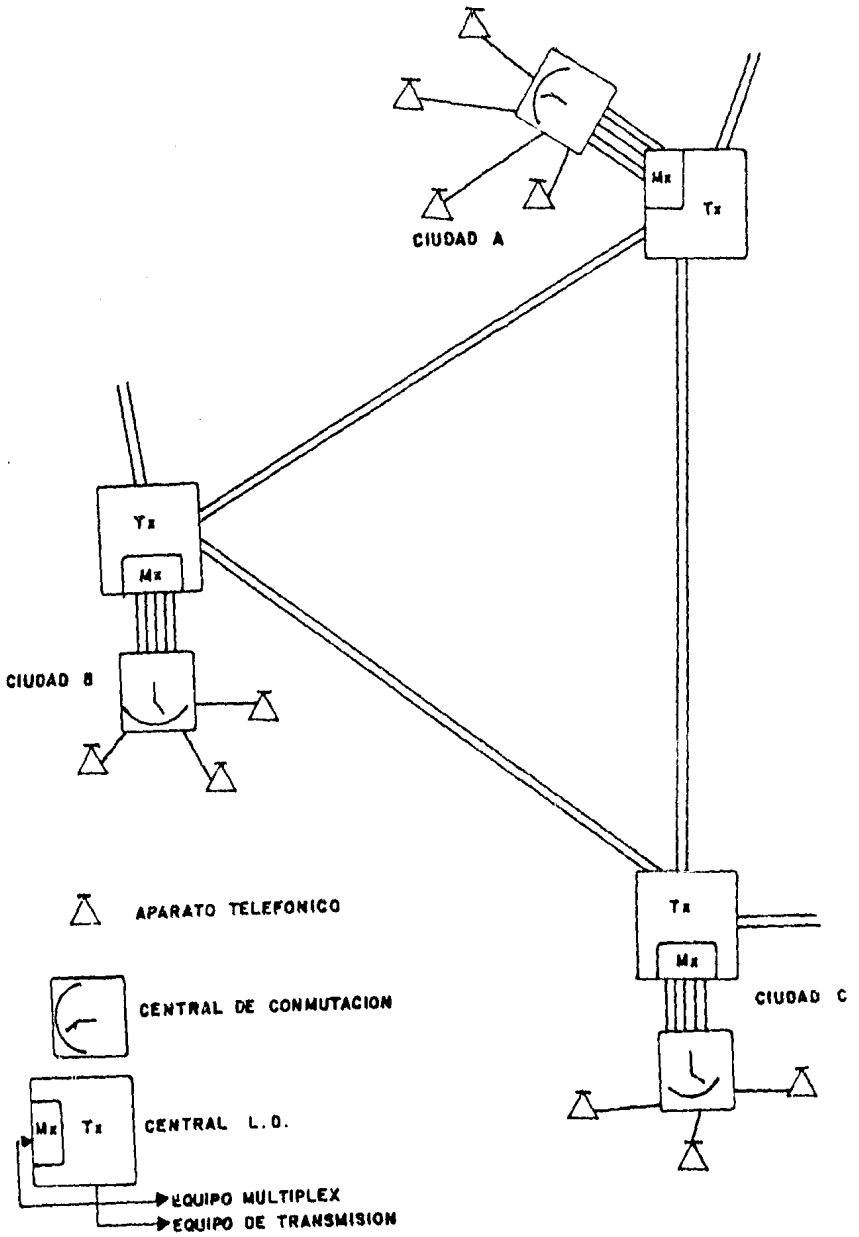


FIG. 2.b. ESTRUCTURA BASICA DE UNA RED DE LARGA DISTANCIA.

tación que permite interconectar entre sí a cualesquiera de los suscriptores de esa localidad; además esa central tiene Líneas de Enlace con otras localidades. Dichas líneas de Enlace están prolongadas hacia la central ID donde el Equipo Múltiplex ( Mx ) las agrupa mediante el equipo de transmisión respectivo.

Las técnicas existentes para la transmisión múltiple en telefonía son:

- Modulación por División de Frecuencia (FDM)
- Modulación por División de Tiempo (TDM)
- Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)

## 2.1. SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM)

La técnica de Multicanalización por División de Frecuencia tiene como base, la translación de frecuencias originales a otro rango de frecuencias dentro del espectro disponible para un sistema de transmisión dado.

Esta técnica implica necesariamente la intervención de dos procesos fundamentales: La Modulación y la Generación de Frecuencias.

### 2.1.1. MODULACION

El proceso de la modulación se describe como-- la operación consistente en hacer variar las características de una señal, de acuerdo a una ley determinada, de modo que las modificaciones que se le impriman permitan posteriormente recuperar la información suministrada.

En los Sistemas Múltiplex FDM se emplea la Modulación en Amplitud la cual consiste en hacer variar la característica de amplitud de una onda portadora de acuerdo a las variaciones de amplitud de una onda moduladora.

La modulación es necesaria en telefonía para acomodar un gran número de canales para abonados sobre una sola línea; en la entrada, cada uno de los canales de voz es elevado a diferentes bandas de alta frecuencia, -- son así transmitidos al receptor distante, seleccionados por filtros. La señal recibida es demodulada y se obtiene la señal de voz que se transmite.

Quando una onda portadora de frecuencia  $f_c$  es modulada en amplitud por una onda moduladora, por ejemplo la voz, cuya frecuencia es  $f_m$ , se obtendrán tres señales con diferentes frecuencias que son: 1).-Una señal sin mo-



dular con una frecuencia  $f_c$ ; 2).- Una señal modulada cuya frecuencia es  $(f_c - f_m)$  y 3).- Una señal modulada -- con una frecuencia  $(f_c + f_m)$ . En general si tenemos la portadora

$$a_c = A_c \cos (2\pi f_c t + Q_c)$$

donde  $A_c$  es la amplitud máxima de la onda portadora.

Si por simplicidad consideramos que la fase de la portadora es constante e igual a cero ( $Q_c = 0$ ), nos quedaría:

$$a_c = A_c \cos (2\pi f_c t)$$

y se modula por una onda representada por:

$$a_m = A_m \cos (2\pi f_m t)$$

donde  $A_m$  es la amplitud máxima de la moduladora; la onda modulada resultante es:

$$a_{mc} = (A_c - a_m) \cos (2\pi f_c t)$$

desarrollando:

$$a_{mc} = \underbrace{A_c \cos(2\pi f_c t)}_{\text{Portadora}} + \underbrace{\frac{A_m}{2} \cos 2\pi(f_c + f_m)t}_{\text{Banda Lateral Superior}} + \underbrace{\frac{A_m}{2} \cos 2\pi(f_c - f_m)t}_{\text{Banda Lateral Inferior}}$$

La expresión anterior contiene tres términos, la portadora con frecuencia  $f_c$  la cual no tiene información, y las dos bandas laterales ( $f_c + f_m$ ) y  $(f_c - f_m)$ , las cuales contienen información porque su amplitud es proporcional al Índice de Modulación.

A la relación  $A_m/A_c$  se le llama Índice de Modulación (M). El máximo valor práctico de este índice es 1 y a menudo es menor. Si la amplitud de la onda moduladora llega a ser más grande que la de la portadora, dando un índice de modulación mayor que 1, la onda modulada resultante está distorsionada y la señal original no podrá ser recuperada, diciéndose así que existe sobremodulación. En la Fig. 2.1.1.a. se muestran diferentes valores de índice de modulación.

Se puede comprobar que el contenido de la información se encuentra exclusivamente en las bandas laterales y que ambas contienen la misma información, es evidente que la transmisión de todos los componentes de la señal modulada representa un desperdicio, además de que exige mayores requisitos de ancho de banda.

Estas consideraciones han dado lugar a la técnica de transmisión de Banda Lateral Unica (BLU) con portadora suprimida en la cual se transmite a elección una

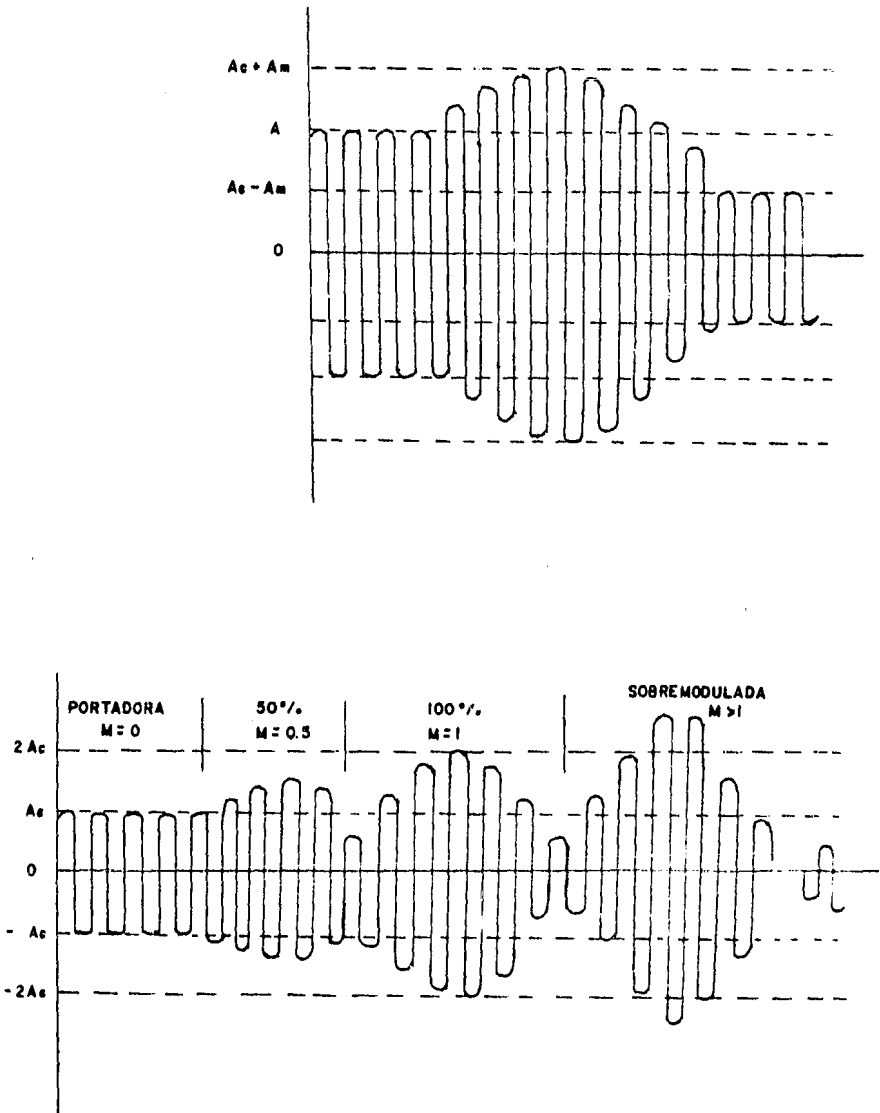


FIG. 2.1.1.d. INDICES DE MODULACION.

cola banda lateral suprimiendo la portadora y la otra banda.

La supresión de portadora se obtiene generalmente de un circuito modulador, mientras que la eliminación de la banda lateral no deseada, se obtiene aplicando la señal modulada a un filtro que solo deja pasar una banda lateral y atenúa eficazmente la otra. Logrando esto, se transmite y en el extremo receptor se previene la frecuencia portadora del mismo valor para replicar el proceso inverso, o sea la demodulación. (Fig. 2.1.1.b).

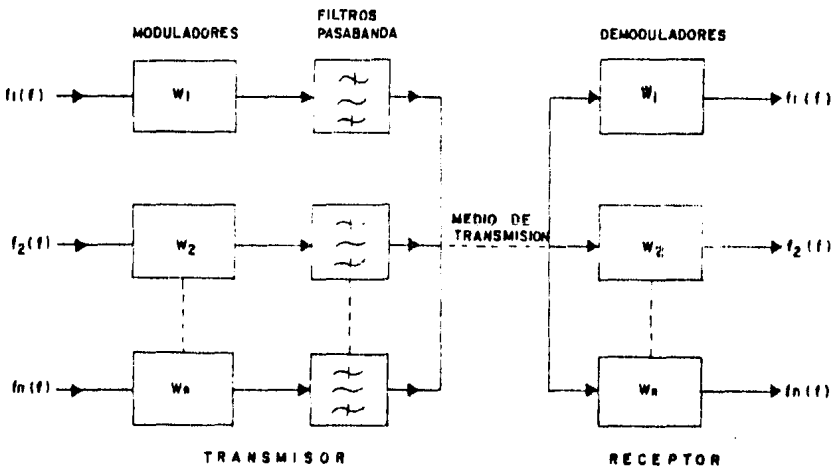


FIG. 2.1.1.b. PRINCIPIO DE LOS SISTEMAS FDM.

En la Fig. 2.1.1.c. se muestra la modulación de 12 KHz como frecuencia portadora, con la banda para canal telefónico de 0.3 - 3.4 KHz, usando la representación normalizada para éste. Se observa como resultado las dos bandas y después la acción del filtro pasabanda de 12.3 - 15.4 KHz.

Es muy importante que la curva de respuesta de los filtros sea la exacta, para evitar problemas de interferencia con canales vecinos provocados por diafonía invertida o fuga de portadora. Esta eliminación si no es total o si la atenuación no es la requerida, causará interferencia al canal vecino, aún cuando sería del tipo de diafonía invertida o quizá también podría perturbar algún residuo de fuga de portadora del circuito modulador.

### 2.1.2. GENERACION DE FRECUENCIAS

Una de las características que revisten mayor importancia al hablar de equipos múltiplez es el aspecto de generación de frecuencias, cuya característica repercute tanto en el aspecto funcional y económico como en el de mantenimiento.

La aportación de frecuencias en un sistema de multicanalización FDM es necesaria para efectuar las - -

translaciones de frecuencias que se regularan de acuerdo a un plan de modulación previamente establecido, se emplean también ciertas frecuencias para: supervisión, regulación, señalización o bien como pilotos de sincronía entre estaciones terminales.

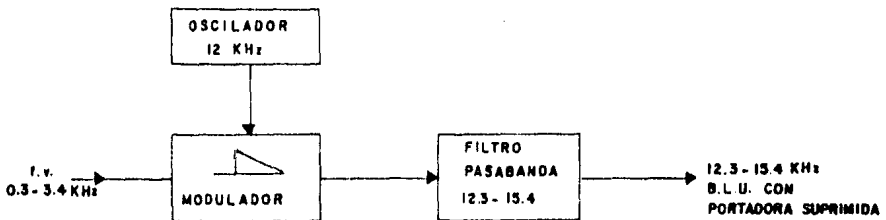
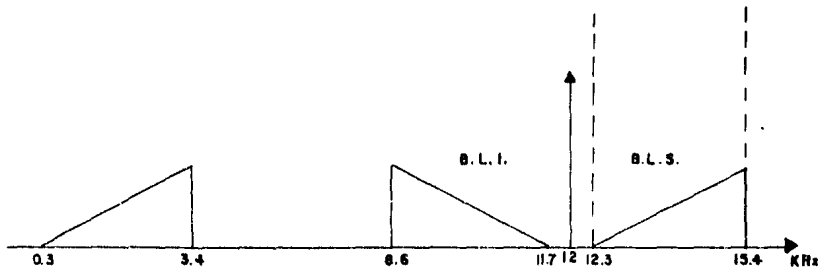


FIG. 2.1.1.c. PROCESO DE MODULACION.

Un procedimiento usual para obtener dichas frecuencias es que las portadoras, pilotos y frecuencias de señalización se generan a partir de un cierto número de -- frecuencias sumamente estables, a las cuales se les llama -- frecuencias fundamentales. Dichas frecuencias se derivan -- a su vez de una frecuencia única llamada frecuencia maes-- tra la cual debe ser extremadamente estable para lo cual -- se emplean osciladores a cuarzo controlados en temperatura.

Existen dos técnicas para la generación y distribución de frecuencias en una terminal múltiplex:

Generación Centralizada

Generación Descentralizada

#### 2.1.2.1. GENERACION CENTRALIZADA

En esta técnica, tanto el oscilador local como el equipo generador de frecuencias fundamentales, portadoras, pilotos, etcétera, se alojan en un equipo central del cual son alimentados los equipos de translación -- (Fig. 2.1.2.1.a.). Este procedimiento está cayendo en desuso ya que hace necesario intercalar equipos de amplificación para dar a las portadoras el valor requerido en los -- equipos de translación, además se requiere mucho cableado--

entre el equipo generador de frecuencias y el equipo de --  
 translación y el nivel en los cables de distribución es re  
 lativamente alto y también una falla en el equipo genera--  
 dor de frecuencias afectaría a toda la terminal múltiplez.

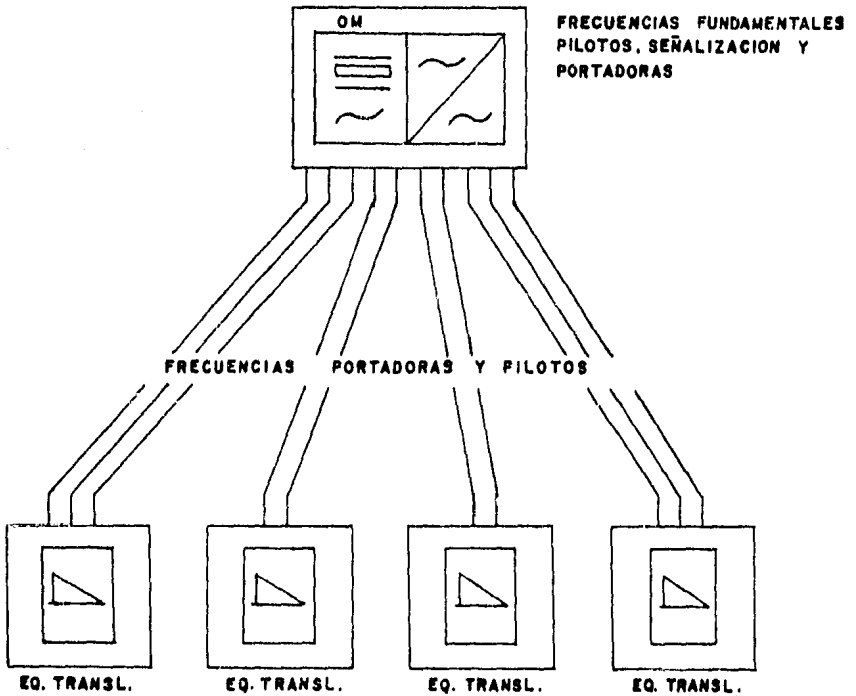


FIG. 2.1.2.1.e. GENERACION CENTRALIZADA.



### 2.1.2.2. GENERACION DESCENTRALIZADA

En esta técnica, el equipo central aloja al oscilador maestro el cual se encuentra duplicado y con circuitos de supervisión y conmutación, siendo también que los generadores de frecuencias fundamentales y las frecuencias de los pilotos está duplicado.

Este método presenta notables ventajas con respecto a la generación centralizada ya que la cantidad de cables de distribución es menor, las frecuencias portadoras se generan localmente en los equipos de translación, ésto mismo da lugar a que los niveles en el cableado entre bastidores sea menor. Por otra parte dado que intervienen una menor cantidad de circuitos se reducen las posibilidades de daños y en caso de ocurrir solo se ve afectado el equipo local de translación dañado. Esta generación se observa en la Fig. 2.1.2.2.a.

### 2.1.3. FRECUENCIAS FUNDAMENTALES

Comunmente se les llama frecuencias fundamentales a las que sirven para obtener las frecuencias portadoras, pilotos y de señalización, siendo éstas: 12, 124, 440 y 4,400 KHz.

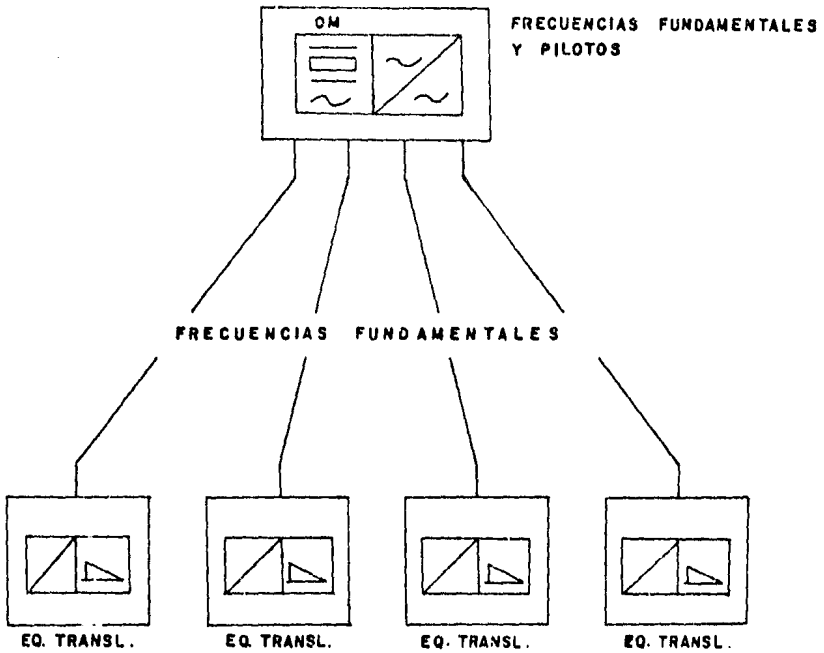


FIG. 2.1.2. E. G. GENERACION DESCENTRALIZADA.

El proceso en la técnica de los osciladores y la tendencia a disminuir los trabajos de mantenimiento en los sistemas ha hecho que actualmente los sistemas de portadoras dependan de un solo oscilador llamado oscilador - maestro, así es común ahora que una estación terminal de 10,000 circuitos dependan en sus funciones principales de un oscilador maestro siendo que antes existían varios - -

osciladores para obtener de ellos las frecuencias necesarias.

Dada la importancia del oscilador maestro y de los circuitos que intervienen en la obtención de las frecuencias fundamentales, generalmente son equipos que existen por duplicado, es decir, un equipo trabajando normalmente y el segundo trabajando como reserva listo para entrar en funcionamiento si el nivel del equipo normal -- descende en cierto margen por medio de una conmutación automática e instantánea. Al primero se le conoce como equipo normal y al segundo como reserva (stand bay). En la Fig. 2.1.3.a. se observa la distribución de frecuencias fundamentales.

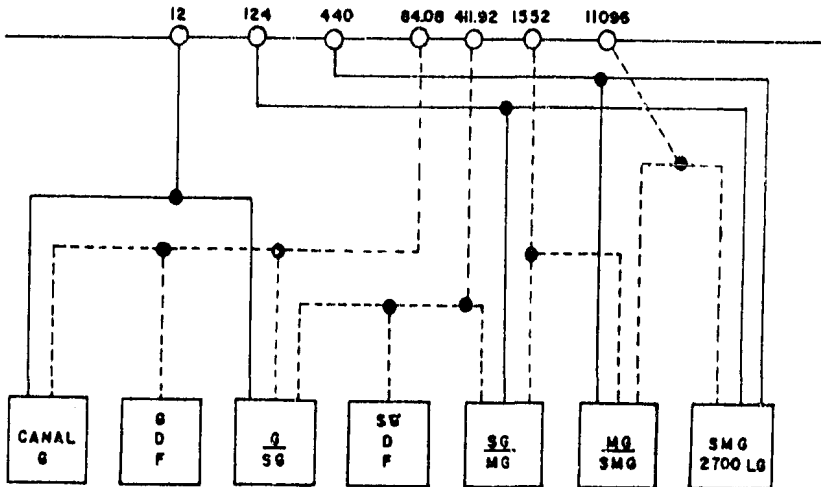


FIG. 2.1.3.a. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS FUNDAMENTALES.

### 2.1.3.1. FRECUENCIAS PILOTO

Las frecuencias piloto son señales auxiliares independientes de las señales de información que se usan en los equipos de transmisión para funciones tales como - regulación de niveles, sincronización de frecuencias, - - alarmas, monitores, etcétera.

Cuando un sistema está en operación es necesario efectuar pruebas de rutina dentro o fuera de un mantenimiento preventivo y en caso necesario en mantenimiento correctivo para la localización de daños. Durante estas pruebas se requiere conocer el estado que guardan las diferentes bandas del sistema a través de las cadenas de -- transmisión y recepción y como no es posible enviar tonos de prueba para todos los canales ya que como dijimos está en servicio, se les ha asignado a cada banda una frecuencia de referencia con un nivel estable a la que se le conoce como frecuencia piloto de referencia.

Este piloto de referencia cuyo nivel está - - bien definido se coloca entre canales o grupos, con el -- fin de evitar que provoque interferencias en su vecindad, además se procura que quede lo más centrado posible en la banda de la cual es piloto y se inyecta en el último paso de translación de su banda, acompañándola en todas las si

güentes translaciones a través del medio de transmisión- hasta el extremo correspondiente. Así en cualquier parte del sistema basta conocer el estado que guarda el piloto- de referencia respecto a los niveles nominales, para sa- ber aproximadamente las condiciones de la banda de la cual es referencia.

El CCITT ha recomendado los siguientes pilotos de referencia:

<u>BANDA DE</u>	<u>PILOTO KHz</u>	<u>INSERCION A NIVEL DE</u>
GRUPO	84.08	Equipo de translación de pregrupo
SUPER GRUPO	411.92	Equipo de translación de grupos
MASTER	1,552.0	Equipo de translación de SG.
SUPER MASTER	11,096	Equipo de translación de master

### 2.1.3.2. PILOTO DE REGULACION

En la transmisión a través de largas distancias es inevitable una cierta variación en el nivel de la banda transmitida originada por múltiples causas como por ejemplo redistribución del tráfico, envejecimiento de los componentes, modulaciones, demodulaciones, etcétera.

Aunque ciertas variaciones se compensan automáticamente por los equipos de regulación de nivel, siempre existen residuos de ellas en la entrada a la recepción y pueden ir sumándose hasta alcanzar valores no permisibles. Siendo imposible predecir la forma en que la atenuación va a variar a lo ancho de la banda de frecuencias, es conveniente aplicar la regulación después de haber dividido la banda transmitida en bandas parciales, éstas se dividen a su vez en bandas menores a las que se da igualmente regulación plana de nivel, en esta forma se aumenta cada vez la aproximación a una respuesta plana, - ésto se puede apreciar en la Fig. 2.1.3.2.a.

### 2.1.3.3. PILOTO DE SINCRONIA

A menudo se utiliza un piloto de línea para la sincronización de frecuencia entre los puntos terminales de un sistema, esta función reviste especial importancia

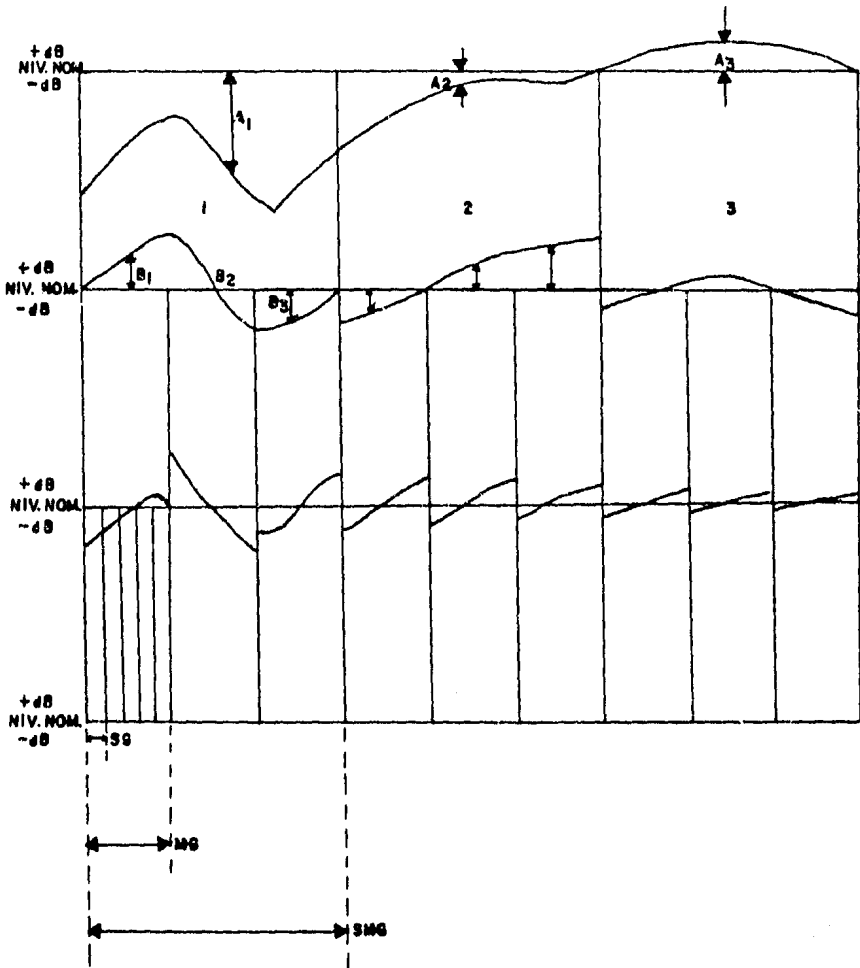


FIG. 2.1.3.2. a. PILOTO DE REGULACION.

cia en los sistemas múltiplex en que las portadoras moduladoras deben de reinsertarse en la terminal de recepción, la sincronización se efectúa enganchando en fase la señal del oscilador maestro del equipo terminal controlado con la frecuencia del piloto de línea transmitida por el controlador terminal. Por lo tanto, si varía la frecuencia del oscilador en la terminal de transmisión la frecuencia del oscilador sincronizado de la terminal de recepción deberá cambiarse de igual proporción. En la Fig. 2.1.3.3.a. se ilustra el principio de funcionamiento del equipo comparador, combina la frecuencia proveniente del oscilador patrón y la del oscilador bajo prueba, obteniéndose de -- ello una frecuencia de diferencia la cual se conecta a un instrumento y si es necesario a un registrador gráfico. - La sincronía se logra en caso de no existir, ajustando el oscilador bajo prueba hasta obtener un cero en el instrumento. Las frecuencias de sincronía pueden ser de: 60, - 300, 4,200 KHz.

#### 2.1.4. PLANES DE MODULACION

En las redes telefónicas es necesario a veces interconectar 2 o más sistemas múltiplex de distinta fabricación, en cuyo caso en el punto de interconexión las señales procedentes del equipo de transmisión deben de satisfacer los requisitos del equipo de recepción. Para lo



grar este fin, ha sido necesario adoptar planes de modulación normalizados de manera que permitan la interconexión directa de diferentes clases de sistemas a nivel de frecuencias de línea o de frecuencias de banda base en alguna etapa de modulación intermedia. En esta forma se pueden trasladar grupos de canales de frecuencia de voz entre sistemas sin necesidad de emplear equipo adicional ni otros pasos de modulación. En toda clase de sistemas múltiplex se utiliza algún plan de modulación para transferir las señales de los canales de frecuencia de voz a una banda de frecuencia de línea o de banda base apropiada para la transmisión.

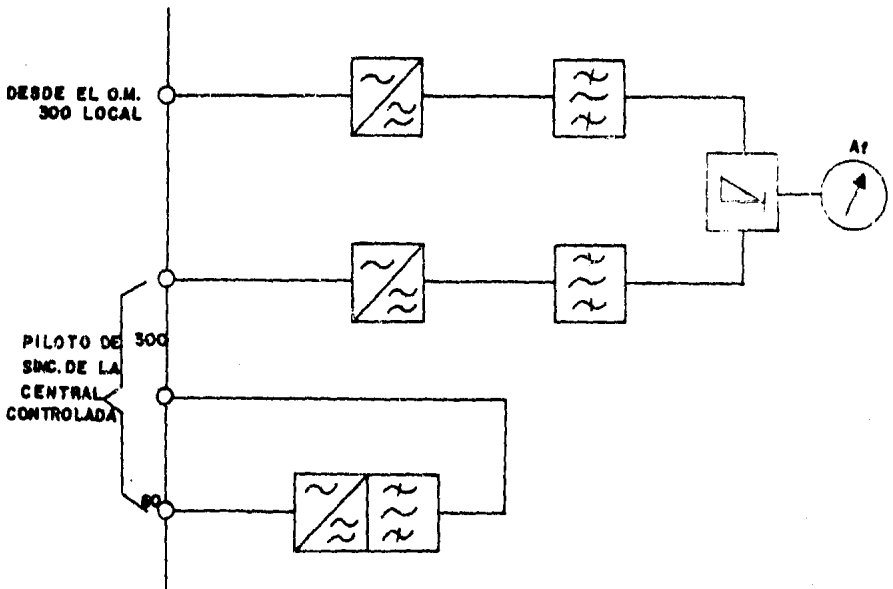


FIG. 2.1.3.3. e. CONTROL DE FRECUENCIA MAESTRA.

El CCITT ha recomendado normas al respecto, - dichas normas además de facilitar interconexiones, permiten una estructuración de las estaciones en forma lógica y flexible, las etapas de modulación normalizada se observan en la Fig. 2.1.4.a

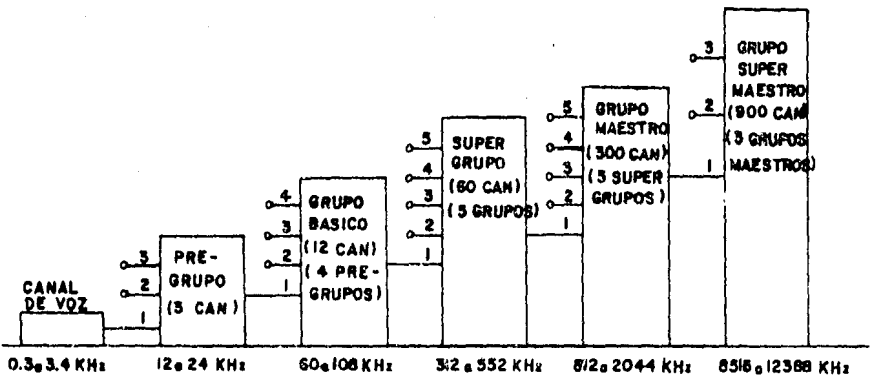


FIG. 2.1.4.a. ESCALA DE NIVELES DE MODULACION.

Como ya se mencionó se han adoptado planes de modulación normalizados para lo cual se normalizó primero el espaciamiento entre portadoras de canal a 4 KHz, lo -- cual incluye cierta banda de protección entre canales --

pués la anchura de banda de frecuencias vocales se normalizó de 300 a 3,400 Hz. Esto se ilustra en la Fig. - - - 2.1.4.b. en donde existen dos portadoras de canal las cuales son moduladas por la banda de frecuencia de voz de -- 0.3 a 3.4 KHz.

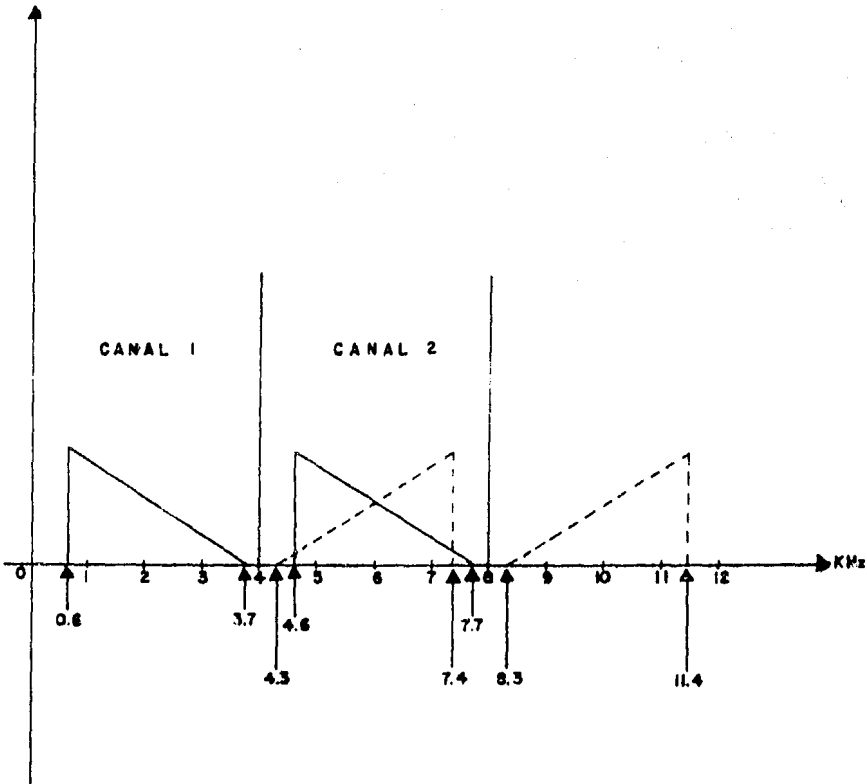


FIG. 2.1.4.b. SISTEMA DE TRANSMISION MULTIPLE.

Uno de los esquemas que se emplean para representar la asignación de frecuencias es el que se muestra en la Fig. 2.1.4.c. el cual representa el plan de modulación para un sistema de transmisión múltiple de 10 canales. En la primera etapa de modulación de este plan, cada señal de entrada modula a una de las tres portadoras de canal separadas 4 KHz formándose con ésto un pregrupo con un ancho de banda de 12-24KHz. En la segunda etapa de modulación cada uno de los cuatro pregrupos de 3 canales modula a una portadora de pregrupo separados 12 KHz. formando con ésto un grupo básico con un ancho de banda de 60-108 KHz. En la tercera etapa de modulación cada uno de los cinco grupos de 12 canales modula a una portadora de grupo para generar el supergrupo básico con un ancho de banda de 312-552 KHz.

Las bandas de grupo y supergrupo son realmente el origen de agrupaciones de mayor capacidad, ésta es la razón por la que se les denomina básicos. Existen otras agrupaciones de mayor capacidad también designadas como básicas, ellas son: el grupo maestro con capacidad de 300 canales en la banda de 312-2,044 KHz, el grupo supermaestro con capacidad de 900 canales en la banda de 8,516-12,388 KHz. Estos planes de modulación se presentan en la Fig. 2.1.4.d. Otras bandas también normalizadas que se entregan al equipo de radio para su transmi---

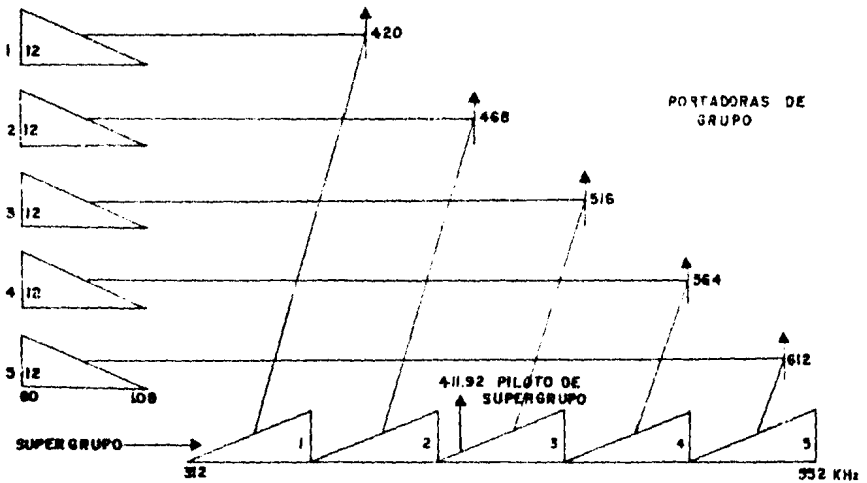
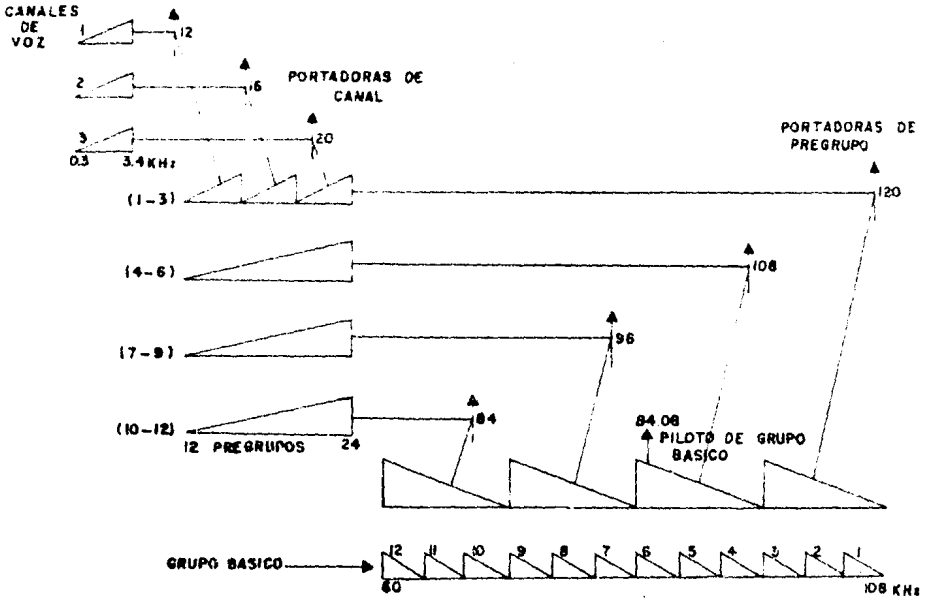


FIG. 2.1.4.c. PLAN DE MODULACION, DE CANALES A SUPERGRUPO.

ción son las denominadas como grupos de línea.

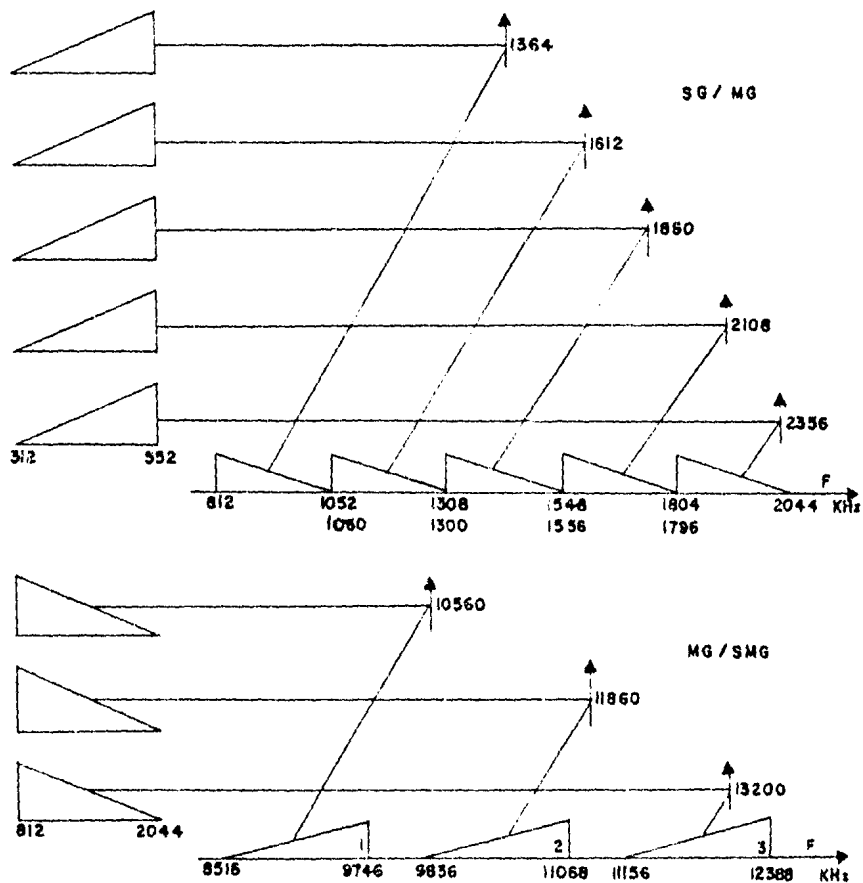
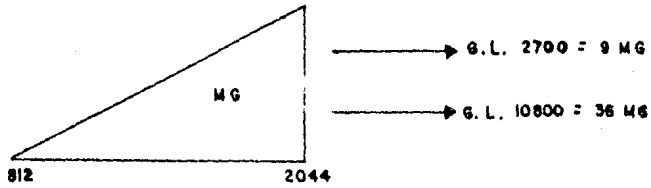


FIG. 2.1.4. d. AGRUPACION BASICA.

El CCITT ha normalizado dos planes para es---  
 tructuración de terminales dependiendo de su capacidad en  
 circuitos.

## 2.1.4.1. PLAN DE ESTRUCTURACION 1

Este plan es para terminales con grupos maestros, cuando la transmisión es en grandes capacidades, es decir 2,700 y 10,800 canales en donde la banda de grupo maestro (MG) es la apropiada para hacer estas translaciones, ésto se ilustra en la Fig. 2.1.4.1.a.



3 x MG

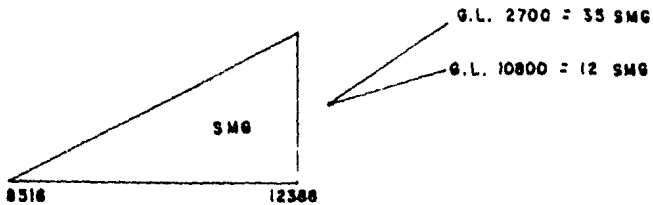
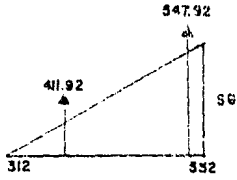


FIG. 2.1.4.1. a. PLAN DE ESTRUCTURACION N. 1

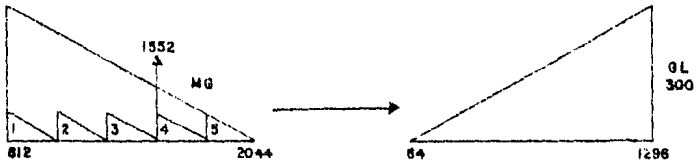
A continuación se detallan los anchos de banda para diferentes capacidades en canales:

- a) El grupo de línea de 300 canales (1.3 MHz) se forma -  
transladando la banda básica del grupo maestro - - -  
312-2044 KHz y llevando ésta a la banda de línea - -  
64-1296 KHz.
- b) El grupo de línea de 900 canales (4 MHz) se forma - -  
transladando las bandas básicas de 3 grupos maestros-  
a la banda de supermaestro básico 3516-12388 KHz y --  
después llevando ésta a la banda de línea de 316-4168  
KHz.
- c) Para el grupo de línea de 1800 canales (8 MHz) se for-  
ma empleando los 2 super grupos maestros es decir de-  
316-3204 KHz. Lo anteriormente expuesto se puede ob-  
servar más claramente en la Fig. 2.1.4.1.b.
- d) El grupo de línea de 2700 canales (12 MHz) se logra -  
transponiendo 3 bandas básicas de grupos supermaes-  
tros a la banda de 316-12388 KHz.





5 x SG



3 x MG

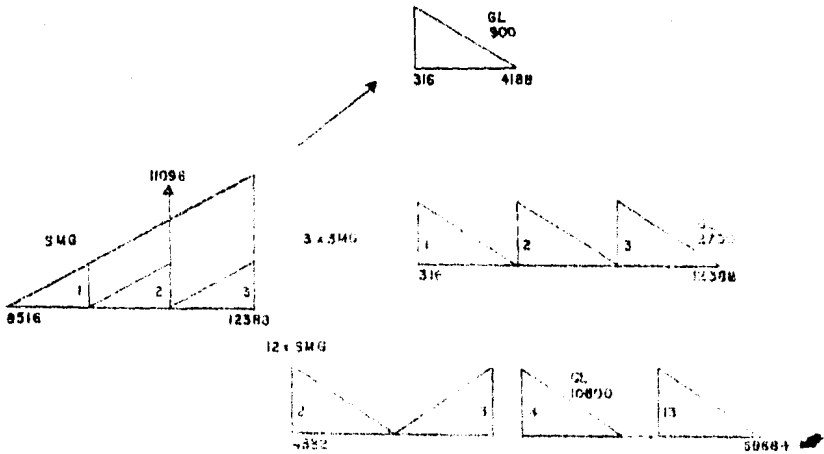


FIG. 2.1.4.1.b. BANDAS PARA DIFERENTES CAPACIDADES

## 2.1.4.2. PLAN DE ESTRUCTURACION 2

El Plan No. 2 del CCITT está determinado para estaciones en las cuales la demanda de canales no es tan grande, éste se destina para terminales con sistemas de hasta 900 canales. En este plan la agrupación a las bandas de línea se hace a partir de la banda básica de S.G. lo cual se detalla a continuación:

- a) El grupo de línea de 120 canales se forma transponiendo una banda de supergrupo a la posición de 60-300 -- KHz y manteniendo una segunda en su banda básica y -- así conjuntarla a la banda normalizada de 60-552 KHz.
- b) El grupo de líneas de 300 canales se forma transponiendo cuatro bandas de supergrupo y manteniendo una quinta en su banda básica logrando así una banda de - - - 60-1300 KHz.
- c) El grupo de línea de 900 canales se forma transponiendo quince bandas de S.G. y manteniendo en su banda básica a una, resultando la banda de 60-4023 KHz. Todo lo anterior se observa en las figuras 2.1.4.2.a. y b.

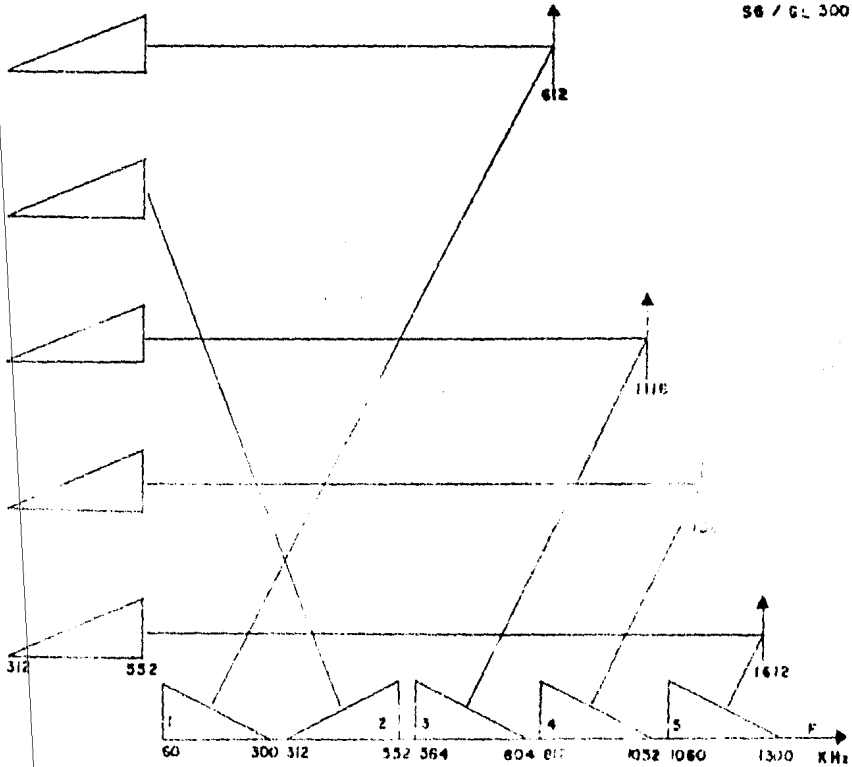
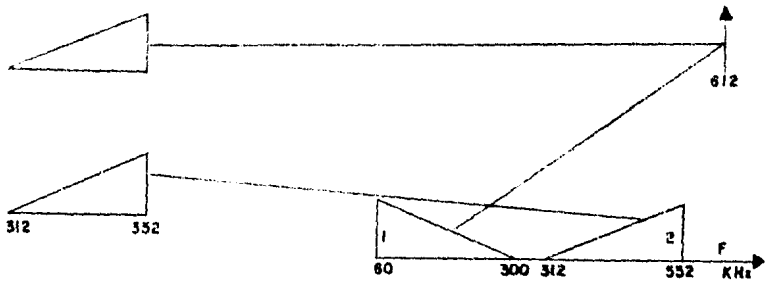


FIG. 2.1.4.2. a PLAN DE ESTRUCTURACION No. 2

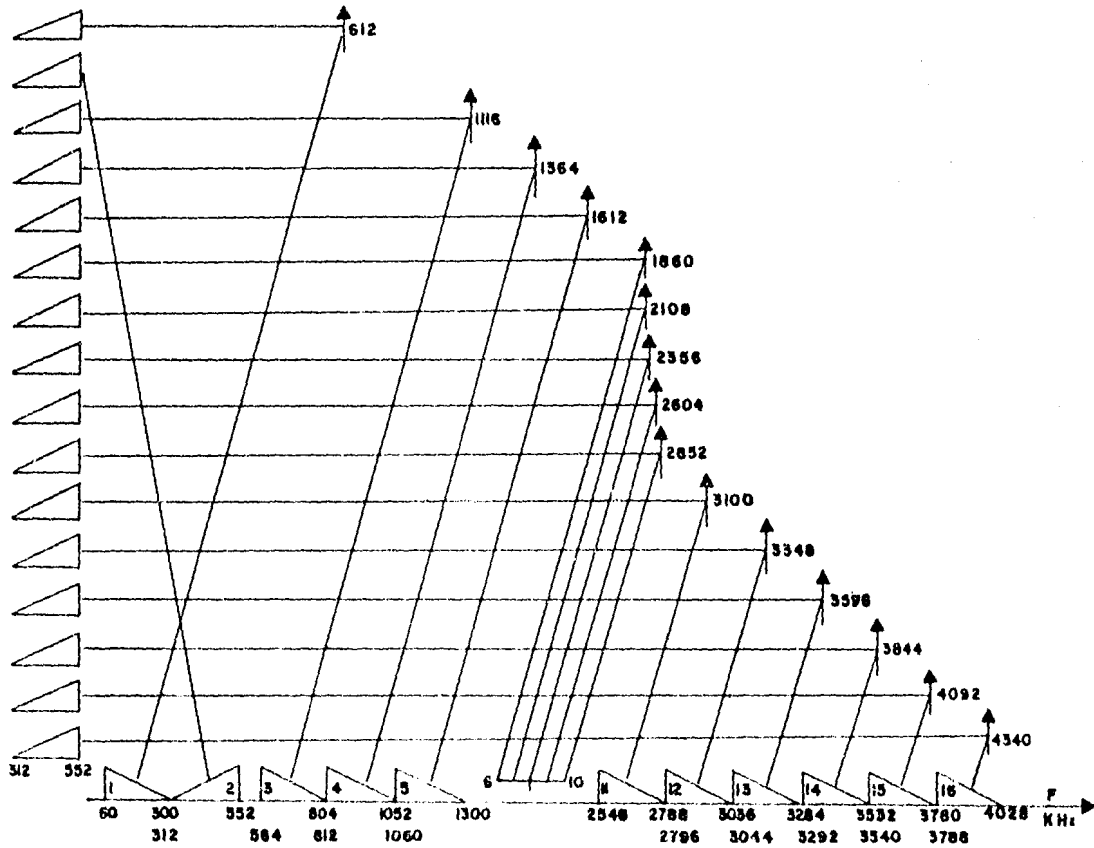


FIG. 2.1.4.2.b. PLAN DE ESTRUCTURACION N. 2

## 2.2. SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO ( TDM )

La técnica de multicanalización por división de tiempo tiene como fundamento el Teorema del Muestreo, según el cual, para transmitir una señal de información no es necesario tenerla presente en todo el intervalo de tiempo, sino que basta transmitir muestras de dicha información tomadas a intervalos regulares de tiempo (Fig. -- 2.2.a.).

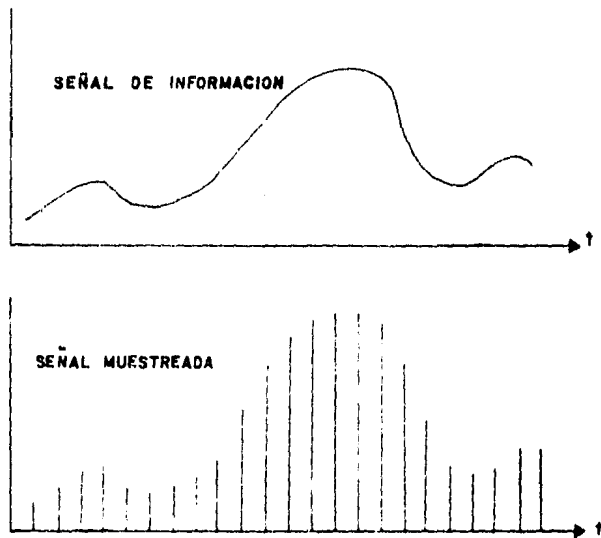


FIG. 2.2.a. TEOREMA DEL MUESTREO .

De esta forma se puede aprovechar el período entre dos muestras sucesivas de una misma señal, para intercalar muestras de otras señales de información.

Un ejemplo muy sencillo de un Sistema TDM se ilustra en la Fig. 2.2.b., donde tenemos en el extremo -- transmisor, una unidad de exploración que toma muestras - a 3 canales. En el extremo receptor se requiere un deteg- tor sincrono que separa el total de muestras recibidas, - las correspondientes a cada canal.

Para poder reconstruir completamente una se-- ñal cuyo mayor frecuencia es  $F$  Hz. se necesitan al menos-  $2F$  muestras por segundo. Si  $n$  señales son multiplexadas- juntas, se deberán transmitir al menos  $2nF$  muestras por - segundo.

Los Sistemas PCM usados en telefonía son la - mayoría de las veces Sistemas TDM y se nombra PCM-TDM. - Por ésto, se profundizará más sobre el TDM al hablar del- Sistema PCM.

### 2.3. SISTEMA MULTIPLEX POR CODIFICACION DE PULSOS ( PCM )

El Sistema PCM es un método para transmitir - señales de función continua en el cual éstas son muestre- das, y la magnitud de cada muestra se aproxima al valor - más cercano de un conjunto finito de valores permitidos;- esto permite que la señal sea transmitida por códigos, co- mo los que han sido usados en los sistemas telegráficos.-

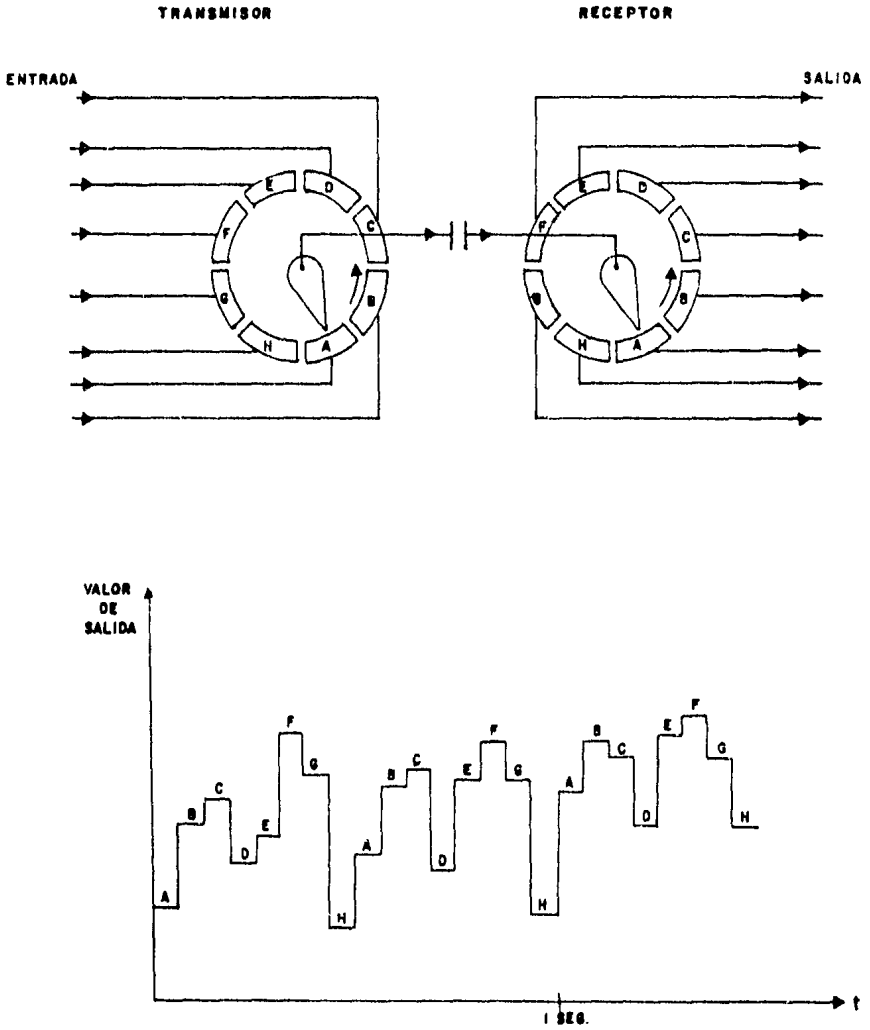


FIG. 2.2. b. PRINCIPIO DEL MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO.

con todas las ventajas que tienen estos sistemas sobre los métodos ordinarios de transmisión (Fig. 2.3.a.).

Aunque el Sistema PCM inherentemente es capaz de transmitir mensajes discretos, este tipo de modulación generalmente se entiende como un sistema que permite la -- conversión de una onda continua en muestras cuantizadas, -- las cuales son normalmente trasladadas a un código más -- apropiado para la transmisión sobre el medio deseado.

Para convertir una señal analógica modulada -- por codificación de pulsos se requiere efectuar los siguientes pasos:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

### 2.3.1. MUESTREO

Se toman valores instantáneos de la señal análogica a intervalos de tiempo iguales, la señal muestreada -- en un tren de pulsos, cuya envolvente es la señal original.

La velocidad de muestreo, es decir, la cantidad de muestras por segundo está dada por el Teorema del Mues--



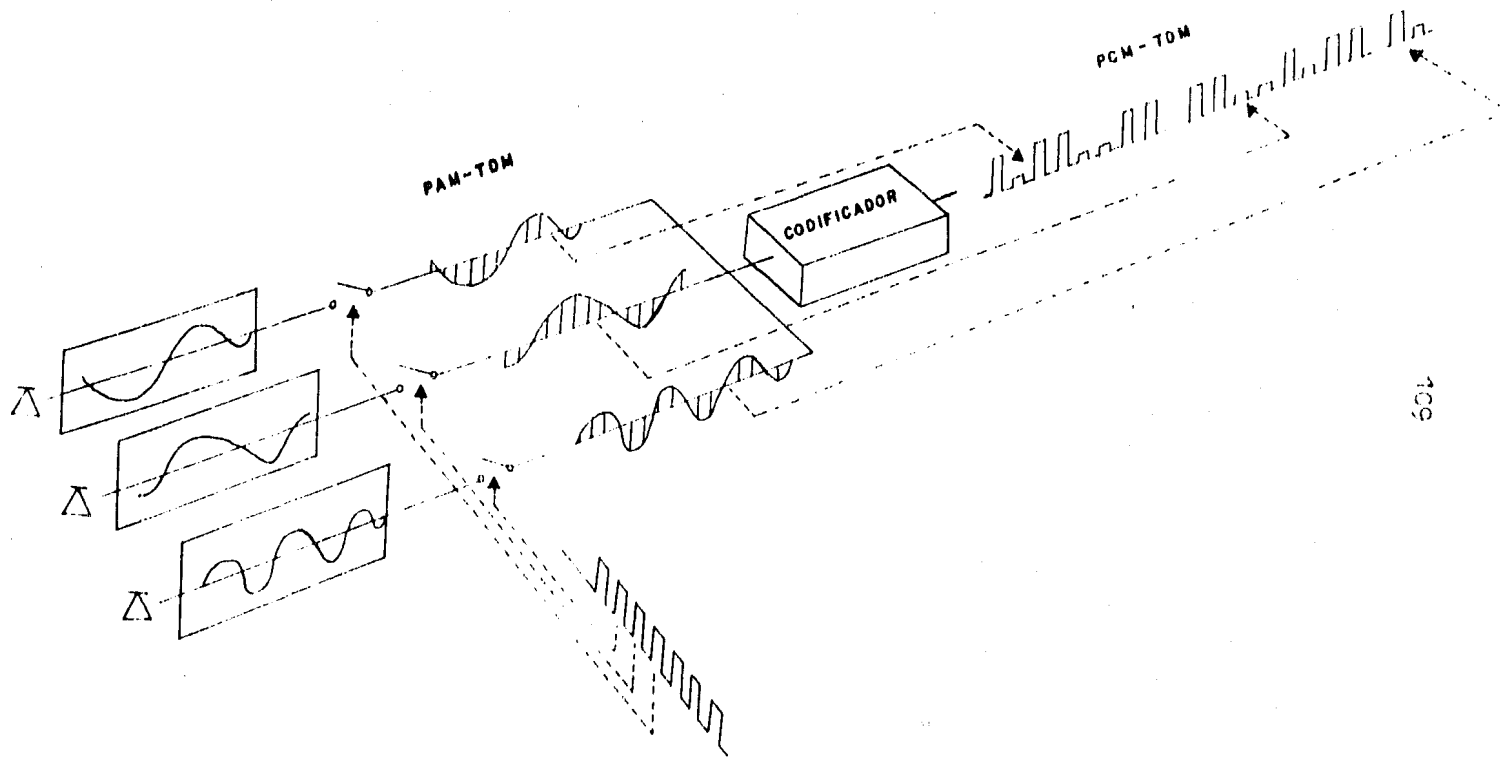


FIG. 23 a. PRINCIPIO DEL PCM.

treeo: De acuerdo con la teoría de la información, la - - transmisión de la información de una señal, no necesita - la transmisión de la señal entera. Es suficiente transmi tir muestras tomadas a, por lo menos, el doble de la frecu encia más alta de la señal.

Partiendo de los valores de muestreo, se puede volver a formar después la señal original con una exact itud muy grande.

CCITT ha determinado que estos valores de - - muestreo se midan para la voz humana con una frecuencia - de 8 KHz, lo que es algo más que el doble de la frecuenc cie máxima del canal de habla (3.4 KHz).

Con una frecuencia de muestreo de 8 KHz. se - hace medición cada 125  $\mu$  seg. La Fig. 2.3.1.a. muestra el principio de la transmisión PAM (Modulación por Amplitud de Pulsos).

### 2.3.2. CUANTIFICACION

La gama continua de amplitudes de los impulsos es descompuesta en una cantidad finita de valores de amplit tud en el proceso de cuantificación. La gama de amplitud es se divide en intervalos y a todas las muestras cuya -

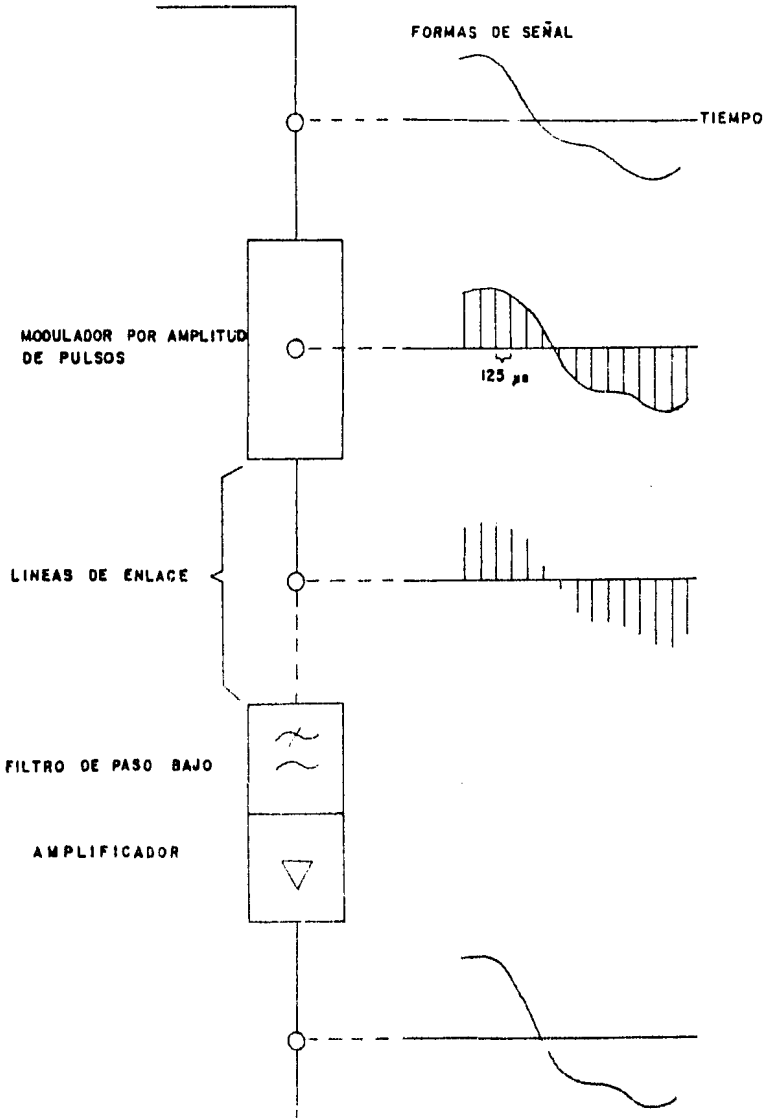


FIG. 2.3.1.a. TRANSMISION DE SEÑALES CON PAM.

amplitudes que caen dentro de un intervalo de cuantificación específico se les da la misma amplitud de salida.

El redondeo de los muestros provoca un error irreparable conocido como distorsión de cuantificación en la señal.

Lo anterior puede ser apreciado en la Fig. --

2.3.2.a.

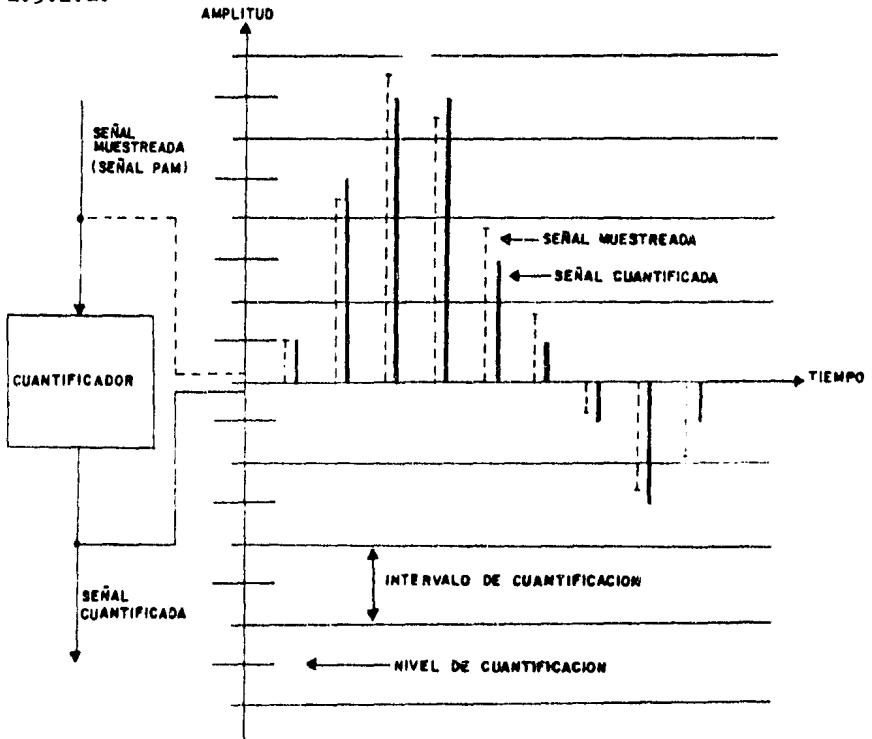


FIG. 2.3.2.a. PROCESO DE CUANTIFICACION .

A fin de obtener una distorsión de cuantificación aceptable, las muestras pequeñas están sometidas a pequeños errores de cuantificación, - de esta forma se logra un compromiso entre la ca lidad de transmisión y la cantidad de intervalos de cuantificación.

Esto se logra usando intervalos de cuantificación crecientes con la amplitud. Este proceso a menudo se denomina Compansión (compresión y expansión).

Con una ley aproximadamente logarítmica\_\_ que gobierna el aumento en el tamaño del interva o lo de cuantificación, es posible obtener una rela ción aproximadamente constante de señal a distor sión de cuantificación en una amplia gama de vo lúmenes de conversación, empleando a la vez muchos menos niveles que los que se requerirían con intervalós de cuantificación uniforme.

Para PCM. en telefonía, el CCITT ha re comendado dos leyes, que son conocidas como la -- Ley A y la Ley  $\mu$ . La Ley A es utilizada en todo - el mundo exceptuando a Japón, EE.UU. y Canadá -- que utilizan la Ley  $\mu$ .

En la Fig. 2.3.2.b., se muestra la fun ción del compasor utilizando la Ley A.

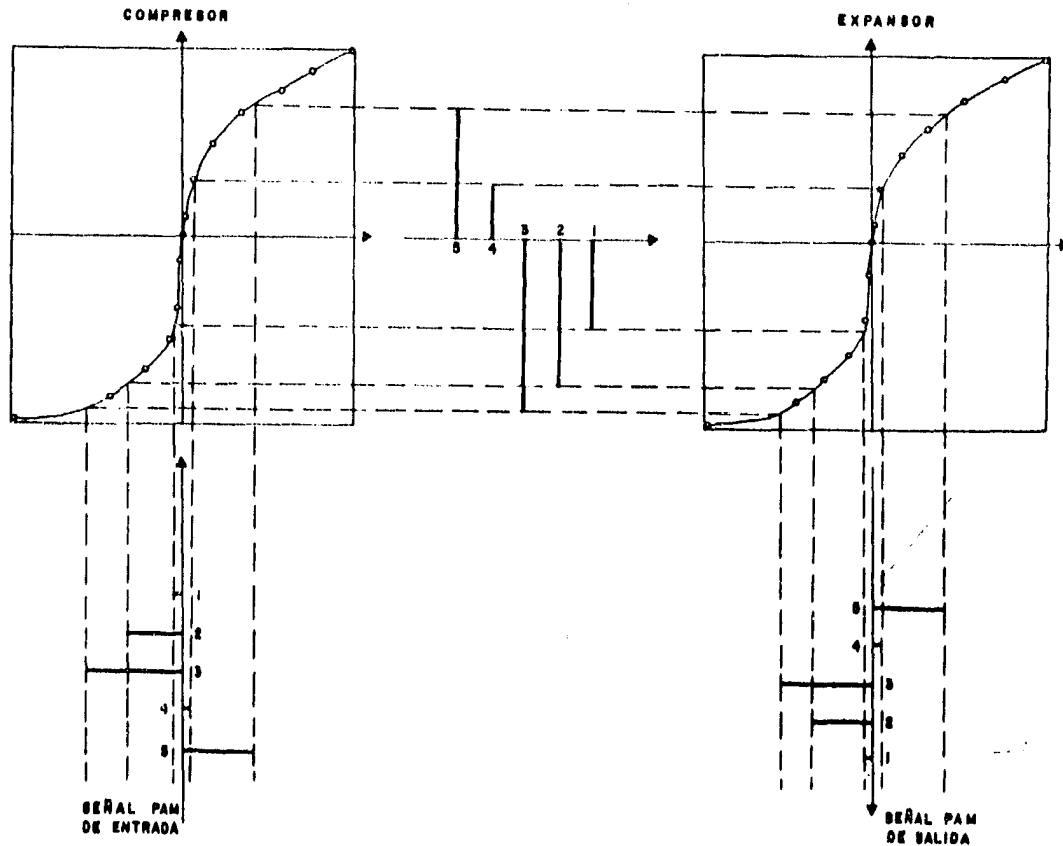


FIG. 2.3.2.b. FUNCION DEL COMPANSOR CON LA LEY A .

### 2.3.3. CODIFICACION

Las muestras cuantificadas todavía no son apropiadas para la transmisión, porque sería difícil construir circuitos regeneradores capaces de distinguir entre la gran cantidad de amplitudes muestra, usualmente 256, que se necesitan para las señales de conversación.

Por lo que el siguiente paso es -- convertir el valor cuantificado de la amplitud a una forma de código apropiada para poder -- transmitirla por la red de enlace. Los impulsos binarios, son atractivos para la transmisión porque son fáciles de regenerar en la línea de transmisión.

Los sistemas prácticos actuales usan la codificación binaria de las muestras de conversación cuantificadas.

En la fig. 2.3.3.a. se indica un proceso de codificación de muestras cuantificadas con 8 niveles de cuantificación.

Como la telefonía usa 256 niveles de cuantificación, cada muestra se codifica en un grupo de código, o palabra PCM, consistente en 8 impulsos binarios (8 bits).

Un grupo de  $n$  impulsos, cada uno con  $b$  niveles de amplitud discreta posibles, puede representar  $b^n$  niveles de muestras cuantificadas.

Para  $b = 2$  Niveles de impulso.

Y  $n = 3$  Impulsos binarios.

$b^n = 2^3$  Niveles de amplitud.

Como la velocidad de muestreo usada es 8,000 - muestras por segundo, una señal de conversación modulada - por impulsos codificados generará una señal digital de 64- Kbit/seg.

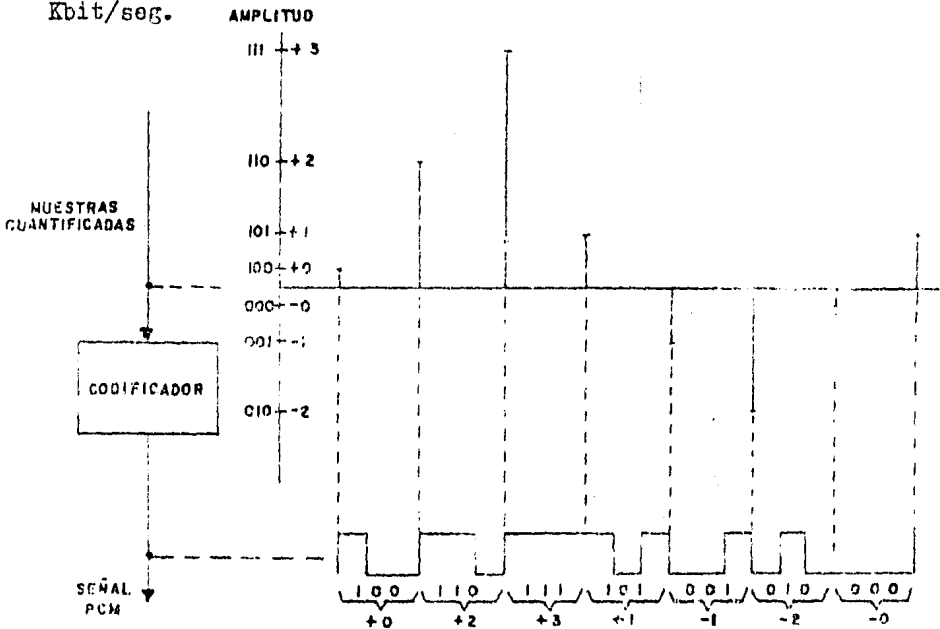


FIG. 2.3.3.0. CODIFICACION DE MUESTRAS CUANTIFICADAS CON 6 NIVELES DE CUANTIFICACION ( 3 DIGITOS BINARIOS / PALABRA DE CODIGO ).



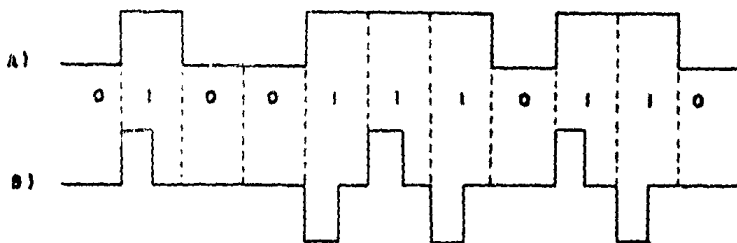
## 2.3.4. TRANSMISION DE PCM

Las señales digitales se pueden transmitir en forma de un tren de pulsos unipolares en el modo sin retorno a cero (non return to zero, NRZ). Esta forma de señal no es apropiada para la transmisión en largas distancias.

Una forma mejor es una señal bipolar con retorno a cero (return to zero, RZ). Las ventajas de esta señal son:

- No tiene componente de corriente continua; esto se debe a las polaridades alternadas de los pulsos.
- La interferencia entre símbolos está reducida por la característica de retorno a cero.

La Fig. 2.3.4.a. muestra los pulsos unipolares y bipolares.



A) UN TREN DE PULSOS UNIPOLARES SIN RETORNO A CERO (NRZ)  
 B) UN TREN DE PULSOS BIPOLARES CON RETORNO A CERO (RZ)

FIG. 2.3.4.a. INFORMACION BINARIA REPRESENTADA EN NRZ Y RZ.

Por supuesto, también esta señal será atenuada y distorsionada durante la transmisión y se le agregará ruido a la misma.

En algún punto de la línea de transmisión debe ser restaurada. Esto se efectúa introduciendo en la línea un dispositivo que primero examina el tren de pulsos distorsionados para ver si el nivel binario posible es 1 ó 0 y luego genera y transmite a la línea nuevos pulsos de acuerdo con el resultado del examen. Tal dispositivo se denomina repetidor regenerativo.

A la vez que se le vuelve a dar forma a los pulsos, se elimina el ruido agregado durante la transmisión, al menos si la amplitud de la señal de ruido no es suficientemente grande como para llevar la señal de código recibida a la zona incorrecta del nivel de decisión de un regenerador. Normalmente, la señal de código regenerada es idéntica a la señal de código original transmitida, como se observa en la Fig. 2.3.4.b.

Aún después de una gran cantidad de repetidores regenerativos, la señal de código es prácticamente idéntica a la señal original. Esta es la razón de la alta calidad de transmisión que se obtiene con los sistemas de transmisión con PCM.

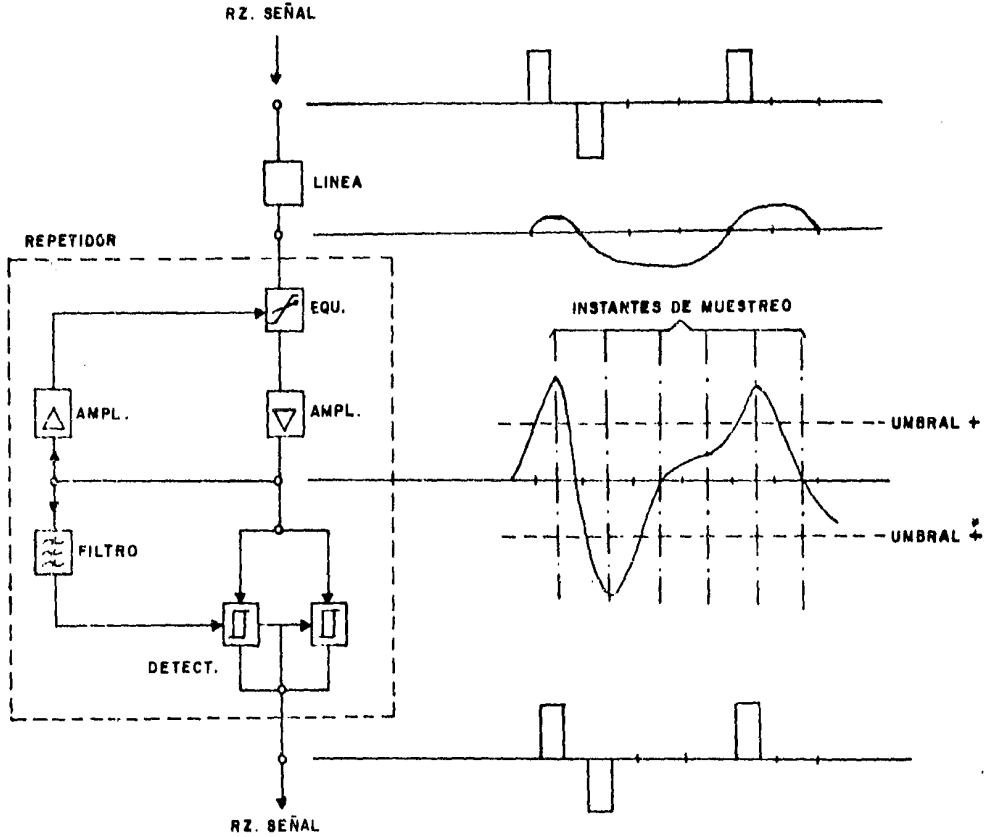


FIG. 2.3.4.B. FUNCION DEL REPETIDOR DE PCM.

### 2.3.5. CODIFICACION DE PAM/TDM A PCM/TDM

Varias señales en forma de pulsos pueden usar un itinerario de transmisión común si las señales tienen diferentes fases. En la Fig. 2.3.5.a. se muestra cómo tres señales PAM se multiplican por división de tiempo en la misma línea de transmisión. Los pulsos de las tres señales son entrelazados abriendo las compuertas de muestreo una por una cíclicamente. Durante un ciclo, la línea de transmisión recibe un impulso PAM de cada una de las señales participantes. Tal conjunto de pulsos se denomina Trama y el intervalo de tiempo que ocupa cada uno de estos pulsos se denomina Intervalo de Tiempo. En esta figura cada trama está compuesta de tres intervalos de tiempo.

En el lado de recepción los pulsos son distribuidos nuevamente. Esto se hace abriendo cíclicamente las compuertas de muestreo de la misma manera que en lado de transmisión.

Por supuesto, hay que tener el debido cuidado con la demora de transmisión. Por claridad esta demora fue omitida en la Fig. 2.3.5.a.

En el caso de las señales PCM, la multiplicación por división de tiempo se efectúa más a menudo antes

de que las muestras de las señales analógicas participantes se combinan en una línea de transmisión con PAM común. De este modo el equipo de codificación puede usarse en --múltiplex por división de tiempo. Esto se ve en la Fig.-2.3.5.b.

Se observa también que los pulsos PCM no son entrelazados pulso por pulso, sino palabra PCM por palabra PCM, denominándosele entrelazado de intervalos de -- tiempo.

Los sistemas PCM usados en telefonía son la -- mayoría de las veces sistemas TDM y se nombra PCM/TDM. -- Sin embargo el PCM se usa en ciertos casos sobre una base de un solo canal.

El CCITT recomienda dos sistemas PCM de pri-- mer orden, o primarios, para usar en telefonía; el siste-- ma de 32 canales y el sistema de 24 canales.

Como ya se mencionó, el muestreo de una señal se hace cada 125  $\mu$ seg.; si se utilizan 32 canales, resul-- ta que la medición de la amplitud se efectúa en un inter-- valo de 3.9  $\mu$ seg. (125  $\mu$ seg/32 canales), lo que es tam-- bién el tiempo total para 8 bits. Cada bit, pulso o no -- pulso, tiene por lo tanto una duración total de 448 nseg.

(3.9  $\mu$ seg/8). Por lo tanto, la frecuencia total de pulsos será 8 bits x 32 intervalos x 3,000 muestreos/segundo = 2,048 Kbits/seg.

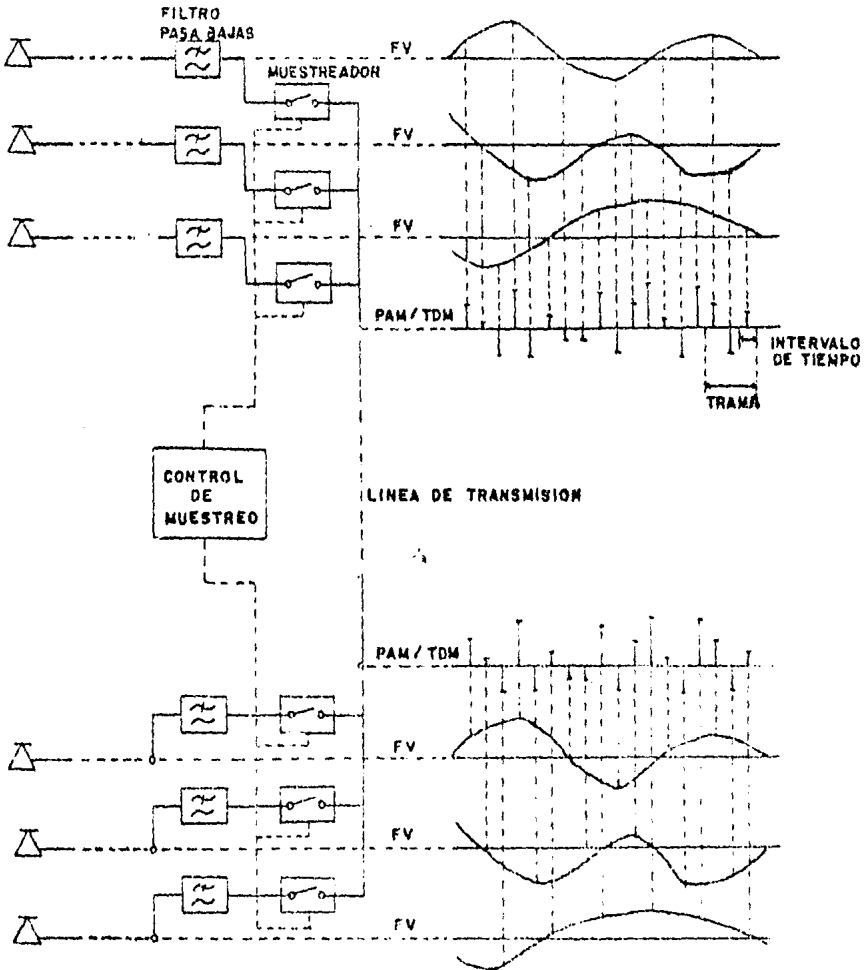


FIG. 2.3.5. a. SISTEMA DE TRANSMISION CON PAM CON MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)

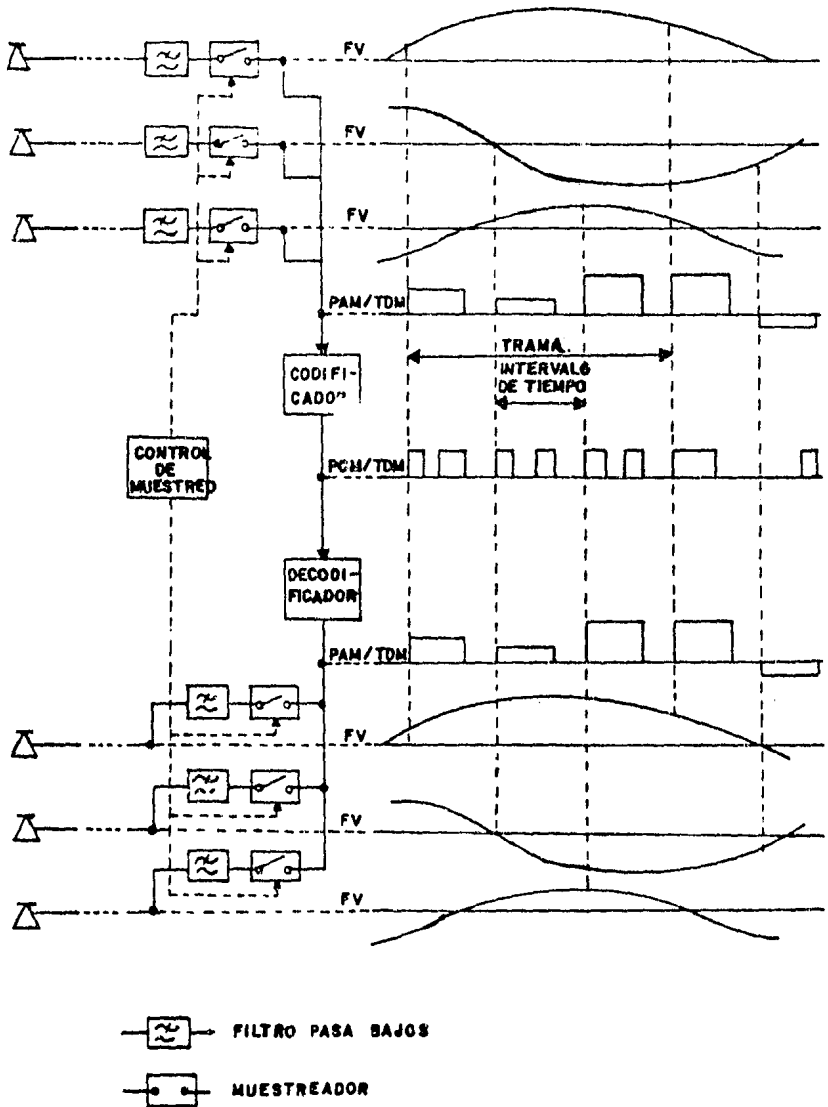


FIG. 2.3.5. b. SISTEMA DE TRANSMISION PCM/TDM.

### 2.3.6. ORGANIZACIÓN DE TRAMAS

El sistema de 32 canales convierte treinta canales de conversación analógica junto con uno de sincronización y uno de señalización en una señal digital.

La señal digital se divide en tramas, con una velocidad de repetición de 3,000 tramas/segundo. Esto es porque la frecuencia de muestreo es de 3,000 Hz y porque la trama contiene una muestra codificada binaria proveniente de cada una de las señales analógicas. Cada uno de los valores de amplitud se transmite pues en forma de ocho pulsos o no pulsos (ocho bits) en un intervalo de  $3.9 \mu\text{seg.}$  En total se transmiten 32 intervalos, uno para cada canal, dentro de un período de  $125 \mu\text{seg.}$  Estos 32 intervalos forman una trama y la estructura de esta señal digital se muestra en la Fig. 2.3.6.a.

Para que la transmisión sea correcta se requiere que los bits procedentes de un determinado canal de habla en la central emisora, se distribuyan al mismo canal de habla en la central receptora. Esto se consigue debido a que el intervalo cero ( $T_0$ ) de cada trama, contiene lo que se llama enganche de trama, lo que significa que una combinación de impulsos en el intervalo  $T_0$  es reconocido por el lado receptor que entonces sincroniza su equipo en



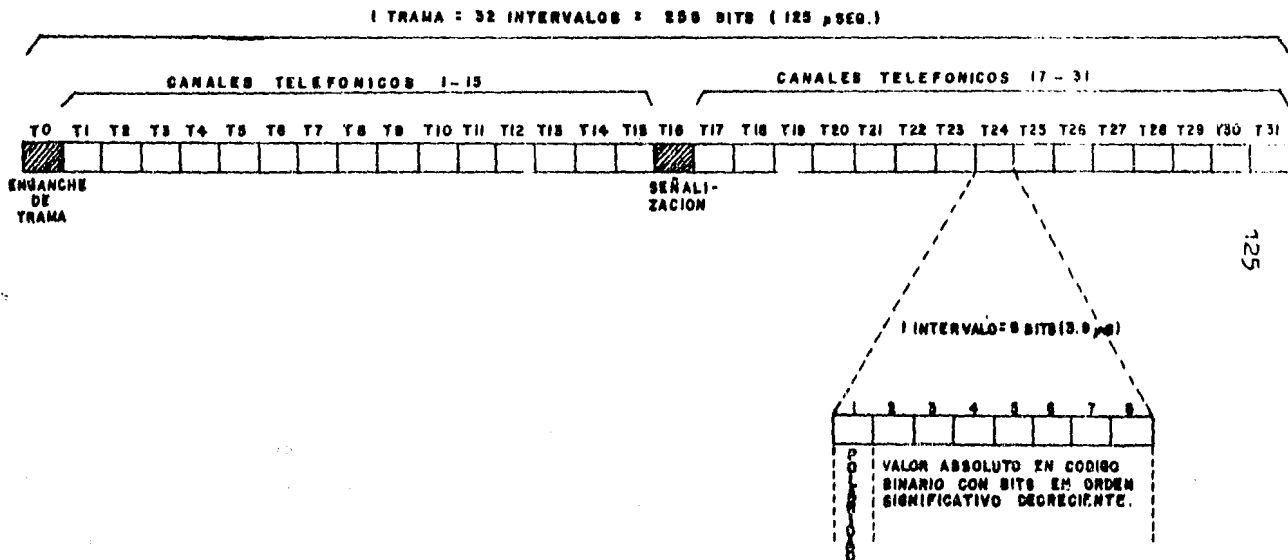


FIG. R.3.6.q. ESTRUCTURA DE LA TRAMA DEL MULTIPLEX PRIMARIO DE 32 CANALES.

relación a este intervalo, de modo que cada canal PCM pue  
de ser correctamente identificado.

### 2.3.7. SISTEMA DE MULTITRAMA

Este primer paso de la modulación múltiplex -  
que se ha efectuado en 32 (30+2) canales PCM, se llama --  
múltiplex primario. Una cantidad de sistemas de 32 cano--  
les se puede multiplicar para formar sistemas mayores, --  
con lo que una cantidad de tramas forman una multitrama, -  
reservándose el intervalo de tiempo de señalización según  
un determinado patrón.

La gran capacidad de señalización, 54 - - - -  
Ebits/seg., ofrece flexibilidad en la elección de esque--  
mas adecuados para diferentes propósitos, llamándoseles -  
sistemas múltiplex secundarios.

### 2.3.8. VENTAJAS Y USOS DEL PCM

Comparado con sistemas convencionales de modu  
lación, el sistema PCM es razonablemente atractivo como -  
una manera de comunicación eficiente y tiene mínimas res-  
tricciones sobre el tipo de mensajes que pueden ser trans  
mitidos.

El Sistema PCM ofrece ciertas ventajas para su uso, entre las que están:

- Con el uso de repetidoras regenerativas, es posible la transmisión en la cual la relación señal-ruido es casi independiente del número de repetidoras. Para obtener esta ventaja el único requerimiento es que el ruido, interferencias y otras perturbaciones sumen menos que la mitad de un paso cuantizado en cada repetidora regenerativa.
- La transmisión por PCM es casi independiente de la distancia y de la topología de la red. Las señales digitales se pueden regenerar en las repetidoras intermedias instaladas entre puntos de la ruta; además, dichas señales digitales pueden multiplexarse en puntos característicos previamente definidos en la red de comunicación. Es técnicamente posible, en PCM, la construcción de una extensa red de comunicación en la cual la calidad y nivel de recepción de la señal no se ve afectados por la distancia entre las terminales de la ruta.
- PCM presenta compatibilidad entre medios diferentes, o sea que pueden interconectarse cables, cadenas de radio o equipo de switcheo a la red PCM, sin tener que -

decodificar las señales digitales. Todo lo anterior - contribuye muy poco o nada a la distorsión de la señal, lo cual se traduce en buena recepción.

- PCM ofrece compatibilidad entre tráficos diferentes, ya que cualquier medio digital de conveniente capacidad puede llevar lenguaje codificado, como por ejemplo; señal telefónica, señal telegráfica, datos digitales, información visual codificada, mezcla arbitraria de lenguajes, etcétera. Los diferentes requerimientos para las señales anteriores se pueden especificar en las terminales y no afectar así a la trayectoria diseñada, con lo que la interferencia mutua entre diferentes tipos de tráfico puede despreciarse casi totalmente.
  
- Mediante PCM se puede incrementar la capacidad de ciertos medios existentes. El primer uso comercial importante de PCM fue en computadores electrónicos para comunicación telefónica; donde era posible usar múltiplex en pares de cables se experimentó y se usó el sistema PCM para canales telefónicos, y ésto se tradujo en un aumento de la capacidad del sistema.
  
- Al usar PCM se obtiene economía inmediata en ciertas aplicaciones. Las comunicaciones en sistemas telefónicos son exitosas no solo porque se usan eficientemente

todos los canales sino también porque el equipo es competitivo en costo con respecto a cualquier otra alternativa.

- El Sistema PCM ofrece economía futura en el diseño de sistemas. Desde que comenzó a usarse, el PCM es comercialmente barato considerando el costo del equipo. El uso de circuitos estandarizados, principalmente digitales, ofrece un panorama de abaratamiento a gran escala en la manufactura; además, el diseño de sistemas de este tipo es económicamente atractivo para muchas aplicaciones, siendo una de ellas el empleo de circuitos integrados para tráfico digital.
- Con PCM existe la posibilidad de nuevos usos. La forma digital se presta por sí misma en aplicaciones como almacenamiento y varias formas de procesamiento digital no fácilmente realizables de otra forma.
- El PCM se puede aplicar en nuevos medios de transmisión. Se están investigando medios tales como guías de onda, rayos de luz, etcétera, donde pueda aplicarse el PCM.

### 3. SISTEMA DE RADIOENLACE

Se puede definir un radioenlace como un sistema de telecomunicación que emplea el espacio libre como medio de transmisión.

En el servicio telefónico, las capacidades de transmisión existentes son muy variables, abarcando desde 1 hasta 2,700 canales. De acuerdo a esta capacidad se han establecido tres agrupaciones.

- a).- Sistemas de Banda Estrecha, para baja capacidad, -- las usuales son: 1, 5, 24, 60 y 120 canales.
- b).- Sistemas de Mediana Capacidad, para los enlaces de 300 ó 960 canales telefónicos.
- c).- Sistemas de Banda Ancha, o de alta capacidad, para 1,800 ó 2,700 canales.

#### 3.1. FRECUENCIAS DE OPERACION

El espectro de frecuencias empleado en la radiotransmisión se divide en gamas que se distinguen mediante una cierta nomenclatura.

A continuación se indican las designaciones -- aceptadas por el CCIR.

GAMA DE FRECUENCIAS	DESIGNACION	LONGITUD DE ONDA
3 - 30 KHz.	VLF	100 Km. - 10 Km.
30 - 300 KHz.	LF	10 Km. - 1 Km.
300 - 3,000 KHz.	VF	1 Km. - 100 m.
3 - 30 MHz.	HF	100 m. - 10 m.
30 - 300 MHz.	VHF	10 m. - 1 m.
300 - 3,000 MHz.	UHF	1 m. - 10 cm.
3 - 30 GHz.	SHF	10 cm. - 1 cm.
30 - 300 GHz.	EHF	1 cm. - 1 mm.

Los sistemas de radioenlace que operan actualmente, trabajan en las gamas de UHF y SHF.

La característica principal de estas ondas de radio es que su comportamiento es similar al de las ondas luminosas lo cual permite concentrar la energía transmitida en haces sumamente angostos de gran directividad. Esto se logra mediante reflectores y lentes electromagnéticos - en su sistema de radiación, de tal suerte que se pueden establecer enlaces punto a punto con una excelente calidad de transmisión y bajo requerimiento de potencia (menos de 10W generalmente). La separación promedio entre los extremos del enlace es de 50 Km.

### 3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El proceso de transmisión de una señal multicanal entre dos estaciones terminales se ilustra en la Fig. 3.2.a.

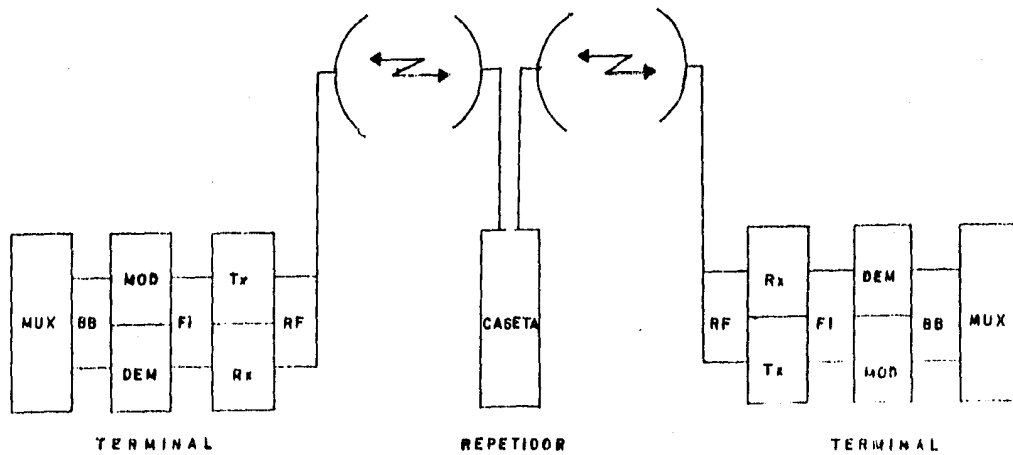


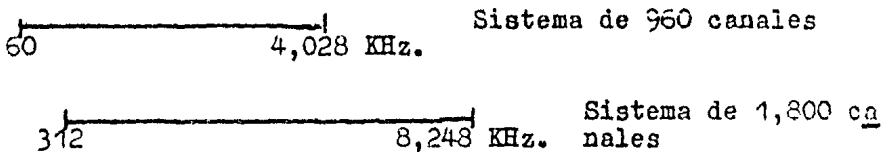
FIG. 3.2. a CONSTITUCION BASICA DE UN RADIOENLACE



en donde se pueden apreciar los siguientes pasos:

### 3.2.1. SECCION DE BANDA BASE

Los equipos de multicanalización FDM trasla-- dan los espectros de frecuencia de los canales de voz, pa-- ra que ocupen determinadas posiciones dentro de un espec-- tro mucho más amplio, conocido como "Banda Base".



Ahora bien, los rangos de frecuencia en los - que se extiende la Banda Base son de relativa baja fre--- cuencia, por lo que no es conveniente transmitirla direc-- tamente; el paso a seguir es convertirlas a la rana de ra-- diofrecuencia para cubrir las exigencias de un sistema de transmisión punto a punto.

### 3.2.2. SECCION DE FRECUENCIA INTERMEDIA

La gran mayoría de los sistemas de transmisión trabajan con el principio heterodino, el cual se caracteri-- za por la intercalación de una etapa intermedia en la trag-- lación de la banda básica a frecuencia de radio.

B.B. \_\_\_\_\_ F.I. \_\_\_\_\_ R.F.

La razón principal que justifica incluir esta etapa es la ventaja de trabajar a una sola frecuencia, lo cual redundará en:

- Simplificación en el diseño. Es más fácil trabajar con señales eléctricas a medida que su frecuencia es más baja, la mayor amplificación de un sistema de radioenlace se da en la etapa de FI (35 ó 70 MHz. normalmente).
- Se mejora la "selectividad". Para sintonizar una sola entre varias emisiones, resulta más conveniente variar una frecuencia local que actuar sobre un filtro variable.
- Se da mayor flexibilidad a los equipos. Las unidades moduladoras, amplificadoras e igualadoras pueden ser intercambiables.

### 3.2.3. SECCION DE RADIO-FRECUENCIA

En esta sección se modula la FI con una frecuencia local muy elevada (del orden de 2, 4 ó 6 GHz.) para producir la señal de radio frecuencia en el rango de las microondas. Esto es, que para lograr una alta eficiencia y gran direccionalidad en los enlaces punto a punto, se requiere que el sistema radiador tenga una longitud del

mismo orden que la longitud de onda de la señal radiada.

Si se transmitiese al aire una FI de 70 MHz, - se requeriría un elemento radiador de más de 4 metros de longitud, en cambio, transmitiendo una RF de 6 GHz, la longitud de onda es de 5 cm.

El equipo terminal típico comprende el ensamble de las unidades de radio, modulación y equipos auxiliares. En cuanto al equipo repetidor la conexión del receptor al transmisor en un sentido de emisión se hace en FI.

A continuación se muestran las configuraciones básicas del equipo de radio y modem (Fig. 3.2.b.), así como una disposición típica del equipo que interviene en un enlace telefónico de larga distancia por microondas (Fig. 3.2.c.).

#### 3.2.4. CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES

Las características fundamentales de un equipo de radio vienen dadas generalmente en los datos técnicos - que proporciona el fabricante:

- Capacidad. Indica el número máximo de canales cuando se trata de telefonía o el número de líneas cuando se trata de video.

- Banda de Frecuencia de Operación. Indica la cantidad de canales de RF posibles, separación entre banda superior e inferior, separación entre canales de RF, separación entre transmisor y receptor, etcétera.
- Disposición de Frecuencia. Por medio de una tabla de acuerdo a las recomendaciones del CCIR.
- Tipo de Modulación.
- Estabilidad de Frecuencia.
- Niveles de Transmisión (db o watts).
- Ganancia del Sistema.

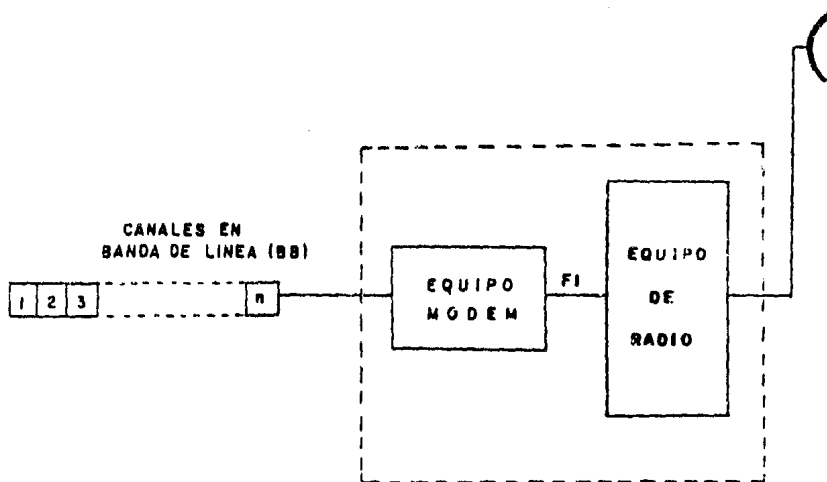


FIG. 3.2. b. EQUIPOS DE RADIO Y MODEM.

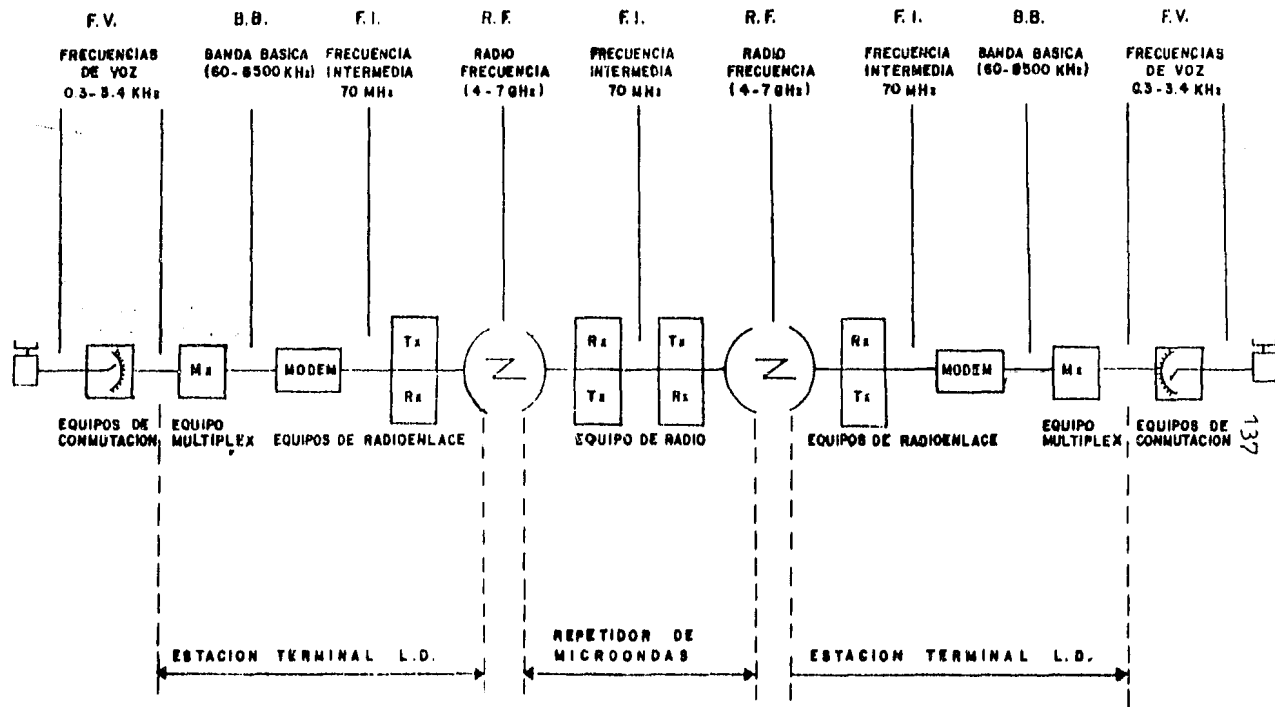


FIG. 3.2. c. DISPOSICION TIPICA DEL EQUIPO QUE INTERVIENE EN UN ENLACE TELEFONICO DE LARSA DISTANCIA POR VIA DE MICROONDAS.

### 3.3. EQUIPO MODEM

Sirve para convertir en la dirección de transmisión el contenido de la señal de banda base en frecuencia intermedia (F.I.) de 70 MHz. La banda base comprende frecuencias desde pocos Hz hasta 10 MHz, es decir; se puede transmitir una señal proveniente de un sistema multicanal compuesta de 1,800 canales telefónicos.

En el sentido de recepción el promedio se realiza a la inversa, es decir; el nivel de señal de F.I. que se recibe del receptor se transforma en banda base.

Los modems se emplearán únicamente en estaciones terminales, en las estaciones repetidoras únicamente se utilizarán cuando se desee agregar una información o -- cuando se desee sacar parte de ella.

En la trayectoria de transmisión la banda base se amplifica, después se agrega la frecuencia piloto que sirve para señalización y control de la operación del equipo. Este piloto se agrega a través del preénfasis del modulador, el cual mantiene constante la frecuencia central de la banda transmitida en forma automática, a la salida del modulador se inyecta al equipo radio una señal de F.I. modulada en frecuencia que contiene la banda base modulada en amplitud. En igual forma en las estaciones repetidoras

las señas F.I. provenientes del receptor pasará hacia el transmisor.

En la dirección de recepción la banda de F.I. proveniente del radio alimenta al demodulador, este demodulador transforma nuevamente la F.I. en banda básica. A continuación se muestra en la Fig. 3.3.a. un diagrama a bloques del equipo modem.

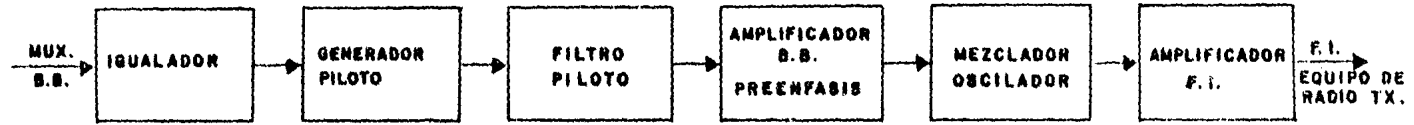
#### 3.4. SISTEMAS DE CONMUTACION AUTOMATICA

Los métodos de protección más usuales consisten en disponer de un equipo de reserva para una o varias líneas de enlace. Este equipo de reserva entra en servicio en forma automática al detectar un corte (falta de piloto) o una disminución de la relación señal a ruido. Este método es conocido como protección por Diversidad de Frecuencia.

El estudio de los sistemas de conmutación automática parte de dos principios fundamentales éstos son: -- Conmutación Automática por Equipos y Conmutación Automática por Secciones de Radioenlace.

En sistemas de radioenlace con conmutación de acuerdo con el primer principio, a cada equipo de transmi-

### MODULADOR



### DEMODULADOR



140

FIG. 3.3. e. DIAGRAMA A BLOQUES DEL EQUIPO MODEM.



sión normal está asociado otro de reserva, que de manera automática toma las funciones del normal, si es necesario. Ya que los criterios de conmutación son proporcionados -- por los diferentes equipos de transmisión, a este principio se le denomina Conmutación de Reserva por Equipo.

Es evidente que la conmutación debe efectuarse a la entrada y a la salida del equipo correspondiente, en un sistema de radioenlace, por ejemplo, en la banda de F.I. o de R.F. Esta disposición exige una gran cantidad de equipos adicionales y por lo tanto no es lo suficientemente segura. Además, la conmutación al comienzo o al final de un trayecto de radio, puede causar operaciones -- innecesarias en los trayectos siguientes. Por estas razones, este principio fue pronto abandonado.

El segundo principio, trata de dispositivos de conmutación que en caso de empeoramiento de la calidad de transmisión efectúan la transferencia automática de líneas completas de radio a líneas de reserva. Para facilitar -- los trabajos de medición y mantenimiento, esta conmutación puede iniciarse también manualmente. Una sola línea de reserva se puede también utilizar para proteger varias líneas normales. Un enlace de radio protegido se divide en secciones de conmutación, las cuales normalmente comprenden más de un tramo.

De lo anterior es evidente que para la ejecución de las operaciones de conmutación es necesario, proveer un canal independiente para transmitir las señales de control entre los extremos transmisor y receptor de la sección de conmutación.

En la Fig. 3.4.a. se muestra una representación esquemática de un sistema de microondas en el cual se indican los tres puntos en los que es posible insertar los equipos de conmutación automática.

La conmutación en los puntos A y A' es denominada conmutación en banda base. Esta se efectúa a la entrada del modulador y a la salida del demodulador.

La conmutación en los puntos B y B' se le llama conmutación en frecuencia intermedia F.I. y es la más utilizada, ésta se efectúa a la salida del modulador y a la entrada del demodulador.

Y por último la llamada conmutación a nivel de radiofrecuencia en los puntos C y C', esta conmutación se efectúa a la salida del transmisor y a la entrada del receptor, cabe mencionar que éste método no es muy usual debido a que se tiene que usar una gran cantidad de equipo para determinar los criterios de evaluación para efectuar dicha conmutación.

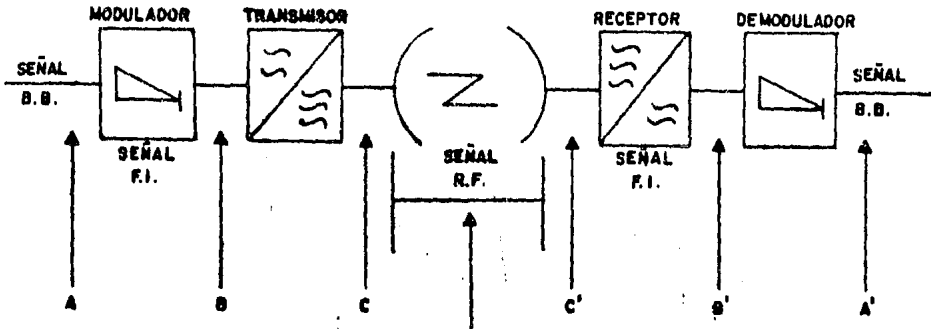


FIG. 3.4. a. POSIBILIDADES DE INSERCIÓN PARA EQUIPOS DE CONMUTACION AUTOMÁTICA.

### 3.5. SISTEMA DE CONTROL REMOTO Y ALARMAS

También llamados sistemas de señalización, tiene la función de identificar, transmitir, recibir, elaborar y presentar las señales que muestran el estado operativo del sistema. Tales señales pueden indicar averías en el equipo de radio o en el de alimentación, falla del suministro local de energía eléctrica, etcétera.

La alta seguridad de funcionamiento de los modernos equipos de comunicación a larga distancia permite la operación no atendida de la mayoría de las estaciones - repetidoras de los enlaces de radio o de cable.

Los equipos de conmutación automática reducen a un mínimo las interrupciones de la transmisión, señalando a la vez la causa de la perturbación al centro de supervisión.

Los equipos de telecontrol y teleindicación constituyen los elementos de enlace entre las instalaciones técnicas en las estaciones no atendidas y el operador que controla y supervisa desde una central un gran número de tales estaciones.

En telesupervisión, se distingue entre teleindicación y telemedición; en telemando, entre teleconmutación y teleajuste. En el primer caso, la información es transmitida a través de una vía de indicación desde los equipos de la estación no atendida hacia el centro de supervisión, en el segundo, a través de una vía de mando -- desde el centro de supervisión al equipo de la estación no atendida.

En la Fig. 3.5.a. se muestra un radioenlace con canal de reserva y conmutación automática y la teleseñalización respectiva.

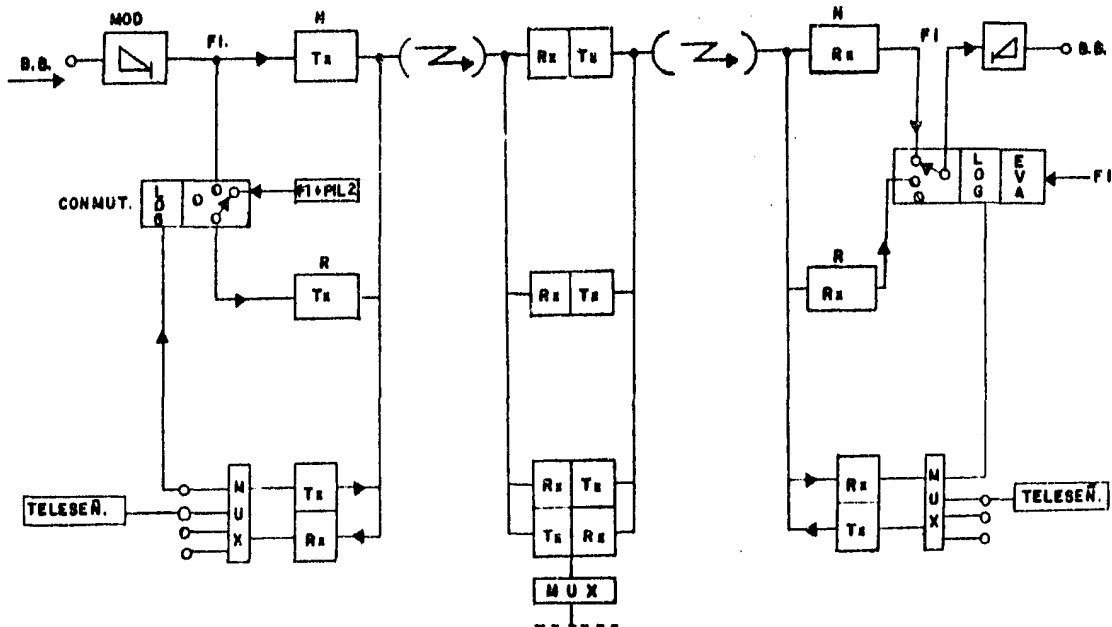


FIG. 3.5.6 CONMUTACION AUTOMATICA Y TELESEÑALIZACION.

## 4. FUNDAMENTOS PARA LA PROYECCION DE SISTEMAS TELEFONICOS

Para tener una idea de las proporciones que guardan las inversiones de un sistema telefónico y así poder evaluar la importancia desde el punto de vista económico de los factores de planeación necesarios, a continuación se enlistan acompañados del porcentaje de inversión del costo por línea de abonado para un sistema telefónico nacional.

Equipo de abonado	5%
Planta externa	35%
Centrales telefónicas para tráfico local	20%
Terrenos y edificios	5%
Centrales telefónicas automáticas para tráfico de L.D.	5%
Red de larga distancia incluyendo radioenlaces, cable coaxiales y equipo de portadora	30%
	<u>100%</u>

Los factores enlistados dependerán totalmente del tipo de sistema, número de abonados que contendrá el sistema a proyectar así como el aumento futuro del mismo, por lo que se enfocará la información a un sistema de conmutación P/BX. Tomando como base un sistema telefónico nacional podemos enumerar sus componentes como:

- 1.- Número de abonados.
- 2.- Planta telefónica.
- 3.- Edificio.
- 4.- Red Interna y Red Externa.

#### 4.1. DETERMINACION DEL NUMERO DE ABONADOS

El número de abonados actuales y futuros deberá establecerse de acuerdo a las necesidades actuales y -- pronósticos de desarrollo del sistema telefónico, requi--- riéndose para la situación actual:

- a). Número total de teléfonos directos en servicio.
- b). Número de líneas privadas.
- c). Número de teléfonos públicos de alcancía.
- d). Número de extensiones locales.
- e). Número total de teléfonos.
- f). Número de abonados por teléfono directo.
- g). Número de abonados por línea privada.
- h). Número de abonados por teléfono público.
- i). Número de abonados por extensión local.
- j). Número total de abonados.
- k). Número de líneas directas.
- l). Número total de líneas.

Para pronosticar las necesidades para un desa-

rollo futuro de un sistema telefónico, podemos indicar algunas formas de predecir la densidad telefónica:

- a). Se puede fundamentar el crecimiento futuro en el desarrollo previo ya sea del número de teléfonos o del número de abonados donde se vaya a aplicar el sistema.
- b). Comparativamente con un sistema similar más avanzado, se puede pronosticar el crecimiento futuro.
- c). Se puede suponer que la densidad telefónica aumenta - de manera autónoma determinándose matemáticamente el crecimiento de la densidad telefónica.
- d). Se puede buscar factores económicos que definan el desarrollo telefónico y preveer el crecimiento telefónico en base al pronóstico de crecimiento de estos factores.

El concepto de densidad telefónica da el número de teléfonos en servicio por cada 100 abonados potenciales.

#### 4.2. PLANTA TELEFONICA

Una planta telefónica la podemos considerar -- constituida por el campo de conmutación o central telefónica, sistemas de rectificadores, baterías, sala de operadoras y distribuidores.



Al principio para determinar la capacidad en líneas de la central se tomará como base el número de abonados a quienes se proporcionará servicio, añadiendo un porcentaje de abonados de reserva de acuerdo al pronóstico de crecimiento de necesidades y con una tolerancia por error que se debe de considerar con la creación de nuevas áreas cuya necesidad no haya sido contemplada. La capacidad en el número de cordones o comunicaciones simultáneas dependerá del tráfico que se cursa por la central telefónica, ya sea estimado o medido, para lo cual se darán algunos conceptos básicos.

#### 4.2.1. CANTIDAD DE TRAFICO

Cuando un abonado lleva a cabo una llamada telefónica con otro abonado, aplica al equipo una carga llamada "cantidad de tráfico" cuya magnitud depende del tiempo de la conversación, es decir, del tiempo de ocupación del equipo. La cantidad total de tráfico de una central telefónica durante un tiempo determinado es igual al producto de las ocupaciones y del tiempo promedio de ocupación.

La cantidad de tráfico se mide en horas-conversación o también en llamadas hora, siendo ésta la cantidad de tráfico con la cual una ocupación de una hora de dura-

ción carga a una central (ST). A veces se usa también una unidad sesenta veces más pequeña que la hora-conversación: se trata del minuto-conversación (ST).

Para mejor comprensión de lo expuesto anteriormente se verá un ejemplo: supongamos que en una hora 100-abonados cargan una central telefónica con 200 ocupaciones, es decir conversaciones, y cada ocupación tiene una duración promedio de 1.5 minutos. El total de tráfico de estos abonados será por lo tanto el producto de 200 y 1.5 es decir 5 hora-conversación o lo que es lo mismo 300 minuto-conversación.

#### 4.2.2. INTENSIDAD DE TRAFICO

Se entiende por intensidad de tráfico la cantidad de tráfico en la unidad de tiempo. La hora suele utilizarse como la unidad de tiempo en los cálculos de tráfico, por consiguiente la "intensidad de tráfico" se mide en horas-conversación por hora; si se usa como base el minuto-conversación, la intensidad se mide en minuto-conversación por hora.

La unidad de "intensidad de tráfico" se denota en erlang, siendo éste el valor promedio del número de ocupaciones simultáneas durante un período de observación de-

linido (una hora) y se calcula según la fórmula:

$$A = y \cdot s$$

donde:

A = Tráfico telefónico (Erlangs).

y = Cantidad de conferencias/unidad de tiempo.

s = Tiempo medio de ocupación de una conversación.

En el ejemplo visto anteriormente, se puede -- calcular la "intensidad media de tráfico durante la hora - observada dividiendo 5 ST entre 1 hora, resulte por lo tanto 5 erlangs. Si se divide 5 erlangs entre los 100 abonados se obtiene 0.05 erlangs como valor medio de la intensidad de tráfico por cada abonado.

Otro ejemplo sería que en una hora un abonado realizó 4 llamadas y la duración media de ellas fue de 1.5 min. la intensidad de tráfico resultante será:

$$A = \frac{1.5(4)}{60} = \frac{6 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 0.1 \text{ erlang}$$

El tiempo total de ocupación para una conversaci

ción telefónica, abarca el tiempo que toma la conexión de la comunicación, la conversación en sí misma entre los abogados y la desconexión.

#### 4.2.3. VARIACIONES DEL TRAFICO CON EL TIEMPO

Puesto que el tráfico telefónico presenta grandes variaciones conforme transcurre el tiempo, sería engañoso hacer uso del valor promedio. Por ósto se ha llegado al acuerdo de que para los cálculos de tráfico, se emplee el tráfico promedio durante la "hora pico", la cual se define como los sesenta minutos de un día durante el cual el tráfico a largo plazo es más intenso.

A diferentes horas del día, a diferentes días de la semana y a diferentes semanas del año, se obtienen intensidades de tráfico que difieren bastante entre sí. En la Fig. 4.2.3.a. se muestra como ejemplo la gráfica de las variaciones de tráfico telefónico durante un día, una semana y un año.

#### 4.2.4. PRINCIPIOS DEL CALCULO DE ORGANOS DE CONEXION

En primer punto se sabe que el número de órganos de conexión (circuitos cordón) determinan el número de conversaciones simultáneas que pueden llevarse a cabo a --

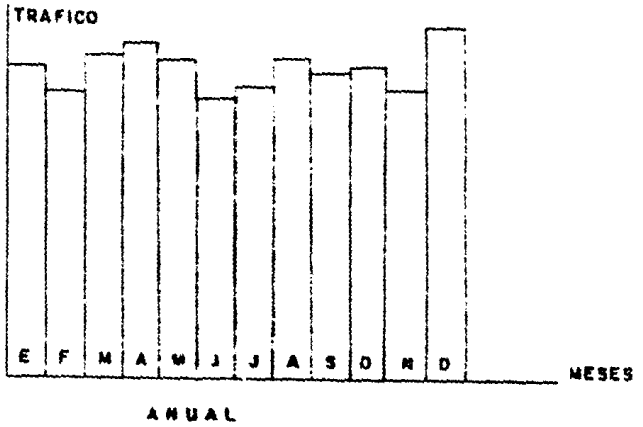
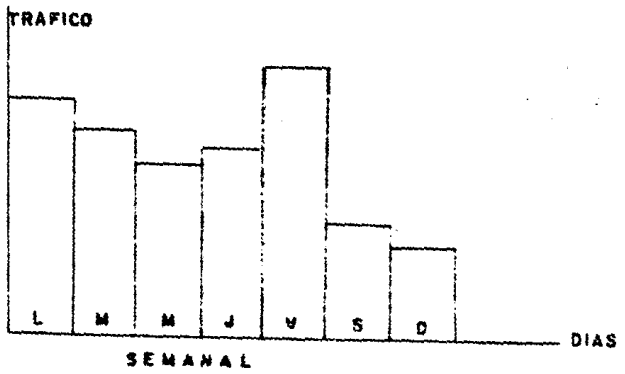
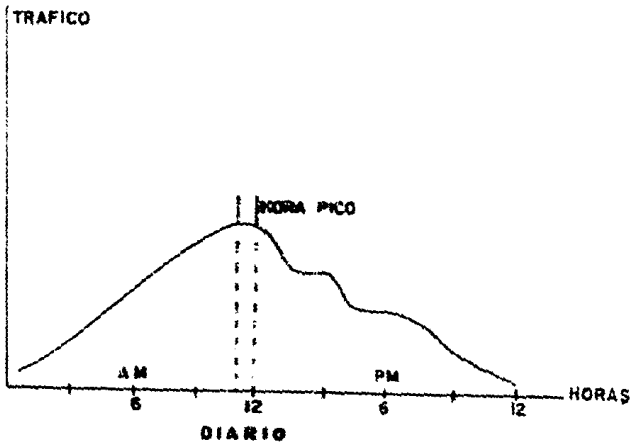


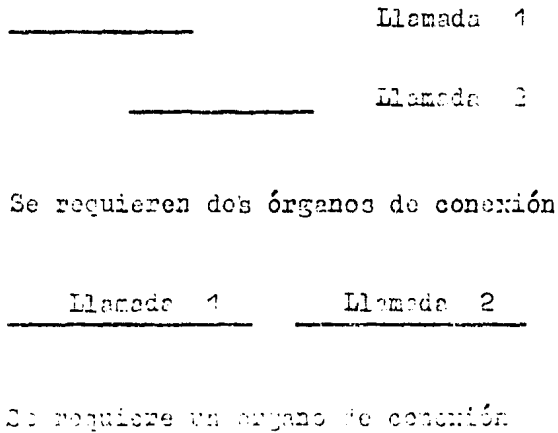
FIG. 4.2.3. a VARIACION DEL TRAFICO

través del sistema. Es obvio, por lo tanto que el número de órganos de conexión no debe de ser demasiado bajo, porque si fuera así el cuadro no estaría capacitado para dar un servicio satisfactorio a los abonados conectados a él. Por otro lado, el número de circuitos cordón tampoco deberá ser demasiado grande, puesto que cada dispositivo implica un costo adicional y un gran número de ellos tendería a aumentar excesivamente el precio del cuadro.

El cálculo de órganos es por lo tanto, uno de los factores más importantes al proyectar la economía de un sistema telefónico. El siguiente breve resumen dará una idea de los principios fundamentales en los cuales están basados los métodos que más frecuentemente se emplean.

Cada vez que se efectúa una llamada al sistema, se ocupa uno de los órganos de conexión. Es evidente que si se ocupa el sistema durante un período largo, el tráfico que cursa resulta más pesado que si este período fuera corto. Razonando de la misma manera se infiere que dos períodos de ocupado de igual duración indican una carga mayor que un solo período de la misma duración. La carga de tráfico en un cuadro depende por lo tanto, de la suma de las duraciones de las llamadas. La unidad que se usa para indicar la carga de tráfico es "llamada-hora".

La magnitud de la carga de tráfico no indica necesariamente el número de órganos de conexión requeridos para cursar dicho tráfico, es decir, si llegan dos llamadas simultáneamente, se requieren dos órganos, pero si la segunda no llega sino hasta que la primera ha sido completada, basta un solo dispositivo. (Ver Fig. 4.2.4.a.)



**FIG. 4.2.4. a. PRINCIPIOS DEL CALCULO DE ORGANOS DE CONEXION.**

Se puede demostrar que la densidad de tráfico en cualquier momento dado, es decir, la densidad de tráfico momentánea, medida en erlangs es siempre igual al número de llamadas simultáneas en progreso. Si se supiere la densidad de tráfico momentánea a través de un sistema, sería relativamente fácil calcular el número de órganos requeridos, pero rara vez se conoce este dato.

En cambio, basándose en los conocimientos de las costumbres telefónicas de los abonados, se puede determinar bastante bien la densidad promedio de tráfico que -- suele haber durante un período más largo de tiempo. Dicha densidad promedio sufre variaciones considerables durante un día, semana, mes, año, por lo que se calcula durante la hora-pico del día, ya que dicha densidad es bastante fácil de determinar con suficiente precisión.

Se verá pues que la única información disponible en cuanto al tráfico que se puede esperar en una instalación telefónica es que la intensidad o densidad promedio de tráfico durante la hora-pico de un día ordinario tiene cierto valor. De ahí en adelante se tiene que contar con que cada abonado hace sus llamadas cuando quiera y mantiene los órganos de conexión ocupados el tiempo que guste. No es mucho en que basarse, pero es suficiente puesto que si se puede contar con el capricho de los abonados, se puede también contar con que las llamadas llegarán a horas arbitrariamente distribuidas y su duración también será distribuida al azar alrededor de un período de duración promedio.

Siendo este el caso también se podría tratar el problema por medio de los cálculos de probabilidad basados en la hipótesis que únicamente la casualidad puede de-



cidir lo que puede ocurrir en cualquier caso dado en un momento dado.

La probabilidad de que todos los abonados de una central de 100 líneas efectuaran una llamada dentro un intervalo de un segundo por ejemplo, podría ser calculada por la fórmula:

$$E_{1,n}(A) = \frac{A^n}{n!} \frac{1}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^n}{n!}}$$

y aunque esta posibilidad resultaría en extremo pequeña, no sería igual a cero. Es evidente, por lo tanto que siempre existiría el riesgo de que el número de órganos de conexión fuera insuficiente si fuera menor que el número de abonados. Un cuadro provisto de una cantidad tan grande de órganos de conexión resultaría sin embargo sumamente caro.

En la práctica el número de órganos necesariamente tiene que ser mucho menor que el número de abonados, aunque con cada órgano que se suprime aumenta el riesgo de que un abonado que llama no encuentre un órgano de conexión libre para cursar su llamada. La probabilidad de llamadas-pérdida que indica el porcentaje del número de llamadas que probablemente se pierden debido a que todos los órganos están ocupados, constituyen una medida de este ries-

go. En la práctica se verá que es posible reducir la cantidad de órganos considerablemente sin causar que la probabilidad de llamadas-perdidas llegue a valores peligrosamente elevados.

La curva de la Fig. 4.2.4.b. demuestra la relación aproximada entre la probabilidad "B" y el número de órganos de un sistema de 100 líneas normalmente cargado. En realidad todo el cálculo de órganos se basa en la intensidad promedio de tráfico durante la hora-pico y no en el número de abonados previamente supuesto. No ha de causar sorpresa que la densidad promedio de tráfico aparezca en la fórmula para calcular la probabilidad de que la densidad momentánea de tráfico no exceda de un valor dado. Esto será evidente si se considera el hecho de que dicha probabilidad aumenta a medida de que aumenta la densidad promedio de tráfico. Esto se debe a que la densidad momentánea de tráfico siempre fluctúa alrededor del promedio y que mientras más grande sea la desviación de este promedio, menor será su probabilidad.

Los resultados de los cálculos de probabilidad se dan generalmente en forma de gráficas que demuestran la relación entre la densidad promedio de tráfico durante la hora-pico y el número de órganos de conexión requerido, cada curva representa una probabilidad de llama-

das-perdidas determinada. (Ver Fib. 4.2.4.c.)

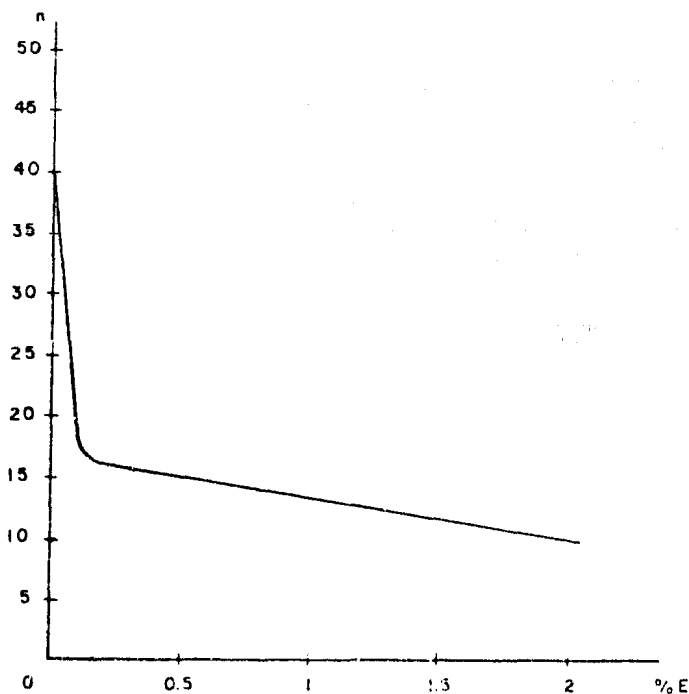


FIG. 4.2.4.b. CURVA DEMOSTRANDO EL NUMERO DE ORGANOS DE CONEXION REQUERIDOS (n) COMO FUNCION DE LA PROBABILIDAD DE LLAMADAS PERDIDAS (E) EN UN PASO DETERMINADO.

El valor normal de esta probabilidad varía de 0.01% a 1.0% lo que corresponde a una pérdida permisible de una llamada en mil o en cien, debido a la falta de órganos de conexión libres.

El matemático danés A. K. Erlang desarrolló --

una expresión para conocer la proporción de llamadas perdidas en la disponibilidad total de un grupo que contiene  $n$ -circuitos y en la que cualquier llamada que no encuentre un circuito libre ésta sea perdida; la expresión es:

$$E_{1,n}(A) = \frac{\frac{A^n}{n!}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^n}{n!}}$$

Donde:  $A$  = Flujo de tráfico ofrecido (Erlangs)

$n$  = Número de circuitos

Frecuentemente esta fórmula es usada para estimar el número de circuitos requeridos dependiente del tráfico en las plantas telefónicas. Cabe mencionar que esta fórmula se mencionó en el Capítulo 1.

Las relaciones entre el número de circuitos  $n$ , el tráfico ofrecido  $A$  y la probabilidad de congestión  $E_{1,n}(A)$  establecida anteriormente involucra algo de trabajo, como bastantes cálculos numéricos por lo que consecuentemente las tablas que a continuación se muestran son necesarias.

El breve resumen anterior de los principios --

Offered traffic flow A in erlang

n	Loss Probability (E)										n
	0.0001	0.0005	0.001	0.005	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
51	26.727	33.755	37.731	42.194	47.102	52.451	58.211	64.343	70.802	77.534	51
52	27.511	34.479	38.459	42.928	47.838	53.188	58.948	65.080	71.539	78.271	52
53	28.279	35.219	39.200	43.704	48.617	53.967	59.727	65.859	72.311	79.044	53
54	29.033	35.934	39.912	44.422	49.337	54.687	60.447	66.581	72.974	79.693	54
55	29.772	36.636	40.617	45.082	50.000	55.344	61.100	67.260	73.611	80.327	55
56	30.497	37.327	41.314	45.764	50.620	56.042	61.780	67.960	74.229	80.944	56
57	31.175	37.976	41.970	46.448	51.291	56.773	62.483	68.682	74.829	81.544	57
58	31.815	38.604	42.654	47.134	51.924	57.495	63.203	69.426	75.411	82.127	58
59	32.427	39.214	43.268	47.821	52.529	58.198	63.943	70.181	75.974	82.693	59
60	33.012	39.807	43.823	48.511	53.181	58.885	64.700	70.947	76.527	83.244	60
61	33.579	40.384	44.411	49.202	53.853	59.557	65.475	71.722	77.071	83.781	61
62	34.129	40.947	45.020	49.895	54.553	60.214	66.188	72.517	77.605	84.304	62
63	34.663	41.496	45.641	50.599	55.281	60.857	66.928	73.326	78.129	84.814	63
64	35.182	42.032	46.284	51.314	56.037	61.588	67.694	74.150	78.644	85.319	64
65	35.687	42.556	46.949	52.041	56.819	62.301	68.487	74.984	79.149	85.819	65
66	36.178	43.069	47.636	52.780	57.634	63.097	69.307	75.831	79.644	86.314	66
67	36.656	43.571	48.345	53.531	58.482	63.896	70.154	76.592	80.129	86.804	67
68	37.121	44.063	49.076	54.292	59.363	64.688	71.037	77.367	80.604	87.289	68
69	37.574	44.546	49.839	55.068	60.276	65.473	71.946	78.156	81.071	87.769	69
70	38.016	45.020	50.634	55.888	61.221	66.251	72.881	78.959	81.524	88.244	70
71	38.447	45.486	51.471	56.733	62.198	67.022	73.842	79.776	81.963	88.714	71
72	38.868	45.944	52.331	57.603	63.108	67.787	74.829	80.607	82.393	89.179	72
73	39.279	46.394	53.215	58.507	64.051	68.537	75.842	81.456	82.814	89.639	73
74	39.680	46.837	54.124	59.435	65.027	69.272	76.881	82.319	83.227	90.094	74
75	40.072	47.273	55.058	60.388	66.046	70.093	77.946	83.196	83.632	90.544	75
76	40.455	47.702	56.015	61.365	67.000	70.900	79.039	84.087	84.029	90.989	76
77	40.830	48.124	56.996	62.366	67.935	71.693	80.158	84.994	84.417	91.429	77
78	41.197	48.540	58.001	63.391	68.907	72.472	81.303	85.917	84.797	91.864	78
79	41.557	48.950	59.030	64.439	69.917	73.237	82.484	86.856	85.169	92.294	79
80	41.910	49.354	60.083	65.510	70.964	74.089	83.691	87.811	85.534	92.719	80
81	42.257	49.753	61.159	66.604	72.048	74.934	84.924	88.782	85.893	93.139	81
82	42.600	50.147	62.258	67.720	73.169	75.769	86.193	89.769	86.247	93.554	82
83	42.938	50.536	63.389	68.860	74.327	76.595	87.488	90.772	86.596	93.964	83
84	43.272	50.920	64.551	70.027	75.522	77.412	88.818	91.791	86.940	94.369	84
85	43.602	51.299	65.734	71.221	76.487	78.237	89.983	92.826	87.279	94.769	85
86	43.928	51.673	66.947	72.441	77.490	79.052	91.184	93.877	87.614	95.164	86
87	44.251	52.043	68.190	73.687	78.731	79.857	92.421	94.944	87.945	95.554	87
88	44.571	52.409	69.463	74.959	79.999	80.652	93.695	96.027	88.272	95.939	88
89	44.888	52.772	70.766	76.257	81.294	81.437	94.971	97.126	88.595	96.319	89
90	45.202	53.132	72.099	77.581	82.616	82.212	96.272	98.241	88.914	96.694	90
91	45.513	53.489	73.462	78.932	83.869	82.977	97.598	99.372	89.229	97.064	91
92	45.821	53.843	74.853	80.309	85.156	83.732	98.949	100.519	89.544	97.429	92
93	46.127	54.194	76.274	81.722	86.477	84.477	100.324	101.682	89.855	97.789	93
94	46.430	54.542	77.725	83.171	87.832	85.212	101.713	102.861	90.162	98.144	94
95	46.731	54.887	79.206	84.646	89.221	85.937	103.127	104.056	90.465	98.494	95
96	47.030	55.230	80.717	86.146	90.644	86.652	104.566	105.267	90.764	98.839	96
97	47.327	55.571	82.258	87.671	92.099	87.357	106.031	106.494	91.059	99.179	97
98	47.622	55.910	83.829	89.221	93.587	88.052	107.521	107.737	91.351	99.519	98
99	47.915	56.247	85.430	90.796	95.109	88.737	109.036	108.996	91.640	99.854	99
100	48.207	56.582	87.061	92.395	96.664	89.412	110.576	110.271	91.926	100.184	100
101	48.498	56.915	88.722	94.018	98.214	90.077	112.141	111.562	92.209	100.509	101

TABLA 4.2.4.a. FLUJO DE TRAFICO OFRECIDO PARA VALORES DADOS DE E Y n.

162  
Loss Probability

n = 170 - 180  
A = 100 - 150

A	Number of devices n										A	
	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179		180
107												107
108	100153-9											108
109	821103-9	116939-9										109
110	355042-9	232744-9	145764-9									110
111	733545-9	446052-9	271221-9	163225-9								111
112												112
113	123191-9	843528-9	518710-9	314388-9	189721-9	113953-9						113
114	254803-9	157674-9	972945-9	599123-9	363125-9	219274-9	132434-9					114
115	462326-9	292193-9	178191-9	111009-9	64493-9	41616-9	25413-9	153117-9				115
116	674999-9	521032-9	327516-9	204717-9	127265-9	78473-9	49193-9	29511-9	17317-9	10749-9		116
117	145755-7	920123-8	568779-8	370095-8	23235-8	144743-8	82422-9	53010-8	33103-9	2101-9	124652-9	117
118												118
119	253959-7	162121-7	104194-7	652633-8	418253-8	253261-8	164933-8	102738-8	63191-9	333529-9	237312-9	119
120	403947-7	261835-7	181735-7	116337-7	74412-7	47184-8	29764-8	18036-8	11641-8	72118-9	445120-9	120
121	733331-7	450310-7	312754-7	202481-7	130332-7	824127-8	53012-8	333674-8	21103-9	10205-8	92279-9	121
122	102228-6	807913-7	577174-7	349387-7	228149-7	148382-7	93420-8	595912-8	37302-8	23317-8	148124-8	122
123	201128-5	134035-6	833104-7	563820-7	338127-7	249341-7	161334-7	104271-7	63710-8	33303-8	26913-8	123
124												124
125	325577-6	219523-6	145814-6	975132-7	645144-7	423852-7	277014-7	179931-7	116010-7	747144-8	477231-8	125
126	501011-6	333120-6	229711-6	162990-6	10701-7	709837-7	497129-7	306394-7	193547-7	125534-7	834270-8	126
127	821103-6	538987-6	338193-6	221224-6	179352-6	117255-6	77949-7	51521-6	33150-7	221249-7	141320-7	127
128	102342-5	695917-6	610138-6	413283-6	293973-6	191277-6	129142-6	85450-7	56812-7	31012-7	24920-7	128
129	200055-5	139233-5	890101-6	553955-6	453914-6	308131-6	203203-6	142259-6	93691-7	60218-7	411510-7	129
130												130
131	101373-5	214219-5	149101-5	102920-5	71401-6	422276-6	314279-6	205201-6	151144-6	111134-6	632814-7	131
132	400111-5	528141-5	410111-5	261407-5	161407-5	776570-6	521034-6	362244-6	24111-6	111111-6	111111-6	132
133	695820-5	461010-5	307166-5	244391-5	171703-5	119703-5	829110-6	571920-6	391120-6	281144-6	191144-6	133
134	101129-4	727191-5	500181-5	333101-5	211101-5	142101-5	121191-5	852391-5	511101-5	401101-5	311101-5	134
135	147359-4	1067101-4	772399-4	559101-5	393101-5	274322-5	193149-5	142259-5	93691-6	619101-5	491101-5	135
136												136
137	212320-4	136220-4	112320-4	712220-5	538147-5	418319-5	297101-5	203916-5	147324-6	102330-6	714611-6	137
138	312780-4	223103-4	163383-4	118791-4	81911-4	621113-5	444287-5	316271-5	201175-5	151111-5	112311-6	138
139	427274-4	317173-4	234111-4	171914-4	128164-4	91591-5	657111-5	471403-5	312111-5	211111-5	151111-5	139
140	511103-4	416166-4	328101-4	249144-4	181111-4	133111-4	910111-5	639111-5	491111-5	351111-5	251111-5	140
141	611111-4	621104-4	469191-4	347324-4	251111-4	169199-4	139112-4	107101-4	751111-5	519111-5	371111-5	141
142												142
143	112577-3	853777-4	648788-4	489395-4	350130-4	269709-4	199213-4	142012-4	102810-4	780445-5	580474-5	143
144	182022-3	116701-3	811111-4	573113-4	410114-4	375016-4	282213-4	213333-4	153114-4	112114-4	810011-5	144
145	204255-3	157653-3	102370-3	922533-4	700129-4	523170-4	366337-4	295314-4	219324-4	161000-4	118211-4	145
146	271182-3	210552-3	160116-3	128122-3	987124-4	728118-4	549594-4	412164-4	317374-4	224054-4	159111-4	146
147	368326-3	279220-3	217350-3	161409-3	123131-3	936272-4	768124-4	572416-4	400124-4	302131-4	243127-4	147
148												148
149	404401-3	306300-3	267579-3	224581-3	174383-3	134243-3	102503-3	785201-4	591014-4	441133-4	329111-4	149
150	519343-3	476479-3	376109-3	299575-3	231203-3	179123-3	131103-3	101172-3	814920-4	619143-4	467111-4	150
151	769701-3	619100-3	489394-3	316343-3	244303-3	209196-3	145403-3	141111-3	110403-3	859734-4	619111-4	151
152	919571-3	793714-3	638402-3	501021-3	397043-3	319281-3	241181-3	191111-3	144101-3	114333-3	819111-4	152
153	172144-2	913111-3	700256-3	643113-3	514397-3	407839-3	321111-3	251111-3	191201-3	153124-3	117111-3	153
154												154
155	152202-2	121431-2	101191-2	818274-3	657113-3	528113-3	414293-3	319211-3	245781-3	209111-3	159144-3	155
156	191132-2	154343-2	126776-2	103219-2	825133-3	678111-3	521111-3	421111-3	317111-3	213111-3	151111-3	156
157	237507-2	191061-2	157444-2	129106-2	10591-2	853111-3	671111-3	551111-3	421111-3	313111-3	213111-3	157
158	272316-2	233882-2	194333-2	160181-2	131443-2	107794-2	811021-3	701111-3	584913-3	401124-3	310111-3	158
159	332113-2	284002-2	237205-2	197053-2	163911-2	131991-2	109167-2	868493-3	719629-3	577659-3	401111-3	159
160												160
161	405189-2	342236-2	287831-2	240542-2	200251-2	165401-2	138149-2	111440-2	926711-3	735640-3	519111-3	161
162	481353-2	409327-2	345249-2	291359-2	243277-2	202801-2	164136-2	136513-2	113433-2	847540-3	712511-3	162
163	568116-2	480207-2	413641-2	350230-2	291229-2	247211-2	210182-2	170128-2	140161-2	115265-2	942711-3	163
164	665229-2	572914-2	482603-2	419872-2	35421-2	298391-2	243643-2	209562-2	171102-2	143251-2	116611-2	164
165	775116-2	670363-2	577747-2	495176-2	422134-2	368291-2	303349-2	253383-2	219141-2	159201-2	145611-2	165
166												166
167	874432-2	780261-2	670363-2	582592-2	499125-2	420159-2	362135-2	309397-2	251101-2	219657-2	174111-2	167
168												168
169												169
170												170
171												171
172												172
173												173
174												174
175												175
176												176
177												177
178												178
179												179
180												180

TABLE 4 2 4 D. PROBABILIDAD DE CONGESTION PARA VALORES DADOS DE A Y n

fundamentales de la teoría de cálculos de los órganos de conexión no es de ningún modo suficientemente completo para poder calcular los casos más complicados. Se dará sin embargo, ejemplo sencillo del procedimiento y se hará uso de las tablas anteriormente mostradas ya que éstas bastan para el fin.

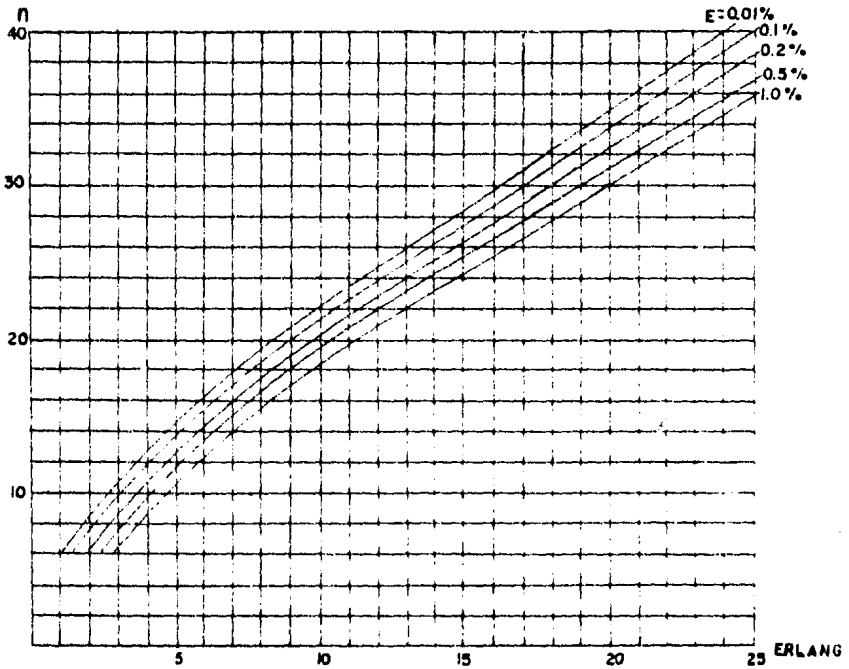


FIG. 4.2.4.c. RELACION ENTRE LA DENSIDAD DE TRAFICO PROMEDIA (A) DURANTE LA HORA PICO Y EL NUMERO DE ORGANOS REQUERIDOS (n) PARA DIFERENTES PROBABILIDADES DE LLAMADAS PERDIDAS (E).

1.- Se supone que durante la hora-pico todos los abonados de un sistema de 100 líneas inician dos llamadas de una duración promedio de 30 segundos cada una. Solución: La densidad promedio de tráfico para todo el conmutador sería entonces:

$$\frac{2 \times 10}{300} \times 100 = 3.33 \text{ erlangs}$$

Si la probabilidad de llamadas-perdidas permitida es de 5 por mil en la curva de la Fig. 4.2.4.c.  $E = 0.5\%$  indica que se requerirán 9 órganos de conexión en el sistema.

En cambio si se considera un sistema conmutador de 500 líneas con el mismo tráfico promedio por abonado y la densidad promedio de tráfico promedio -- por abonado, la densidad promedio de tráfico total sería:

$$\frac{2 \times 10}{300} \times 500 = 15.55 \text{ erlangs}$$

Se necesitaría por lo tanto 27 órganos de conexión -- aproximadamente para la misma probabilidad de llamadas-perdidas, es decir 5 por mil.

Se notará que en este caso se requieren poco -



más de 5 órganos por cada 100 abonados, mientras que en el caso del sistema de 100 líneas se necesitan 9.- Este número inferior de órganos por cada 100 abonados tramita sin embargo un volumen idéntico de tráfico -- con la misma probabilidad de pérdidas que el número -- mayor de órganos en el sistema más pequeña. Esto se debe al hecho de que los órganos en el sistema más -- grande se utilizan a un grado mayor (como promedio, -- durante 37 minutos por hora), que aquellos del cuadro más pequeño (tiempo de utilización 22 minutos por hora aproximadamente). Este mejoramiento de la utilización se refleja por la curvatura de las curvas y constituye un fuerte argumento en favor del sistema de -- 500 líneas con sus selectores de gran capacidad.

2.- Encontrar el número de circuitos  $n$  para 50 erlangs y una probabilidad de congestión  $E = 0.001$  (0.1%).  
 Solución: En la Tabla 4.2.4.a. columna  $E = 0.001$  se puede ver que para  $A = 50.403$  erlang se requieren --  
 $n = 33$  circuitos.

3.- Encontrar la probabilidad de congestión  $E$  para  $n = 175$  y  $A = 150$  erlangs.

Solución: En la Tabla 4.2.4.b. columna  $n = 175$  y  $A = 150$  se encuentra  $E = 0.426509 \cdot 10^{-2}$   
 $E = 0.00426509 = 0.4265\%$ .

#### 4.2.5. FACTORES DE SELECCION PARA EQUIPO DE LA PLANTA TELEFONICA

Algunos aspectos que deberán vigilarse en la selección de un equipo de conmutación PABX son los siguientes:

Capacidad en líneas de intercomunicación, troncales y circuitos de control así como algunas entradas especiales para empleo de otros sistemas.

Facilidades normales y adicionales de tráfico que ofrece el equipo tales como: Retención de llamada, -- captación de llamada, fila en espera de llamadas, transferencia de llamadas-operador, retención para consulta, etcétera y opcionales como transferencia por avería de energía, conversión de botonera a disco destilar, prioridad de ejecutivo, etcétera. Dentro de estas facilidades podemos contar hasta 76 en un conmutador electrónico.

Flexibilidad y adaptabilidad a diferentes servicios telefónicos como son telex, facsimil, teletipos, datos, etcétera.

El equipo deberá proveer la facilidad de ampliación en la capacidad inicial del equipo. El mantenimiento es un punto muy importante que deberá corroborarse-

con otros usuarios o el de la experiencia adquirida, por ejemplo: la existencia de refacciones en el mercado, durabilidad del equipo, facilidad de mantenimiento, debiendo tomarse en consideración también el período de garantía -- del mismo.

Otros factores que redundan en el costo del -- edificio donde se ubicará el equipo, serán las dimensiones y peso del equipo. La temperatura es un factor importante sobre todo en conmutadores electrónicos así como también -- la humedad relativa y el polvo, haciéndose indispensable -- para las áreas tropicales o costas un acabado especial en todas las partes metálicas debido al vapor salino de esos lugares, así como también aire acondicionado y aislamiento de polvo.

La tecnología con la que está constituido el -- equipo deberá ser lo más reciente posible para evitar su -- pronta devaluación y deberá estar diseñado para una instalación sencilla y rápida.

#### 4.2.5.1. FACTORES DE SELECCION PARA EQUIPO DEL SISTEMA DE BATERIAS Y RECTIFICACION

Las baterías se clasifican en primarias y secundarias.

La diferencia fundamental entre las baterías primarias (pilas secas) y las baterías secundarias (acumuladores) radica en el carácter de las reacciones químicas que ocurren dentro de ellas cuando se usan. Las pilas secas convierten la energía química en eléctrica y al hacerlo se consumen taniéndolas que desechar, es decir, las pilas secas no se pueden volver a cargar haciendo pasar una corriente por ellas debido a que algunas de las reacciones químicas que ocurren en su interior son irreversibles.

Los acumuladores por el contrario convierten la energía química en eléctrica con reacciones que son esencialmente reversibles por lo que vuelven a cargarse haciendo pasar una corriente eléctrica al sentido contrario al de descarga. Durante este proceso, la energía eléctrica se transforma en energía química la que puede usarse posteriormente otra vez como energía eléctrica.

Existen dos clases principales de acumuladores: los acumuladores alcalinos y los acumuladores de plomo. Entre estos dos tipos de acumuladores se escogió el de plomo por su baja resistencia interior, por su mejor eficiencia y costo mucho menor para utilizarse como fuente de energía para sistemas telefónicos. Esto no significa que las baterías alcalinas se descarten por completo, solo que su uso está reducido a alimentar en combinación con recti-

ficadores, a pequeñas centrales manuales alejadas, conmutadores privados y en general a todas aquellas instalaciones pequeñas que se dejan sin atender por períodos más o menos largos.

La cantidad de energía eléctrica que puede entregar una pila o un acumulador depende de la cantidad de energía química susceptible a transformación que contengan sus elementos activos. Esta cantidad se da en watts-horas o en ampere-horas a voltaje normal. Las capacidades de -- las pilas secas usadas en telefonía abarcan hasta 50 A-H.

#### 4.2.5.2. SISTEMAS DE RECTIFICACION

En una central telefónica se emplean rectificadores para suministrar el voltaje y corriente directos necesarios para la operación de la misma, proporcionando una carga constante a las baterías existentes, simultáneamente con la alimentación hacia la central. La función básica de estos dispositivos es rectificar y filtrar la corriente alterna (C.A.) proveniente de la red comercial o de alguna planta de emergencia, suministrando una corriente directa (C.D.) constante. Cuando existe una interrupción en el suministro de C.A., la batería exclusivamente es quién proporciona la alimentación a la central.

En virtud de que el voltaje de batería que se proporciona a la central cuando no hay C.A., va decreciendo con el tiempo, se hace indispensable en algunos casos - donde la carga es grande el empleo de un dispositivo llamado convertidor, el cual se encarga de proporcionar un voltaje que se adiciona en serie con la batería automáticamente, de tal forma que mantiene constante el voltaje de salida para alimentar la central.

#### 4.3. EDIFICIO

Para cuantificar las dimensiones del local o edificio donde se ubicará la central telefónica, se necesitarán las dimensiones del distribuidor general, acometida y canalización, los cuales en seguida se describen.

##### 4.3.1. EL DISTRIBUIDOR GENERAL

Las principales funciones del distribuidor general son:

- a). Ser la terminal de la red (de los cables de la red).
- b). Ser la terminal de la central (de los cables de la central).
- c). Realizar la introducción de dispositivos de protección.

de la red y de la central.

- d). Realizar la introducción de dispositivos de prueba individual de la red y de la central.
- e). Realizar la introducción de dispositivos de permutación que permitan asignar cualquier número de la central a cualquier abonado.

#### 4.3.1.1. DESCRIPCION DEL DISTRIBUIDOR GENERAL

El distribuidor general comunmente llamado - - cross, consiste en una estructura metálica de forma paralelepípeda, el cuál está compuesto de soleras verticales por la parte posterior y de soleras horizontales por la parte delantera, éstas últimas están sostenidas por travesaños - que están fijados a las soleras verticales.

El cross puede considerarse dividido en dos -- partes principales: el lado de la red y el lado de la central, que corresponden a la parte trasera (soleras verticales) y a la parte delantera (soleras horizontales) respectivamente.

En el lado de la red se encuentran las terminales de los cables de la red, formando juntos con los dispositivos de protección las "tablillas de protección" a ve--

ces llamadas "strips" o sencillamente "verticales". En el lado de la central se encuentran las terminales de los cables de la central, formando junto con los dispositivos de prueba las "tablillas de prueba" a veces llamadas sencillamente "tablillas".

Las dos partes del distribuidor general están unidas mediante cordones flexibles llamados "puentes" y -- que son propiamente los dispositivos de permutación que -- proporcionan un sistema flexible de conexiones entre las -- líneas de abonados y los equipos de línea de la central, -- permitiendo así una distribución arbitraria de los números de abonados. El cross es normalmente instalado en un local contiguo a la central, aunque en casos de centrales pequeñas se instala en la misma sala que la central. Es indispensable que el cross esté conectado a una "placa de -- tierra" individual o a la de la central.

En la Fig. 4.3.1.1.a. se muestra el esquema -- simplificado de un distribuidor general, donde se han omitido las tablillas de protección y de prueba para lograr -- una mayor objetividad. La parte superior representa el lado de la red donde se encuentran las terminales de cinco -- abonados (A, B, C, D y E), esta parte cumple por lo tanto -- con la función de ser la terminal de la red. La parte inferior de la figura representa el lado de la central donde



se encuentran cinco terminales de equipo de línea (1, 2, 3, 4 y 5).

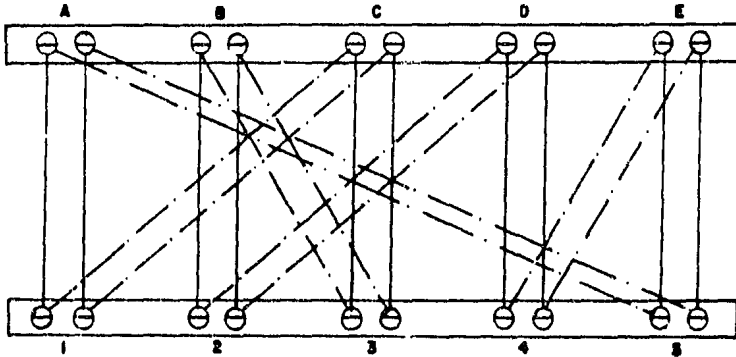


FIG. 4.3.1.1.6. PERMUTACION EN EL DISTRIBUIDOR GENERAL

Si se desea dar al abonado A el número 1, al B el 2, etcétera, se conecta un puente entre cada abonado y su número correspondiente (en la figura señalados con líneas continuas). Si después de cierto tiempo surge la necesidad de hacer varios cambios de número, lo único que habrá que hacer es cambiar los puentes conectándolos a los nuevos números asignados; por ejemplo: A con 5, B con 3, C con 1, D con 2 y E con 4 (en la figura señalados con líneas de punto y raya). En esta forma se cumple con la fun

ción de permutación.

#### 4.3.1.2. DISTRIBUIDOR DE TRONCALES

El distribuidor de troncales en una central telefónica tiene como función ser el lugar de donde salen -- las troncales de salida y a donde llegan las troncales de entrada. Es por lo tanto el dispositivo que une la central y la red de troncales y se denomina comúnmente Cross de Troncales, en algunos diagramas se le representa con -- las letras "TEK".

La construcción del distribuidor de troncales es muy semejante a la del distribuidor general, también -- puede considerarse dividido en dos partes; el lado de la red y el lado de la central (parte trasera y parte delantera respectivamente). En el lado de la red se encuentran -- las terminales de los cables troncaleros de la red de troncales, pero en este caso no existen dispositivos de protección. En el lado de la central se encuentran las terminales de los cables de los selectores de grupo de la central, formando junto con los dispositivos de prueba las tablillas de prueba.

También en el distribuidor de troncales los -- dos lados de él están unidos por medio de puentes, propor-

disponiendo un sistema flexible de conexiones. Este Cross de Troncales es generalmente instalado en un lugar contíguo - al Cross General, en ciertos casos una sola estructura metálica sirve para alojar tanto el Distribuidor General como el de Troncales.

#### 4.3.2. CANALIZACIÓN

La forma moderna para las instalaciones telefónicas en edificios es colocar cordones y cables en ductos o tuberías empotradas y evitar una instalación visible tanto como sea posible. Al proyectar los ductos y la tubería antes de construir el edificio se reducen los costos a un mínimo. Hay que proveer los ductos y la tubería con diferentes cajas de acceso en donde se instalan los bloques de 20 pares de contactos (plantes), en los cuales terminan los cables y los cordones. Las cajas de acceso para los cables, que normalmente también son empotradas, deben ser colocadas en lugares fácilmente accesibles, por ejemplo en corredores, descansos de escalera, cuartos de servicio, etcétera. Hay que observar que en ningún caso se pueda usar tubería o cajas de acceso en forma común para teléfonos y luz. Con este sistema de la instalación telefónica se obtienen las siguientes ventajas:

a). Se consigue una instalación estética, no se ven los -

cables, cordones, ni cajas que especialmente cuando se trata de instalaciones visibles grandes pueden presentar una vista deplorable.

- b). El propietario del edificio evita los daños que pueden ocurrir al hacer el montaje sobre la fachada, muros o paredes.
- c). Los usuarios del edificio pueden normalmente obtener un servicio más rápido de la compañía de teléfonos -- con respecto a nuevas instalaciones o cambio de las mismas cuando ya existe una red telefónica dentro del edificio.
- d). Los usuarios del edificio obtienen un servicio telefónico más eficiente porque los cables y los cordones están más seguros en una instalación oculta. Cuando los cables son montados en el exterior siempre hay riesgo de daños ya que la humedad puede penetrar y perturbar o cortar el servicio.

#### 4.4. RED INTERNA Y RED EXTERNA

La red telefónica puede ser considerada básicamente como el sistema de cables, canalizaciones, postes, cajas de distribución, puntos de distribución y líneas y su función es conectar a la central telefónica con los abonados de la misma no importando que ésta sea pública o privada.

La red pública es aquella que constituye el medio de transmisión de las centrales al servicio del público (ver Figs. 4.4.a., 4.4.b. y 4.4.c.). Su construcción y mantenimiento está a cargo de los organismos autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La red privada constituye el medio de transmisión de las pequeñas centrales o conmutadores de uso privado. Se instalan generalmente en empresas fabriles, edificios, residencias, locales comerciales, etcétera. (Ver -- Figs. 4.4.d., 4.4.e. y 4.4.f.), siendo el objetivo de ésta red la obtención de un servicio de conmutación interna y externa; ésta última se realiza a través de red pública.

La diferencia básica entre las redes públicas y privadas (ver Fig. 4.4.g.) trae como consecuencia que sus principios de planificación no sean idénticos; por ejem---

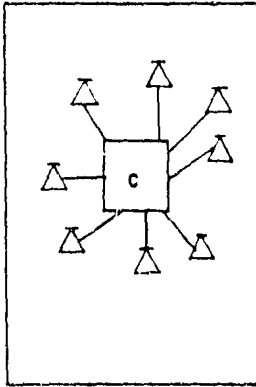


FIG. 4.4. a. UNICENTRAL

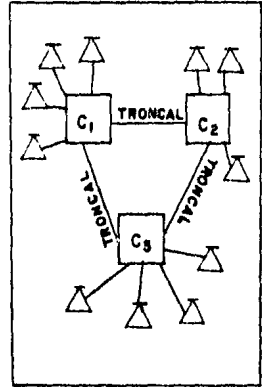


FIG. 4.4. b. MULTICENTRAL

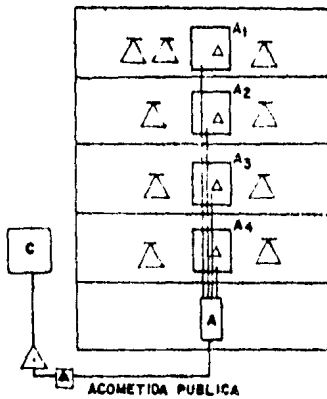
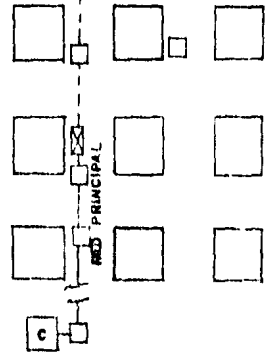


FIG. 4.4. c. EDIFICIO Y FRACCIONAMIENTO



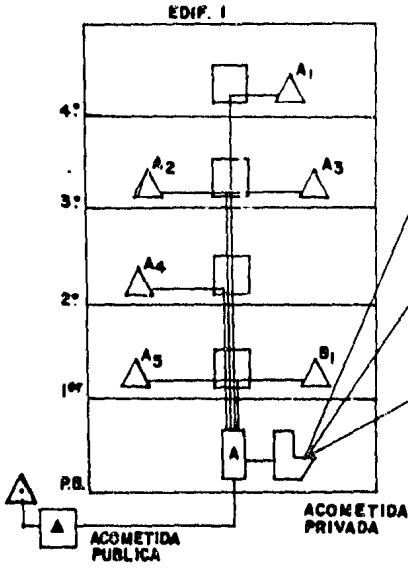


FIG. 4.4.d. INSTALACION EN UNA EMPRESA FABRIL

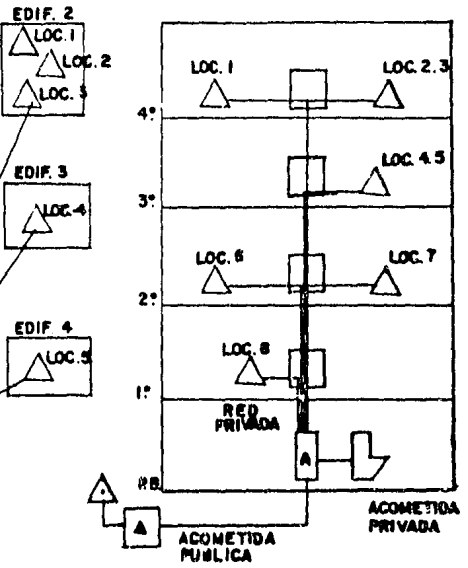


FIG. 4.4.e. INSTALACION EN UN EDIFICIO

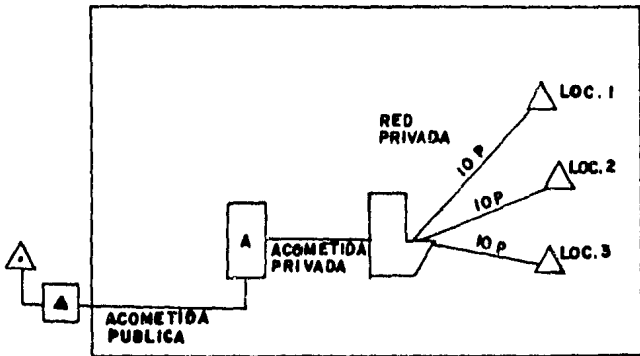


FIG. 4.4.f. INSTALACION EN UNA PLANTA

plo: las características generales de construcción de las redes públicas, por ocupar normalmente grandes áreas y utilizar en su mayor parte materiales que deben estar diseñados para la intemperie, obligan a utilizar más recursos humanos, materiales y técnicos, lo cual eleva los costos. - Por lo tanto la planificación de estas redes deben ser tan cuidadosas, que tengan en cuenta utilizar exclusivamente el material necesario. Por lo anterior, los proyectistas al dimensionar estas redes, recomiendan entre otras cosas, utilizar en donde sea posible cables de gran capacidad a fin de conseguir un bajo costo de par cables. Este tipo no tiene mucha flexibilidad; es decir, una vez construída y sólo a base de grandes costos se pueden cambiar las rutas y la capacidad.

Por lo que respecta a las redes privadas es muy importante que sean flexibles y fáciles de modificar, puesto que tienen que acoplarse a las exigencias cambiantes -- que presentan las necesidades telefónicas de una empresa -- en un tiempo relativamente corto, lo cual depende de las fluctuaciones de la negociación en cuestión. Por lo tanto, aunque el costo es elevado, no se incrementa mucho si se utilizan materiales que faciliten la versatilidad de ésta, por lo que deben ponerse cables de capacidades mínimas a fin de alimentar puntos de distribución.



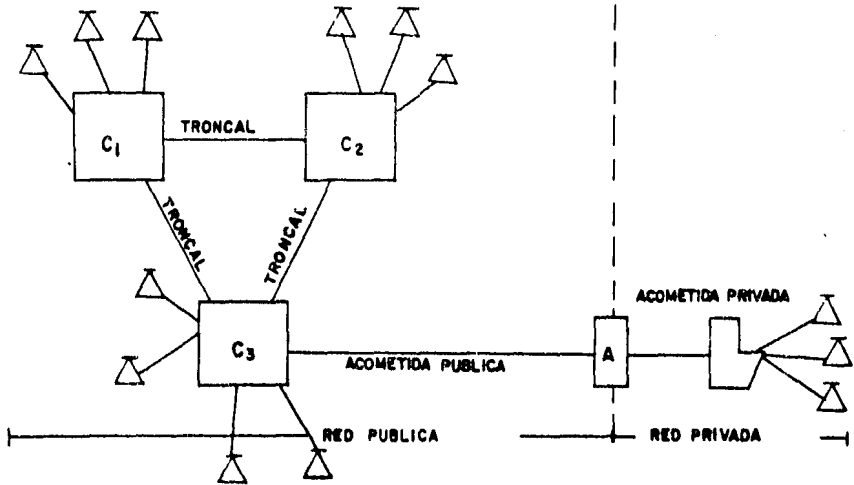


FIG. 4.4.9. RED TELEFONICA

#### 4.4.1. ACOMETIDA TELEFONICA

La acometida telefónica se compone de dos partes: acometida pública y acometida privada.

**ACOMETIDA PUBLICA.-** Es el enlace de la red privada con la red pública desde el punto de distribución más cercano de esta última hasta el registro de alimentación o bien hasta el distribuidor del conmutador.

**ACOMETIDA PRIVADA.-** Es el tramo que prolonga el

enlace de la red privada con la red pública y comprende -- desde el registro de alimentación o bien del distribuidor del conmutador hasta el lugar de conexión del equipo. - - (Ver Fig. 4.4.1.a.)

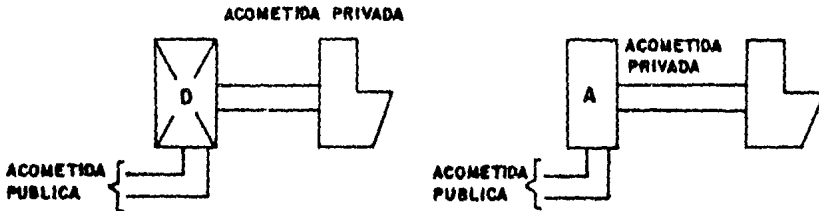


FIG. 4.4.1.g. ACOMETIDA TELEFONICA.

#### 4.4.2. RED INTERNA

La red interna puede ser considerada como la -- unión física desde la acometida telefónica del servicio público hasta la ubicación del aparato telefónico correspondiente a cada línea, para teléfonos directos y públicos - (de alcancía), así como líneas privadas dentro del edifi--cio del abonado. También puede ser considerada como la -- unión física desde el distribuidor de un conmutador privado hasta cada una de las extensiones del mismo.

Para implantar una red telefónica privada es necesario hacer un proyecto de la capacidad y rutas que deben seguir los cables de distribución vertical así como de la localización de los registros.

Se principia por calcular el número de teléfonos en cada piso y los lugares probables de éstos. Después hay que determinar los lugares para los registros de distribución. Siempre es preferible evitar una concentración grande de líneas de distribución horizontal en los registros de distribución, por lo cual se recomienda considerar un solo bloque de contactos de 10 pares en cada uno. - (Ver Fig. 4.4.2.a.)

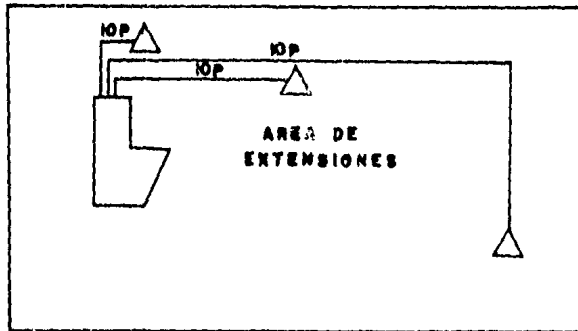


FIG. 4.4.2.a. DISTRIBUCION DE LOCALES (REGISTROS DE DISTRIBUCION) DE 10 PARES C/U.

Al proyectar el número de registros de distribución se recomendará un máximo de 7 teléfonos por cada uno de ellos, por razones de flexibilidad y para contar con reservas. La alimentación de los registros de distribución se hará por medio de cables de 10 pares y su número será de acuerdo con cada caso particular.

El método normal y más económico es el de utilizar cables de 10 pares para alimentar los diferentes registros de distribución. Solamente cuando se trata de casos especiales, por ejemplo edificios con gran demanda telefónica, deben ser utilizados cables más grandes si el proyecto muestra mayor economía al utilizarlos.

Los cables de distribución vertical deben ser colocados en tubos de fierro o de material plástico rígido. Esta tubería se empotrará en los muros o se fijará a las paredes de cubos de servicio. La tabla siguiente muestra los diámetros mínimos que deben tener los tubos para colocar en ellos diferentes números de cables de 10 pares.

No. de pares	Ø Mínimo de la tubería
1-3	25 mm
4-6	38 mm
7-10	51 mm

La mayoría de los cables empleados en telefonía están formados por pares, tercios, cuartetos, quintetas, etcétera. Para evitar la necesidad de pruebas de identificación de hilos, se han establecido códigos de colores como el que se dá a continuación para el cable tipo BKC.

#### 4.4.3. RED EXTERNA.

La red externa tiene por objeto llevar el servicio desde la central pública hasta el domicilio de los abonados.

Del distribuidor general del sistema salen los cables telefónicos a través de la fosa de cables de la central hacia la canalización que cuenta con pozos de visita que permiten efectuar la instalación de los cables telefónicos, empalmarlos, inyectarles aire seco a sobre presión, hacer pruebas y mediciones de presión en los mismos. Estos cables que van en canalizaciones reciben el nombre de cables subterráneos. En algunos lugares durante el trayecto por las condiciones especiales del terreno o por incosteabilidad no se construye canalización, en estos casos se utilizan cables con ferro de plomo protegidos con varias capas de yute y fleje de acero, estos cables son enterrados y reciben el nombre de cables armados. Cuando los cables telefónicos son soportados por postes de madera o fig

CLAVE DE COLORES

	No. de par o torca		Código a b c		
	1	27 51	Ac		
	2	27 52	Na		
	3	28 53	Ve	Bl	
	4	29 54	Ca		
	5	30 55	Gr		
<u>Abreviaturas</u>	6	31 56	Ac		
	7	32 57	Na		
Az-azul obscuro	8	33 58	Ve	Ro	
No-neranja	9	34 59	Ca		
Ve-verde	10	35 60	Gr		
Ca-café	11	36 61	Ac		
	12	37	Na		
Gr-gris	13	38	Ve	Na	Bl
Bl-blanco	14	39	Ca		
Ro-rojo	15	40	Gr		
Ne-negro	16	41	Ac		
Am-amarillo	17	42	Na		
Vi-violeta	18	43	Ve	Ac	
	19	44	Ca		
Cl-azul claro	20	45	Gr		
	21	46	Ac		
	22	47	Na		
	23	48	Ve	Vi	
	24	49	Ca		
	25	50	Gr		

IDENTIFICACION DE HILOS EN CABLES EXC

uno se los denomina cables aéreos y en los casos en que se fijan en los muros o cornisas de edificios se les llama cables murales.

La red de cables generalmente se divide en cuatro clases que son: la principal, la directa, la de troncales y la secundaria (ver Fig. 4.4.3.a.). La primera es -- aquella que está formada por los cables principales que van desde la central o sea del distribuidor general y se distribuyen hasta las cajas de distribución (DISTRITO); la segunda generalmente es la red que rodea a la central telefónica y que va también desde el distribuidor general y se distribuyen sin pasar por cajas de distribución; la de troncales es la que lleva cables troncales o de enlace de una central a otra en poblaciones donde el servicio se atiende por medio de varias centrales; la última es la red que se inicia en las cajas de distribución, se distribuyen en postes y -- edificios para terminar en cajas terminales, de donde salen las líneas de abonados que terminan en un teléfono.

#### 4.4.3.1. CABLES TELEFONICOS

Los cables telefónicos se clasifican por su construcción en cables tipo TA, TAP, TAP, EMI, EMD, ASP, EME y -- EHC.

Tipo TA: Estos son aquellos formados por pares-

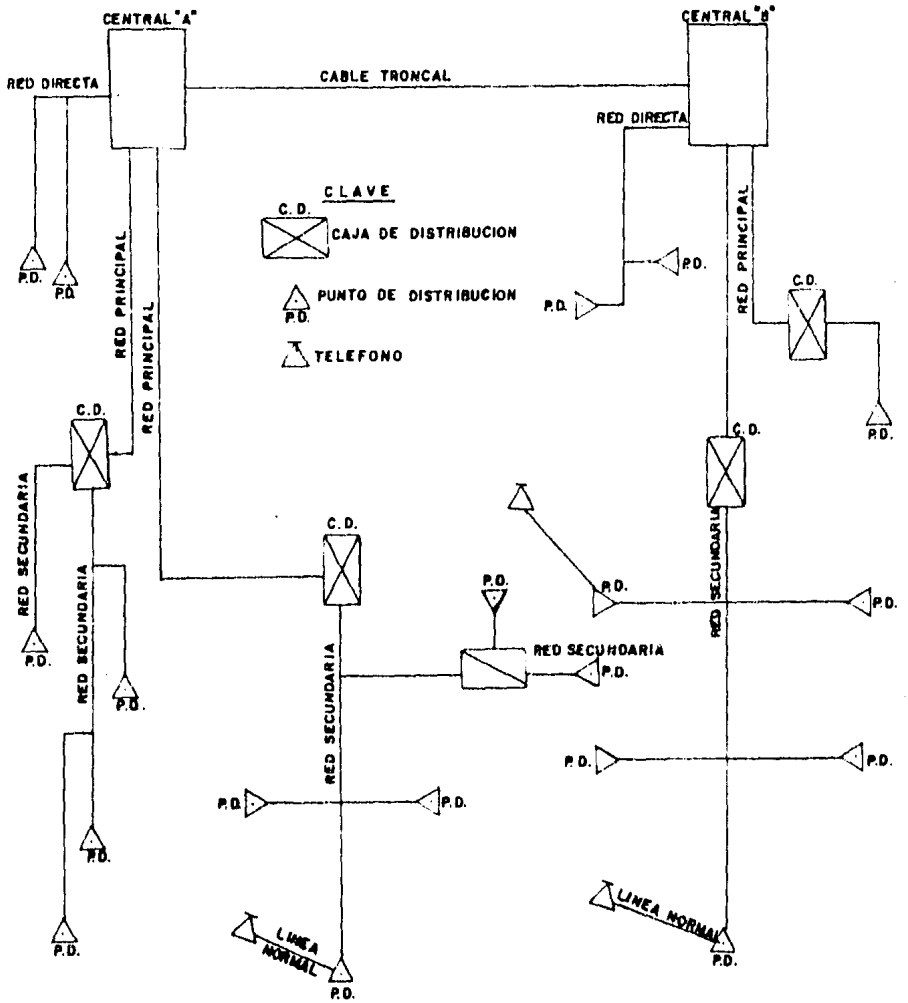


FIG. 4. 4. 3. e. ESQUEMA MOSTRANDO LAS DISTINTAS REDES.



de conductores sólidos de cobre suave y aislados a base de una cinta de papel envolviendo a cada conductor. Sobre el conjunto de pares lleve un tubo de plomo que le sirve de cubierta exterior. La instalación de estos cables puede ser aérea, mural o en ductos subterráneos. Su aplicación es para interconectar centrales, centrales y cajas de distribución, y cajas de distribución y cajas terminales (puntos de distribución). Los calibres de los conductores y su resistencia ohmica máxima está dada en la siguiente tabla:

CALIBRES		RESISTENCIA :: CONDUCTOR
0.41 mm $\phi$	(26 AWG)	143 ohms/Km
0.51 mm $\phi$	(24 AWG)	90 ohms/Km
0.64 mm $\phi$	(22 AWG)	57 ohms/Km
0.91 mm $\phi$	(19 AWG)	37 ohms/Km

Las capacidades de estos cables son de 10 a 1000 pares para calibre 0.41 (26 AWG), de 10 a 1200 pares para cables calibre 0.51 (24 AWG), de 30 a 300 pares para calibre 0.64 (22 AWG) y de 50 a 450 pares para calibre 0.91 -- (19 AWG).

Tipo TMR: Estos cables son similares al TM con la diferencia que llevan una cubierta exterior termoplástica sobre la cubierta de plomo. Su instalación, aplicación

y calibres son los mismos que el TA.

**Tipo TAP:** Son básicamente iguales a los tipos-TA, su diferencia consiste en que la cubierta de plomo es de menor espesor y está cubierta de guta impregnado con un producto bituminoso, una segunda cubierta de fleje de acero y finalmente otro guta. La instalación de estos cables es subterránea sin protección de canalización, por lo que se la llama cables enterrados o armados. Su aplicación es en redes urbanas y suburbanas, interconexión de centrales, centrales y cajas de distribución y cajas de distribución y puntos de distribución. Las capacidades de estos cables va de 10 a 300 pares en calibres 0.41, 0.51 y 0.60.

Los cables tipo EMI, EXD, ASP, EXE y EXC forman el grupo de cables plásticos que se emplean actualmente en la red interna.

**Tipo EMI:** En este tipo de cables el forro exterior y el aislamiento de los conductores es de cloruro de polivinilo (PVC). El forro exterior es de color café. El aislamiento de los conductores está sujeto a un código de colores común para todos los cables plásticos utilizados en la red exterior (ver tabla 4.4.3.1.a.), este código de colores tiene por objeto facilitar la localización de los pares. La instalación de estos cables es dentro de edifi-

CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

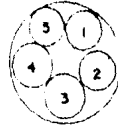
CUENTA DE LOS PARES EN EL GRUPO	Nº DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	1 AZUL
11	20	2 AMARILLO
21	30	3 ROJO
31	40	4 VERDE
41	50	5 NARANJA
51	60	6 BLANCO - AZUL
61	70	7 BLANCO - AMARILLO
71	80	8 BLANCO - ROJO
81	90	9 BLANCO - VERDE
91	100	10 BLANCO - NARANJA
101	110	11 NEGRO - AZUL
111	120	12 NEGRO - AMARILLO
121	130	13 NEGRO - ROJO
131	140	14 NEGRO - VERDE
141	150	15 NEGRO - NARANJA
151	160	16 GRIS - AZUL
161	170	17 GRIS - AMARILLO
171	180	18 GRIS - ROJO
181	190	19 GRIS - VERDE
191	200	20 GRIS - NARANJA
201	210	21 MORADO - AZUL
211	220	22 MORADO - AMARILLO
221	230	23 MORADO - ROJO
231	240	24 MORADO - VERDE
241	250	25 MORADO - NARANJA
251	260	26 MARRON - AZUL
261	270	27 MARRON - AMARILLO
271	280	28 MARRON - ROJO
281	290	29 MARRON - VERDE
291	300	30 MARRON - NARANJA



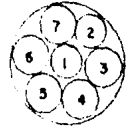
20 PARES  
2 GRUPOS DE 10



30 PARES  
3 GRUPOS DE 10



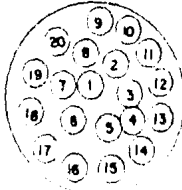
50 PARES  
5 GRUPOS DE 10



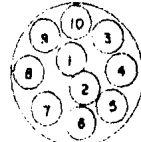
100 PARES  
7 GRUPOS DE 10



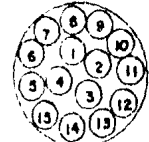
300 PARES  
30 GRUPOS DE 10



200 PARES  
20 GRUPOS DE 10



100 PARES  
10 GRUPOS DE 10



150 PARES  
13 GRUPOS DE 10

CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO
1	BLANCO Y AZUL
2	BLANCO Y AMARILLO
3	BLANCO Y ROJO
4	BLANCO Y VERDE
5	BLANCO Y NARANJA
6	NEGRO Y AZUL
7	NEGRO Y AMARILLO
8	NEGRO Y ROJO
9	NEGRO Y VERDE
10	NEGRO Y NARANJA

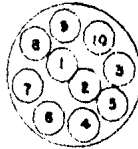


TABLA 4.4.3 i. e. CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

fijos, (tuberías, sobre escaleras, mural en interiores o por canales en lugares secos) de ahí su nombre de cable -- plástico para interiores. La capacidad de estos cables va de 10 a 100 pares y el calibre de los conductores es de -- 0.41 mm  $\phi$  (20 AWG).

Tipo EMD: En este tipo de cables el ferre exterior es de plomo y el aislamiento de los conductores es de PVC siendo por lo tanto un cable plástico-plomo. El montaje de estos cables es únicamente desde las tablillas verticales del distribuidor general hasta la fosa de cables donde se conectan con los cables subterráneos (TA, TAP, TAP). A este tipo de cable se le denomina usualmente cable de -- distribuidor. Su capacidad es de 100, 200, 300 y 500 pares en calibre 0.41 mm  $\phi$  (20 AWG).

Tipo ASP: Son aquellos en los cuales el aislamiento de los conductores y el ferre exterior son de polietileno y se caracteriza por tener una guía de acero colocada en paralelo con el cable y unida a él mediante el ferre exterior de polietileno. Su instalación es principalmente aéreo y mural aunque en casos especiales se instala subterráneo en tramos cortos de canalización. Su aplicación es en redes telefónicas urbanas, suburbanas e interurbanas, interconectando centros de distribución y puntos de distribución. Las capacidades de este cable son: de 10 a 100 pa--

res en calibre 0.51, de 10 a 50 pares en calibre 0.64 y de 10 a 50 pares en calibre 0.91.

Tipo EKE: Son fabricados con las mismas especificaciones que los del Tipo ASP antes mencionado con la única diferencia que el cable EKE parece de guía de acero. Su montaje es a intemperie como cable mural (clavado) o aéreo.

Tipo EKC: Cable formado por conductores de cobre suave estañados, aislados con PVC en colores, su cubierta exterior es termoplástica de PVC en color gris. Se emplea para interconectar los diferentes órganos que componen las centrales telefónicas, para redes internas de conmutadores (red privada) en edificios e industrias.

CABLES SUBTERRÁNEOS.- Los cables al salir de la fosa siguen la canalización subterránea por la vía que les corresponde para evitar cruces entre los mismos cables o situaciones difíciles en la fosa. Las vías en la canalización al salir de la fosa van numeradas generalmente de izquierda a derecha y de abajo a arriba, teniendo a la espalda la central. Conservan esta numeración mientras no se desvíe pues al tomar varias rutas cada una toma su propia numeración en la misma forma descrita (ver Fig. 4.-.3.1.a.). Los cables subterráneos por lo general son los más sencillos

en capacidad y los más pesados.

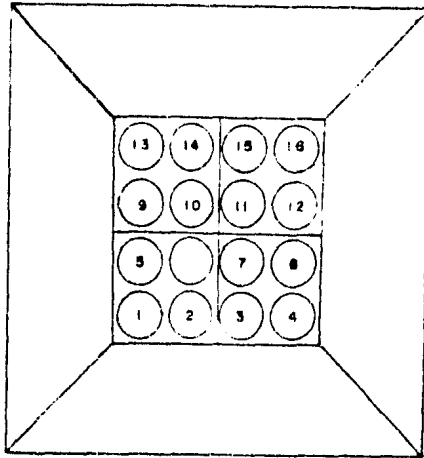


FIG. 4.4.3.i.g. DETALLE DE DUCTOS (VISTA DESDE LA CENTRAL AL POZO).

Hasta ahora tienen cubierta de plomo y su aislamiento interior es de papel, sin embargo, debido a los malos resultados del cable plástico, pronto también será de plástico tanto en la cubierta como en su interior con lo cual se evitará muchos daños y dificultades.

Las canalizaciones tienen pozos a distancias de 50 a 100 mts. En algunos casos y por razones especiales -

llega a ser un poco mayor esta distancia, pero nunca superior a los 110 mts. La razón de ésto es que el paso de -- los cables y la fricción a la que estarían expuestos al -- deslizarse por las vías de la canalización durante la in--mersión serían excesivas con peligro de causarles daño.

Los pozos en primer lugar sirven para la manio--bra de la instalación de los cables y en segundo para las--conexiones a cables hacia diferentes rutas y para todo ti--po de pruebas. En una canalización normal existen tres tipos de pozos que son: chico, mediano y grande y se construyen de acuerdo con las necesidades.

En dichos pozos el acceso es por la parte de --arriba quitando la tapa, pero deben tomarse todas las pre--cauciones para no causar daños a los cables o a sus apoyos. Los pozos cuentan con un resumidero en forma de cubo donde se concentra el agua que llega a entrar por la canalización o por filtraciones en el mismo pozo. Este cubo se utiliza para desaguar totalmente el pozo (carcámo) en los casos en que se ejecutan trabajos en ellos.

Cuentan también con tubos de fierro colocados --verticalmente y apoyos en sus muros formados por bastido--res y soportes para distribuir y acomodar los cables den--tro del mismo pozo de la mejor manera. También cuentan --

con un eslabón frente a cada canalización y empotrado en el piso para servirse de él como apoyo al jalar los cables cuando se instalan.

#### 4.4.3.2. RED PRINCIPAL

La red principal está constituida por los cables principales que se inician en las tablillas verticales del distribuidor general (sección de principales) y llega hasta el pozo que se encuentra al pie de la caja de distribución (cajas grandes) o bien hasta el pozo inmediato a éste donde se continúan mediante la conexión del cable principal con los cables de los muños de principales, quedando terminado finalmente cada par principal en un par de bornes provisto de tornillos para facilitar su conexión a los pares secundarios dentro de la caja de distribución.

Los muños para conexión de cables principales y secundarios están construidos con capacidad de 50 a 200 pares. Con objeto de llevar un control en la red principal a cada grupo de 50 pares principales se le dá un número en el distribuidor general y se les denomina strip.

El número de strip se anota en el distribuidor general, en la muña correspondiente de la caja de distribución y en los empalmes del cable con objeto de localizar



fácilmente los pares que lleva cada cable.

Como se podrá observar, las redes principales y secundarias están distribuidas por medio de mufas interconectándose las dos redes para facilitar la misma distribución. La conexión de las redes en la caja de distribución permite el máximo de aprovechamiento en las mismas, pues cualquier par de cable del secundario puede conectarse a cualquier de la red principal, permite también hacer todo tipo de cambios en ambas redes por diferentes motivos, así como también las pruebas que se necesiten (ver Fig. 4.4.3.2.a.).

Las cajas de distribución se construyen generalmente en dos capacidades: cajas de 700 pares y caja de - - 1,400 pares. Las cajas de 700 pares tienen a su vez capacidad para 300 pares principales y 400 secundarios. Las - cajas de 1,400 pares son también llamadas cajas dobles ya que su capacidad es de 600 pares principales y 800 pares - secundarios.

En la actualidad se están aprovechando las cajas de distribución para hacer pruebas de gas a sobrepresión con mucho éxito, pues se evita la entrada a los pozos. El gas a sobrepresión en las redes para proteger los cables de daños de cualquier índole evita las interrupciones del servicio, pues no permite la entrada de agua al edificio. La sobrepresión con el gas evita también la

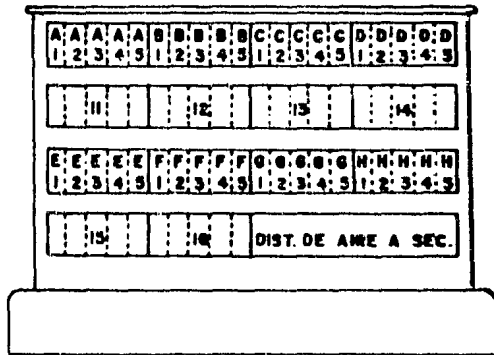
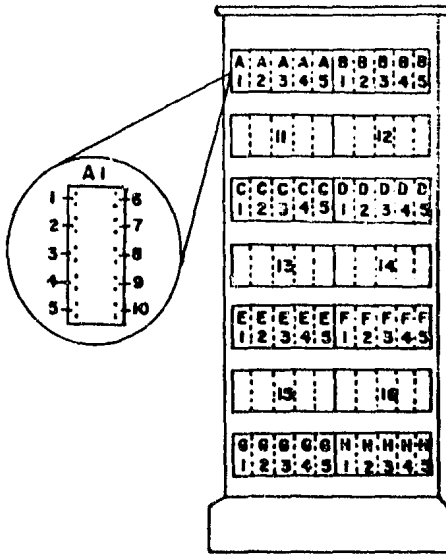


FIG. 4.4.3.2. a. CAJA PRINCIPAL (CAJAS DE DISTRIBUCION)  
700 PARES.

que ocurre, avisa automáticamente la pérdida de presión en determinadas rutas y mientras es localizado y reparado el daño, evita que entre la humedad al interior del cable.

#### 4.4.3.3. RED SECUNDARIA

La red secundaria es aquella que sale de las cajas de distribución y se distribuyen por avenidas y calles para rematar en los puntos de distribución que están instalados en fachadas, postes o azoteas de donde salen las líneas individuales de los teléfonos. Esta red también puede ser subterránea o bien con cables aéreos o murales.

De los cables secundarios se forman grupos de 50 pares que se identifican en la caja de distribución con letras (A, B, C, D, E, F, G, H, etcétera) según la colocación de cada grupo en ésta. Estos grupos de 50 pares a la vez se dividen en 5 subgrupos de 10 pares numerándolos del 1 al 5 anteponiéndoles la letra del grupo que les corresponde (A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, etcétera).

Las terminales llevan invariablemente la misma designación que su rufa secundaria, es decir, cada terminal lleva la misma letra y el mismo número de grupo de 10-pares al cual está conectada en la caja de distribución.

Mientras los cables principales se instalan fundamentalmente en canalizaciones, los cables secundarios -- usan indistintamente los montajes; subterráneos (por canalización), aéreo (suspendido en postes), mural (en paredes en muros y azoteas), interior (instalados en tuberías y registros dentro los edificios) y enterrados (utilizando cable armado). La capacidad usual de los puntos de distribución o terminales es de 10 pares.

#### 4.4.3.4. LINEAS DE ABONADO

A las líneas que se conectan en los puntos de distribución (cajas terminales) a los aparatos de los abonados se les denominan líneas de abonado. Estas líneas pueden ser abiertas cuando están construidas por hilos de aluminio, cobre, fierro o aluminio apoyados en soportes, o bien usando cables de autosuspensión de un par lineal comúnmente "cordón paralelo". Las líneas abiertas se utilizan generalmente en aquellos casos en que el punto de distribución se encuentre muy retirado del domicilio del abonado, aprovechando las cualidades de transmisión de este tipo de línea. En todos los demás casos se emplea el cordón paralelo.

La línea de abonado se divide en instalación exterior o bajante y línea o instalación interior. La instal

lación exterior es aquella comprendida desde el punto de distribución (terminal) hasta el plinto de conexión que se instala dentro del domicilio del abonado y la instalación interior va desde este plinto de conexión hasta el aparato telefónico.

El plinto de conexión sirve a su vez para determinar en caso de faltas en la línea si ésta se encuentra en la instalación exterior o interior.

#### 4.4.3.5. CABLES TRONCALES

Los cables troncales enlazan las centrales entre sí, están conectados en un extremo a los strips de la sección de los troncales del distribuidor general de una central y en el otro extremo a los strips de la sección de troncales de otra central. En los casos en que el edificio de la central cuente con varios distribuidores de troncales, algunos cables troncales se conectan entre los strips de estos distribuidores y se les llama comunmente cables intercross.

En el caso de los cables troncales el número de los strips conectados en ambos extremos suele no coincidir debido a que cada central tiene su numeración propia, por lo que se acostumbra tener sobre las tablillas de troncales

una placa indicando las centrales que enlaza y equivalencia de strips en dichas centrales.

#### 4.4.3.6. RED DE ANILLOS Y HT.

El sistema de anillo en una Red Secundaria tiene por objeto aprovechar todos los contactos libres de cualquiera de los puntos de distribución de un grupo de ellos, unidos por cables en que existan pares "muertos", se entiende por "par muerto", el par de un cable que no está conectado en ambos extremos, a diferencia de un "par de reserva" que es el par de un cable que está conectado en un strips o en una caja de Distribución pero no en el extremo contrario.

En el sistema de anillo se instala una terminal auxiliar de 10 pares en cada punto de distribución. Estas terminales se conectan a los pares muertos en forma de anillos para poder hacer los puentes correspondientes y trasladar los contactos libres al punto de distribución que se desee. Una vez toman el contacto en el "punto" se procede a instalar al puente respectivo en la caja principal en la forma descrita anteriormente.

El sistema HT elimina por completo la instalación de Cajas Principales, pues los puntos de distribución

están alimentados directamente desde el Distrito, con capacidad suficiente para poder formar los grupos del sistema de anillo.

## LINEAS PRIVADAS

Frecuentemente las líneas de una red telefónica (incluyendo la red principal, la secundaria, la de troncales, etcétera) son utilizadas para comunicaciones o controles diferentes al servicio telefónico ordinario, o para extensiones o prolongaciones de éste.

A continuación se mencionarán los principales usos de estas líneas llamadas "Líneas Privadas" o simplemente "IP".

- |    |                   |   |
|----|-------------------|---|
| a) | Telefonía Privada | Para servicio entre -<br>aparatos de magneto, -<br>sin acceso a la red -<br>General (véase Fig. -<br>4.4.3.6.a.). |
| b) | Intercomunicación | Para conexión entre -<br>dos conmutadores pri-<br>vados de abonado.   |
| c) | Extensión         | Para servicio a exten-<br>sión, ya sea de telé-<br>fono directo o de con-<br>mutador de abonado, -                |

- instalada fuera del -  
edificio principal.
- d) Línea L.D. Para servicio a abonado  
do L.D. ubicado fuera  
del área de la Central  
L.D.
- e) Enlace Para conexión entre -  
teléfono o conmutador  
privado y transmisor-  
comercial de radio. -  
También para enlace -  
entre amplificador de  
señal y transmisor co  
mercial de radio y --  
cualquier otro tipo -  
de sistema.
- f) Programa Para transmisión de -  
voz de calidad y de -  
música, para difusión,  
grabación, etcétera.
- g) Señales Para alarmas, control,  
etcétera, a base de -  
señales de corriente-  
continua o de corrient  
e alterna hasta de -  
60 c/s.
- h) Telegrafía Para señales telegrá-  
ficas o similares, a-  
base de impulsos de -  
corriente continua o-  
de corriente alterna-



## i) Telefotografía

de 60 c/s.

Para transmisión de fotografías o similares a base de variación de intensidad de tono de frecuencia fija.

## j) Facsímil

Para operar equipos remotos de facsímil a base de C.C. o C.A.

## k) Video

Para transmisión de señales de imagen o control de televisión u otras dentro de la banda de frecuencias considerada como "video".

Las líneas privadas requieren a veces equipos auxiliares, como "repetidores de señales", "igualesdores", "transformadores", etcétera.



FIG. 4.4.3.6. e. LINEA PRIVADA UNIENDO DOS APARATOS.

## CONCLUSIONES

Al presentar este trabajo, se pretende evitar el carácter teórico e informativo que hasta ahora se le ha dado en parte a la materia de comunicaciones, la cual cumple con proporcionar un lenguaje al futuro Ingeniero para que se pueda comunicar con el técnico o el especialista; ya que consideramos que esta materia es una importante herramienta auxiliar en el desarrollo del profesional dedicado a las comunicaciones.

Se dispone en este trabajo de una fuente de información amplia sobre la estructura de la red telefónica nacional, con sus características, limitaciones y recomendaciones para su planeación, operación y mantenimiento de acuerdo con las especificaciones existentes. Así como aspectos y conceptos nuevos encaminados a enfrentar los problemas y necesidades creadas por los constantes cambios.

El análisis sobre los sistemas telefónicos para comunicaciones urbanas, interurbanas (L.D.) e internacionales nos permite tener un panorama global acerca de la estructura básica de las redes telefónicas que actualmente existen. La importancia de este análisis, radica en el hecho de que este conocimiento nos permitirá ubicar

la incidencia de estos sistemas en una nueva red o la ampliación de una red ya existente.

Los factores que intervienen en la transmisión de las redes telefónicas, tales como: Atenuación, distorsión, ruido, diafonía, etc., son de suma importancia ya que estos determinan basicamente el correcto funcionamiento, siendo éste el factor primordial por lo que se requiere una correcta comprensión y utilización para tener una mayor fidelidad de transmisión.

La presentación realizada sobre el equipo multiplex es de gran importancia en la telefonía de larga distancia, ya que con estos equipos resultan mas económicos los enlaces de comunicación empleando un menor número de circuitos de transmisión y aprovechando al máximo las posibilidades de los medios de transmisión existentes, permitiendo la transmisión simultanea de varias conversaciones telefónicas o cualquier otro tipo de información en forma independiente, sin interferir entre estas.

Partiendo de un breve análisis de los elementos que se requieren para la planeación de la red telefónica, se contemplan aquellos de mayor prioridad que deben ser considerados. Por orden de importancia dichos elementos son: Determinación del número de abonados; conocimiento de las características técnicas de la planta telefónica.

ca (cantidad de tráfico, intensidad y variación del tráfico con el tiempo, determinación de los organos de conexión); características técnicas del edificio en donde se va a introducir la red; la canalización requerida y un conocimiento preciso de la red interna y externa.

De acuerdo a lo anterior, nos proponemos ofrecer los conocimientos necesarios para que el I.M.E. pueda elaborar sus propios diseños de redes internas y ampliar de esta forma su campo de acción; así como obtener un amplio conocimiento del funcionamiento general del sistema, considerado como un campo exclusivo de Teléfonos de México, S.A., pero que puede ser de gran utilidad al Ingeniero que tenga deseos de prestar sus servicios en esta empresa.

**A P E N D I C E**

**TERMINOLOGIA Y UNIDADES**

## T E R M I N O L O G I A

- **ABONADO A.-** Abonado que origina la llamada. También -- abonado de origen.
- **ABONADO B.-** Abonado que recibe la llamada. También abo-  
nado de destino.
- **ANCHO DE BANDA.-** Es el rango de frecuencias que se em-  
plea en una transmisión.
- **ATENUACION.-** Es la disminución de la intensidad de una-  
señal, debido al efecto de los parámetros propios del me-  
dio de transmisión y ésta es medida en decibeles (db).
- **CCIR.-** Consejo Consultivo Internacional de Radio.
- **CCITT.-** Consejo Consultivo Internacional de Telegrafía-  
y Telefonía.
- **CENTRAL AUTOMÁTICA DE LARGA DISTANCIA (CALD).-** Central -  
automática que cursa tráfico de tránsito interurbano ori-  
ginado o terminado en centrales subordinadas a ella, las-  
cuales pueden ser centrales locales u otros CALD'S.
- **CENTRAL LOCAL (CL).-** Central automática que realiza di-  
rectamente la conexión entre abonados pertenecientes a la  
misma área urbana.
- **CENTRAL MIXTA (CM).-** Central digital que ejecuta las fun-  
ciones de central local (CL) y de central de tránsito pa-

sea Tándem y/o CAED simultáneamente.

- CENTRAL TANDEM (CT).- Central automática que maneja tráfico de tránsito originado o terminado en centrales locales, subordinadas a ella.
- CENTRO DE AREA (CA).- Central L.D. que maneja el tráfico de al menos un CZ distinto a ella misma. Este tráfico -- puede ser de tránsito o producto del desborde de las vías de alto uso de los centros de zona controlados.
- CENTRO DE ZONA (CZ).- Central de larga distancia que maneja el tráfico de las oficinas terminales (OT's).
- CENTRO INTERNACIONAL (CI).- Central de L.D. que comunica a la red nacional con redes telefónicas de otros países.- Esta central puede ser exclusivamente para tráfico internacional o manejar simultáneamente tráfico nacional.
- CENTRO REGIONAL (CR).- Central L.D. que maneja el tráfico (tránsito + desborde) de al menos un CA distinto a - - ella misma.
- CIRCUITO.- Enlace por el cual se establecen llamadas telefónicas de larga distancia entre dos poblaciones. En todos los casos utiliza cuatro hilos, dos para el envío y - dos para la recepción de la señal de voz.
- CONGESTION.- Estado de un grupo de órganos telefónicos, durante el cual todos están ocupados y no es posible manejar más llamadas por ellos.

La congestión es medida en términos de probabilidad.

- **DIÁFONIA.**- Es cualquier señal inteligible o no que interfiere en una comunicación telefónica. Puede ser producida por desbalance en la línea interferida o interferente, por sobrecarga en los circuitos L.D., por bajos aislamientos, etc. Se mide en dBx.
- **ECO.**- Señales inteligibles que regresan a su lugar de origen, como consecuencia de reflexiones dentro del sistema, generalmente por desacoplamiento de impedancias en los convertidores de 4 a 2 hilos, que originan una pérdida de retorno baja, y cuyo retardo excede los 50 mseg.
- **EFEECTO LOCAL.**- Es la auto-recepción de un teléfono, por medio de la cual el oído del interlocutor percibe su propia emisión de voz por acoplamiento acústico-eléctrico del propio teléfono.
- **ENLACE BIDIRECCIONAL.**- Grupo de órganos que manejan tráfico originado por cualquiera de las dos centrales que conecten.
- **ENLACE UNIDIRECCIONAL.**- Grupo de órganos que sólo manejan tráfico originado por una de las dos centrales que conecten.
- **ENRUTAMIENTO.**- Definición del camino que debe seguir el tráfico telefónico para conseguir el establecimiento de llamadas entre dos centrales.



- EQUIVALENTE DE REFERENCIA.- Es la atenuación mínima que tiene el sistema nacional, considerando el N.O.S.F.E.R. - Este puede ser a la transmisión (ERT) y a la recepción -- (ERR).
- INTENSIDAD DE TRAFICO.- Es la relación entre el tiempo - total de ocupación y el tiempo de registro. Se mide en - erlangs.
- INTERES DE TRAFICO.- Es el tráfico que se desea pueda -- cursar una central.
- N.O.S.F.E.R. (NUEVO SISTEMA FUNDAMENTAL PARA LA DETERMI- NACION DE LOS EQUIVALENTE DE REFERENCIA).- Sistema uti- lizado para determinar la atenuación relativa, entre un - aparato patrón y cualquier otro aparato telefónico.
- OFICINA TERMINAL (OT).- Central que proporciona servicio - automático en una población. También se le conoce como - Central Local.
- PUNTO VIRTUAL DE CONMUTACION.- Son los puntos ficticios - situados en los equipos de conmutación que sirven para se- parar dos circuitos de larga distancia, los cuales se en- cuentran a un nivel de -3.5 dBr en transmisión y -4.0 dBr en recepción.
- RED JERARQUICA.- Sistema que agrupa bajo una estructura - de más de dos niveles prioritarios a las centrales que -- componen la red telefónica.

Cualquier categoría puede realizar funciones de otras inferiores si así es requerido.

- RUIDO.- Son perturbaciones que reducen la inteligibilidad de la información transmitida. Las unidades más usuales para cuantificar el ruido son el pWOp y el dBmnc. Ambas unidades cuantifican las señales perturbadoras, de acuerdo a las curvas de ponderación que simulan la sensibilidad del oído.
- SEÑALES DE ABCNADC.- Permiten el intercambio de información entre abonados y central, pudiendo ser esta numérica o acústica.
- SEÑALES DE LINEA.- Permiten ocupar, supervisar y liberar las líneas de abonado y los enlaces entre equipos de conmutación, a base de señales de corriente continua o frecuencia vocal, interpretadas en base a su duración, dirección y sucesión.
- SEÑALES DE REGISTRO.- Permiten el intercambio de información de origen y destino entre los equipos de conmutación para identificar y seleccionar la dirección del abonado o enlace requerido.
- SEÑAL HACIA ADELANTE.- Es la señal enviada desde el equipo que llama, al equipo llamado.
- SEÑAL HACIA ATRAS.- Es la señal enviada desde el equipo llamado, al equipo que llama.

- **SEMILIBERACION.-** Es el intercambio de información por medio del cual es posible establecer y controlar las comunicaciones telefónicas.
- **TRAFICO CURSADO.-** Se obtiene de la diferencia del tráfico ofrecido al sistema y el tráfico perdido.
- **TRAFICO OFRECIDO.-** Es aquel que se proporciona a la central. Contiene intentos de llamadas fracasadas como no fracasadas.
- **TRONCAL.-** Enlaces urbanos a dos o cuatro hilos dependiendo del medio de transmisión utilizado. Estos pueden ser de los siguientes tipos:
  - .. Para manejar el tráfico entre una central local y
    - . Otro central local
    - . Una central Tándem
    - . Su correspondiente CALD
    - . Centrales privadas
  - .. El utilizado para manejar el tráfico entre las posiciones L.D. y su CALD correspondiente.
  - .. Para manejar tráfico entre dos centrales Tándem.
- **VIA DE ALTO USO.-** Grupo de troncales o circuitos dimensionados para operar con alta utilización, los cuales en caso de congestión desbordan tráfico sobre otra vía predeterminada.
- **VIA FINAL.-** Grupo de troncales o circuitos dimensionados para operar con baja utilización (baja probabilidad de con

gestión).

Este tipo de vía no tiene la opción de desbordar tráfico y determina la congestión máxima del sistema telefónico.

- **VOLUMEN DE TRAFICO.-** Es el flujo de tráfico y se expresa en erlang - horas.

## UNIDADES .

Decibel.

El decibel es la décima parte del Bell, el cual está definido como el logaritmo de base 10 de una relación de 2 magnitudes de potencia.

$$x \text{ dB} = 10 \log \frac{W_1}{W_2}$$

dBm.

Es una unidad que expresa un nivel de potencia absoluto, ésto se hace refiriendo la potencia considerada a un nivel de potencia de 1 mW.

$$x \text{ dBm} = 10 \log \frac{P_1}{1 \text{ mW}}$$

dBp.

Es la relación en db del nivel de energía en un - punto dado de un sistema, con respecto al de la - energía en un punto determinado, considerando como punto de referencia (según el sentido de la -- transmisión). El punto relativo de nivel cero, - se fija normalmente en el conmutador de larga distancia.

dBmC.

Es una unidad de potencia absoluta que se obtiene

refiriendo la potencia considerada a un tono de  $10^{-12}$  Watts a 1000 c/s, que es la frecuencia prominente en la red compensadora tipo C.

$$x \text{ dBmC} = 10 \log \frac{P_1}{10^{-12} \text{ W}}$$

### dBx.

Es la relación entre la energía medida en un circuito, y una referencia fijada en 90 dB abajo de 1 mW.

$$\text{dBx} = (\text{lectura en dB}) + (90 \text{ dB})$$

### pWOp.

Nivel absoluto de potencia psicofométrica expresada en pico watts, referido al punto relativo cero, y utilizada para medir ruido.

### Erlang.

Es el valor promedio del número de ocupaciones si multáneas durante un período de observación definido y se calcula según la fórmula:

$$\Delta = \gamma \cdot S$$

Donde:

A = Tráfico Telefónico (Erlangs).

y = Cantidad de Conferencias/Unidad de  
Tiempo.

S = Tiempo medio de ocupación de una --  
conversación.

## B I B L I O G R A F I A :

- Temas Fundamentales  
Telman, S. A.
  
- Signals, Systems and Communication.  
Lathi, B. P.  
Ed. Limusa, S. A. (1974)
  
- Fundamentos de Ingeniería Telefónica.  
Herrera, Pórez Enrique  
Ed. Limusa, S. A. (1979)
  
- Fundamentals of Analog and Digital Communication - - -  
Systems.  
Simpson Richard S.  
Ed. Mc. Graw-Hill (1971)
  
- Sistemas de Microondas.  
Teléfonos de México, S. A.
  
- Modulación por Pulso Codificados.  
Ameneyro Aguilar.  
Ed. Limusa-Wiley, S. A. (1973)



- Seminario de E.D. de TEL-NEI.

Editado por el Grupo de Apoyo de la Dirección de Servicios.

- Tendencias Tecnológica en Telefonía Privada

Elincave, K. Jacquez.

Zepeda, S. Arturo.

Phontel, S. A.