

12  
29.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**TELEFONIA DIGITAL Y RDSI  
"PLAN FUNDAMENTAL DE TRANSMISION"**

**TRABAJO DE SEMINARIO**  
Que para obtener el Título de:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
p r e s e n t a:

**BARRON GUZMAN FRANCISCO**

**ASESOR : ING. JOSE LUIS RIVERA LOPEZ.**

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

264505.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

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

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

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

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

Telefonía Digital y (RDSI).

"Plan Fundamental de Transmisión"

que presenta el pasante: Francisco Barrón Guzmán

con número de cuenta: 8726782-6 para obtener el Título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 19 de Mayo de 19 98

MÓDULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. José Luis Rivera López</u>	
<u>II</u>	<u>Ing. Vicente Magaña Gonzalez</u>	
<u>IV</u>	<u>Ing. Blanca de la Peña Valencia</u>	

## **AGRADECIMIENTOS :**

### **A MI FAMILIA**

Todas las palabras serían insuficientes para hacerles saber cuan agradecido estoy por el infinito apoyo de todos y cada uno de los miembros de mi familia, sin los cuales hubiera sido imposible llegar a concluir este trabajo, por lo tanto lo único que puedo expresarles a todos ellos es:

**iii GRACIAS !!!**

---

PROLOGO:

Desde que apareció el Telégrafo como primer servicio público de telecomunicaciones hasta nuestros días, el número de servicios y aplicaciones ha crecido considerablemente, hasta el punto que los servicios de telecomunicaciones se han convertido en un factor de competitividad fundamental, permitiendo que determinados procesos que no hace muchos años se tardaban días en realizar, hoy se pueden llevar a cabo de forma prácticamente inmediata.

Es un hecho evidente que el uso apropiado de las telecomunicaciones influye en la cuenta de resultados de las empresas por pequeñas que sean, pero para llegar a adoptar el servicio más interesante en cada caso particular se hace necesario estar al día de los servicios existentes y de las posibilidades que actualmente ofrecen.

La presente obra trata los aspectos básicos de la transmisión a través de las distintas configuraciones de las redes existentes en México y su interrelación con las redes de larga distancia, como son la Red internacional y Mundial, Red interZAC, Red intraZAC y la red de usuario, además de proporcionar los lineamientos generales para los diferentes parámetros a considerar dentro de las líneas de transmisión, como son El índice de sonoridad (IS), Variación de la atenuación en función del tiempo, Diafonía, Comportamiento a errores, Retardos, Indisponibilidad, Degradación de la calidad debida a procesos digitales, etc. Al final de la obra se encuentran los mnemónicos, y las definiciones de los términos más importantes.

## INTRODUCCION:

El punto fundamental de la transmisión es el canal telefónico o canal de voz. El "canal de voz" implica una ocupación espectral, ya sea que la trayectoria de voz se lleve a cabo mediante par físico, radio o fibra óptica. El oído humano, al menos en la gente joven, es sensible en el rango de frecuencias de 30 Hz hasta 30 kHz. Sin embargo, el contenido básico de la señal de voz (energía más emoción) ocupa una banda mucho más estrecha (100 Hz a 4000 Hz). Si se consideran éste y otros factores, se puede decir que el canal *nominal* de voz ocupa la banda de 0 a 4 kHz.

Los métodos adoptados para asegurar que la red telefónica tenga una calidad de servicio satisfactoria para el usuario, dependen estrechamente del desarrollo técnico de su red.

Precisamente es a través de los planes fundamentales donde se establece un conjunto coherente e integrado de capacidades y funciones técnicas a nivel de red, para organizar y dirigir la estructura de la planta telefónica bajo sus aspectos básicos, con el propósito de cumplir con el objetivo de la planta telefónica.

Los Planes Fundamentales actualmente en vigencia en la red de Telmex son cinco:

1. Plan Fundamental de Conmutación
2. Plan Fundamental de Señalización
3. Plan Fundamental de Numeración
4. Plan Fundamental de Transmisión
5. Plan Fundamental de Sincronización

En el caso particular del Plan Fundamental de Transmisión (P.F.T.), le corresponde a éste el control de los factores principales que influyen en la calidad de transmisión para que un enlace telefónico sea aceptable para el usuario. Esto se realiza mediante la planificación de las magnitudes admisibles de parámetros tales como: Índices de Sonoridad (IS), Atenuación, Ruido, Eco, Tasa de errores, etc.

INDICE

	Pag.
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Índice de Sonoridad (IS).....	1
1.2. Variación de la atenuación en función del tiempo .....	2
1.3. Diafonía.....	3
1.4. Comportamiento a errores.....	4
1.5. Indisponibilidad.....	5
1.6. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales.....	6
1.7. Ruido.....	6
1.8. Unidades de degradación.....	7
1.9. Unidades de medida.....	8
1.10. Eco.....	8
2. RED INTERNACIONAL Y MUNDIAL.....	9
2.1. Red Internacional y Mundial Mixta.....	9
2.1.1. Índice de Sonoridad (IS) y Atenuación.....	9
2.1.2. Estabilidad y Eco.....	9
2.1.3. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales.....	9
2.2. Red Internacional y Mundial Digital.....	9
2.2.1. Índice de Sonoridad (IS) y Atenuación.....	9
2.2.2. Estabilidad y eco.....	12
2.2.3. Comportamiento a errores.....	12
2.2.4. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales.....	12
2.2.5. Indisponibilidad.....	14

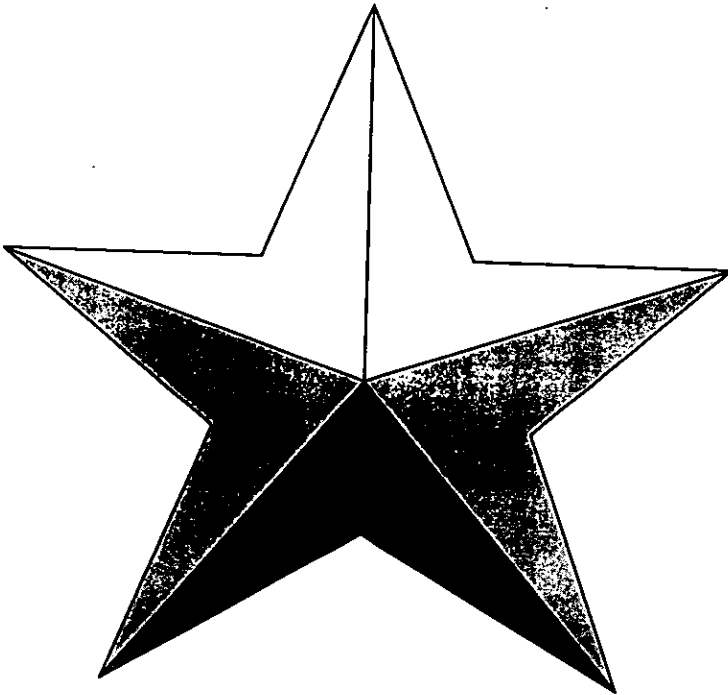


	Indice
	Pag.
3. RED INTERZAC.....	15
3.1. Red InterZAC Mixta.....	15
3.1.1. Índice de Sonoridad (IS) y atenuación.....	15
3.1.2. Estabilidad.....	15
3.2. Red InterZAC Digital.....	15
3.2.1. Índice de Sonoridad (IS) y atenuación.....	15
3.2.2. Estabilidad.....	17
3.2.3. Eco.....	17
3.2.4. Comportamiento a errores.....	17
3.2.5. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales....	19
3.2.6. Disponibilidad.....	19
4. RED INTRAZAC.....	20
4.1. Red IntraZAC Mixta.....	20
4.1.1. Índice de Sonoridad (IS) y atenuación.....	20
4.1.2. Estabilidad y eco.....	20
4.1.3. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales....	20
4.1.4. Ruido máximo.....	22
4.2. Red IntraZAC Digital.....	22
4.2.1. Índice de Sonoridad (IS) y atenuación.....	22
4.2.2. Estabilidad y eco.....	22
4.2.3. Comportamiento a errores (CE).....	24
4.2.4. Degradación de la calidad de transmisión debida a procesos digitales....	24
4.2.5. Disponibilidad.....	24

	Indice
	Pag.
5. RED DE USUARIO.....	26
5.1. Interfaz Usuario Red.....	26
5.1.1. Puente de Alimentación.....	26
5.2. Características de la red de usuario.....	27
5.2.1. Línea de Usuario.....	27
5.3. Aparato Telefónico .....	27
5.3.1. Índice de Sonoridad (IS).....	27
5.3.2. Regulación Automática.....	27
5.3.3. Respuesta en Frecuencia.....	28
6. ANEXO A.....	30
7. CONCLUSIONES.....	33
8. GLOSARIO.....	34
9. BIBLIOGRAFIA.....	37

# CAPITULO 1

## CONCEPTOS BASICOS



## 1. CONCEPTOS BASICOS

### 1.1. Índice de Sonoridad

El IS se utiliza para la planificación y evaluación de la calidad telefónica en una conexión extremo a extremo. Para tal fin la conexión se ha dividido en 3 partes: (ver fig. 1.1)

Índice de Sonoridad en Emisión (ISE)

Índice de Sonoridad en Recepción (ISR)

Índice de Sonoridad de la Conexión (ISC)

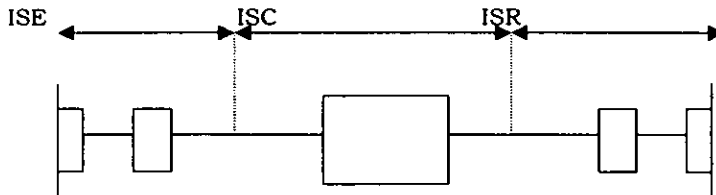


FIG. 1.1.

1. Representa el micrófono del teléfono.
2. Representa el circuito eléctrico de envío del teléfono.
3. Representa la cadena de circuitos de interconexión, incluyendo las líneas de usuario.
4. Representa el circuito eléctrico de recepción del teléfono.
5. Representa el audífono del teléfono.

El ISC se considera igual a la atenuación de la conexión medida a una frecuencia de 1020 Hz. El Índice de Sonoridad Global (ISG) de la conexión telefónica, es igual a:

$$ISG = ISE + ISC + ISR$$

## 1.2. Variación de la Atenuación en Función del Tiempo.

Una forma de distorsión se denomina distorsión de atenuación, y resulta de la respuesta imperfecta en amplitud-frecuencia. La distorsión por atenuación se evitaría si todas las frecuencias en la banda de paso estuvieran sujetas a la misma pérdida o ganancia. Sin embargo, cualquiera que sea la transmisión, algunas frecuencias se atenúan más que otras.

En un canal de voz la distorsión por atenuación se mide en relación a una frecuencia de referencia. El UIT-T especifica 800 Hz como referencia para Europa, Africa y partes de América Latina mientras que, en Norteamérica, es común usar 1000 Hz. Una manera para establecer la distorsión por atenuación es, por ejemplo, una norma puede establecer que, entre 600 y 2800 Hz, el nivel no debe variar más de  $-1 +2$  dB, el signo + indica una pérdida mayor, el signo - indica una pérdida menor. Por lo tanto, si se aplica una señal de  $-10$  dB a la entrada del canal, se esperarían  $-10$  dB a la salida a 800 Hz (Si no hubiera pérdida global), pero a otras frecuencias se puede esperar una variación entre  $-1 +2$  dB. Por ejemplo, a la salida se puede medir el nivel de  $-11.9$  dBm a 2500 Hz y de  $-9$  dBm a 1000 Hz.

Para el caso de los planes fundamentales, la desviación típica de la variación de atenuación en función del tiempo de cualquier circuito o equipo de transmisión no debe exceder de  $\pm 1$  dB con respecto a su valor nominal.

### 1.3. Diafonía.

La diafonía se refiere al comportamiento no deseable entre trayectorias de señal. Fundamentalmente son 3 las causas de la diafonía: 1) Acoplamiento eléctrico en el medio de transmisión, por ejemplo, el par físico, 2) control inadecuado de la respuesta en frecuencia (es decir filtros defectuosos o mal diseñados), y 3) funcionamiento no lineal de los equipos de transmisión. Hay 2 tipos de diafonía:

- ♦ Inteligible: en la que por lo menos existen 4 palabras que son inteligibles para quien escucha una conversación ajena en un período de 7 seg.
- ♦ Ininteligible: es la diafonía que resulta de cualquier otra forma de disturbio de un canal sobre otro.

La diafonía inteligible es la más perjudicial, ya que distrae al abonado que escucha. La diafonía que se recibe varía con el volumen de voz del abonado que perturba, la pérdida desde el abonado que perturba hasta el punto de diafonía, la pérdida de acoplamiento entre los 2 circuitos que se consideran y la pérdida desde el punto de diafonía hasta el abonado que escucha.

La relación telediafónica o paradiafónica de los circuitos nacionales (correspondiente sólo a la diafonía inteligible), medida en audiofrecuencia en un centro de conmutación (CCA, CCE, CTI, etc.), entre 2 circuitos completos en posición de servicio terminal no debe ser inferior a 65 dB.

**1.4.Comportamiento a Errores (CE).**

El comportamiento a errores para los trayectos y secciones digitales se caracteriza por:

- a)Segundos con Errores (SE) y
- b)Segundos con Muchos Errores (SME).

La distribución de los objetivos se realiza con base en la demarcación de calidad de los circuitos en 3 grados diferentes: local, medio y alto.

La estrategia de distribución y las características de los grados se muestra en la tabla 1.1.

PARAMETROS DEL COMPORTAMIENTO A ERRORES	OBJETIVO GLOBAL(% MAX DE TIEMPO)
Segundos con Muchos Errores(SME)	<0.2 % de segundos con TEB $>1 \times 10^{-3}$
Segundos con Errores (SE)	< 8 % de segundos con errores

Tabla 1.1.

◆ GRADO LOCAL: Corresponde al 15 % del objetivo global en cada extremo.

Son sistemas que operan entre la localidad del usuario y los CCA's/CCE's a velocidades típicas menores o iguales a 2 Mbps. Los objetivos para este grado no dependen de la longitud.

◆ GRADO MEDIO: Corresponde al 15 % del objetivo global en cada extremo.

Son sistemas con velocidades mayores o iguales a 2 Mbps, que operan entre CCE's y CTI's. Los objetivos para este grado no dependen de la longitud.

- ♦ GRADO ALTO: Corresponde al 40 % del objetivo global.

Son sistemas que abarcan conexiones interZAC's y conexiones internacionales de gran longitud, que operan a grandes velocidades de transmisión. Los objetivos para este grado es en base a la longitud del trayecto, es decir, una asignación equivalente a 0.0016 % por cada km.

Los objetivos para los SE en los diferentes grados, se obtienen determinando directamente del porcentaje del objetivo global (8%) con base en la estrategia mencionada anteriormente (15%, 40%, etc.). Por ejemplo, para determinar el objetivo de SE en el grado local, se tiene que: 15% de 8% = 1.2%.

### 1.5. Indisponibilidad.

Un circuito está indisponible cuando durante 10 segundos consecutivos (o más) se cumple alguna o ambas de las siguientes condiciones:

- Exista interrupción de la señal (pérdida de alineamiento o trama)
- La proporción de errores sea superior a  $1 \times 10^{-3}$ .

El periodo de tiempo indisponible termina cuando la tasa de errores sea mejor que  $1 \times 10^{-3}$  durante 10 segundos consecutivos (o más), contando estos 10 segundos como tiempo disponible.

La tabla 1.2 muestra los objetivos de disponibilidad e indisponibilidad para enlaces de radio de grados alto y medio.

CALIDAD DEL ENLACE	LONGITUD DEL TDRF O SDFR	OBJETIVO DE INDISPONIBILIDAD	OBJETIVO DE DISPONIBILIDAD
GRADO ALTO	2500 km.	0.3 %	99.7 %
	280km.	0.033 %	99.697 %
GRADO MEDIO	1250 km.	0.35 %	99.65 %
	50 o 280 km.	0.07 %	99.93 %

Tabla 1.2.



### **1.6. Degradación de la Calidad Debida a Procesos Digitales.**

La incorporación de los distintos procesos digitales a la red ocasionan una acumulación apreciable de degradaciones de la transmisión, por lo tanto, para evitar que se llegue a degradar seriamente la calidad de la transmisión global, se ha establecido no introducir más de 14 unidades de degradación en una comunicación internacional; de los cuales 5 se distribuirán en las partes nacionales y 4 en la cadena internacional. La definición de unidades de degradación, se explica posteriormente.

### **1.7. Ruido.**

Son perturbaciones que reducen la inteligibilidad de la información transmitida. Hay varias clases de ruido, las cuales se explican a continuación.

- ♦ Ruido térmico.- En un sistema de comunicación, cada elemento del equipo y el mismo medio de transmisión contribuyen al ruido térmico, esto es si la temperatura del elemento o del medio está por encima del cero absoluto ( $0\text{ }^{\circ}\text{K}$  ó  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- ♦ Ruido de disparo.- Este nombre se le da al ruido generado en aparatos activos (fuentes de energía), como válvulas o transistores, producido por la variación aleatoria de velocidad de movimiento de los electrones, bajo la aplicación externa de voltajes o potenciales en las terminales apropiadas.
- ♦ Ruido de partición.- Este ocurre en aparatos activos de electrodos múltiples y se debe al total de la corriente dividida entre los diferentes electrodos.

- ◆ Ruido de fluctuación.- Este puede ser natural (tormentas eléctricas) o hecho por el hombre (sistemas de encendido de los automóviles, aparatos eléctricos, etc.) y también se esparce sobre un amplio rango de frecuencias. Dicho ruido puede ser recogido por los aparatos y conductores que forman las líneas de transmisión.
- ◆ Estática.- Este nombre se le da al ruido encontrado en las transmisiones al espacio libre de los enlaces de radio, y se debe principalmente a tormentas ionosféricas causantes de las fluctuaciones del campo magnético de la Tierra. Esta forma de ruido es afectada por la rotación del Sol (ciclo de 27.3 días) y por la actividad solar prevaleciente.
- ◆ Ruido Cósmico.- Este tipo de ruido es también muy problemático para los enlaces de radio, y se debe principalmente a disturbios nucleares en todas las galaxias del universo.
- ◆ Ruido de parpadeo.- La causa de este ruido no ha sido entendida muy bien, pero es el ruido que predomina a bajas frecuencias por debajo de 1kHz, con un nivel decreciente a medida que la frecuencia aumenta. También se le conoce como ruido excedente o ruido  $1/f$ .

### 1.8. Unidades de degradación.

Corresponden a las unidades genéricas utilizadas para estimar la distorsión introducida en un enlace, por la incorporación de procesos digitales, y procesos con conversión A/D. Para fines de este plan, se ha supuesto que las unidades de distorsión corresponden numéricamente a las unidades de distorsión de cuantificación. (Ver Anexo A)

**1.9.- Unidades de medida.**

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

$$X \text{ dB} = 10 \log W1/W2$$

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

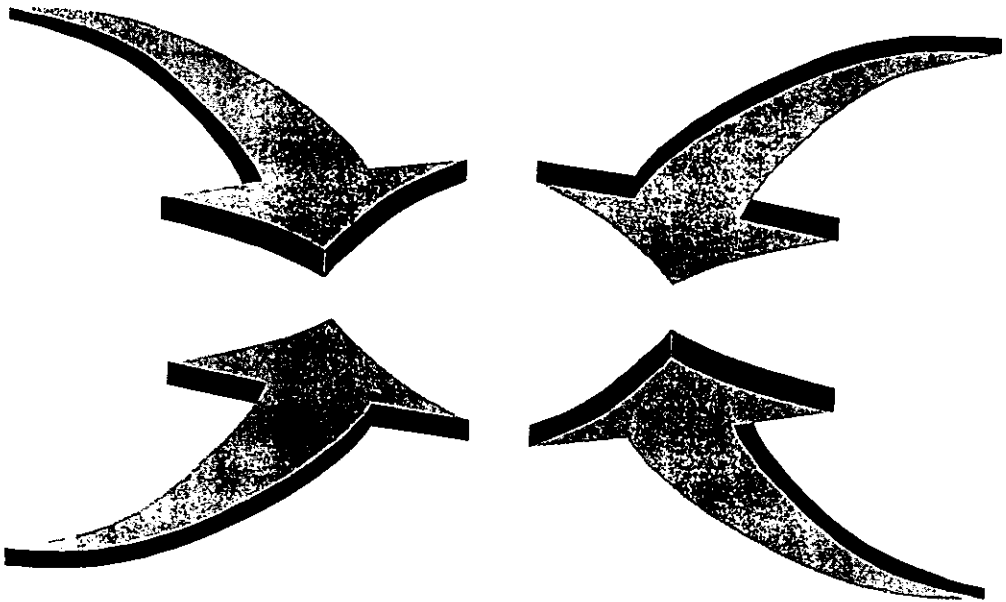
$$X \text{ dBm} = 10 \log (P1/1\text{mW})$$

**1.10.- Eco.**

Son las 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 2 a 4 hilos.

# CAPITULO 2

## RED INTERNACIONAL Y MUNDIAL



## 2. RED INTERNACIONAL Y MUNDIAL.

### 2.1.- Red Internacional y Mundial Mixta.

#### 2.1.1.- *Indice de Sonoridad (IS) y Atenuación.*

El IS entre cualquier usuario y los puntos virtuales de conmutación analógicos (PVCA) del primer circuito internacional o mundial, tendrá un valor máximo de 19 dB en emisión y un valor máximo de 7 dB en recepción, de acuerdo con la fig. 2.1.

#### 2.1.2.- *Estabilidad y Eco.*

Para cumplir con las normas especificadas los circuitos vía satélite internacionales y mundiales deben ser equipados en cada extremo con un dispositivo cancelador de eco.

#### 2.1.3.- *Degradación de la calidad debida a procesos digitales.*

Durante la red mixta no se deberán introducir más de 14 unidades de degradación en una conexión telefónica internacional o mundial, debido a procesos digitales. De estas 14 unidades, 5 serán distribuidas en los países de origen y 4 en la cadena internacional. Se distribuyen de acuerdo a la fig. 2.2.

### 2.2.-Red Internacional y Mundial Digital.

#### 2.2.1.- *Indice de Sonoridad y Atenuación.*

El IS entre cualquier usuario y los puntos virtuales de conmutación analógicos del primer circuito internacional no pasará de 16 dB en emisión y de 4 dB en recepción, como se puede ver en la fig. 2.3. La atenuación máxima permisible entre el PTR y los PVCA del primer circuito internacional será de 13.5 dB.

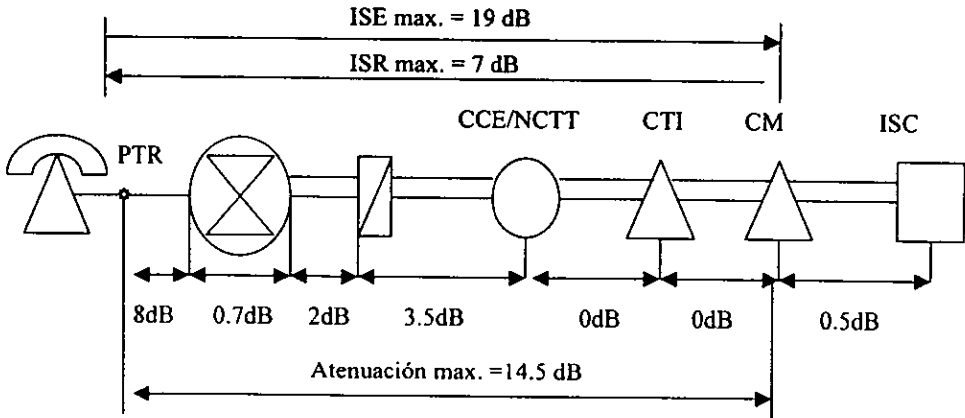


Fig. 2.1.

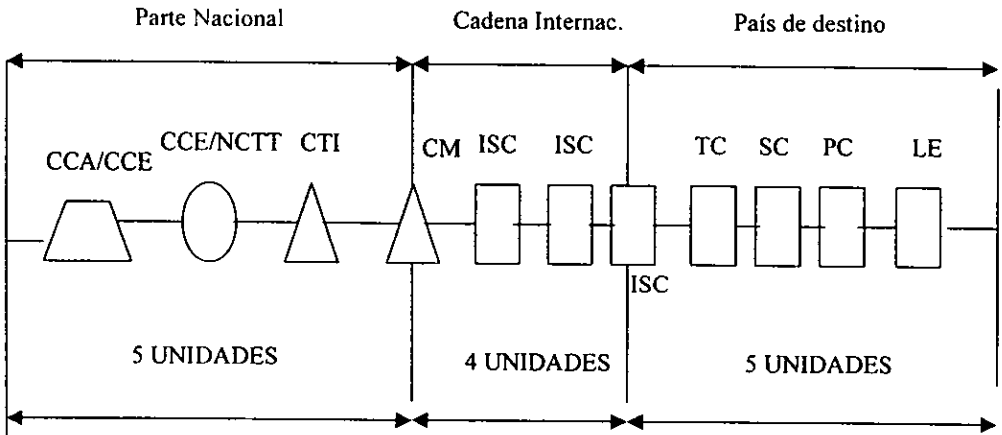


Fig. 2.2

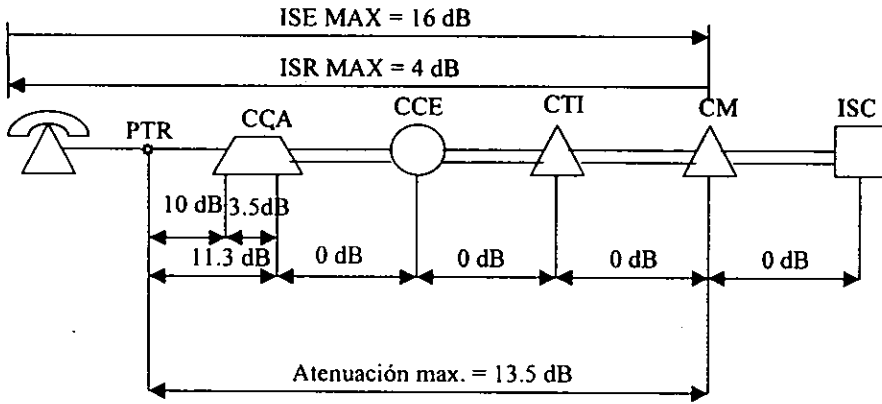


Fig. 2.3

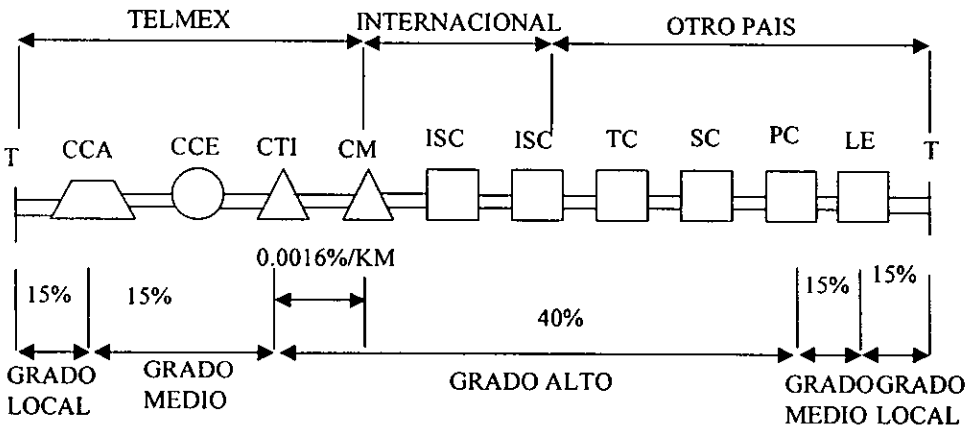


FIG. 2.4

**2.2.2. Estabilidad y Eco.**

Debe cumplirse con lo escrito en el punto 2.1.2., con la excepción de que los canceladores de eco deben ser digitales, ya que la red es totalmente digital.

**2.2.3.- Comportamiento a errores.**

El comportamiento a errores debe cumplir con los objetivos de la tabla 2.1, que siguen la distribución mostrada en la fig. 2.4

TRAYECTO	POG	OBJETIVOS DE CE	POR TRAYECTO
		SME	SE
T-CCA (Grado Local)	15 %	0.015 %	
CCA-CTI (Grado Medio)	15 %	0.015 %	1.2 %
		0.04 %	
CTI-CM (Grado Alto)	0.0016 %/km.	1.6X10 <sup>-6</sup> %/km.	0.000128 %/km.
		2.6X10 <sup>-5</sup> %/km.	

TABLA 2.1

**2.2.4.- Degradación de la Calidad de Transmisión Debida a Procesos Digitales.**

El número de unidades de degradación de la transmisión en una conexión telefónica internacional o mundial no deberá exceder las 14 unidades de degradación como lo indica el punto 2.1.3.



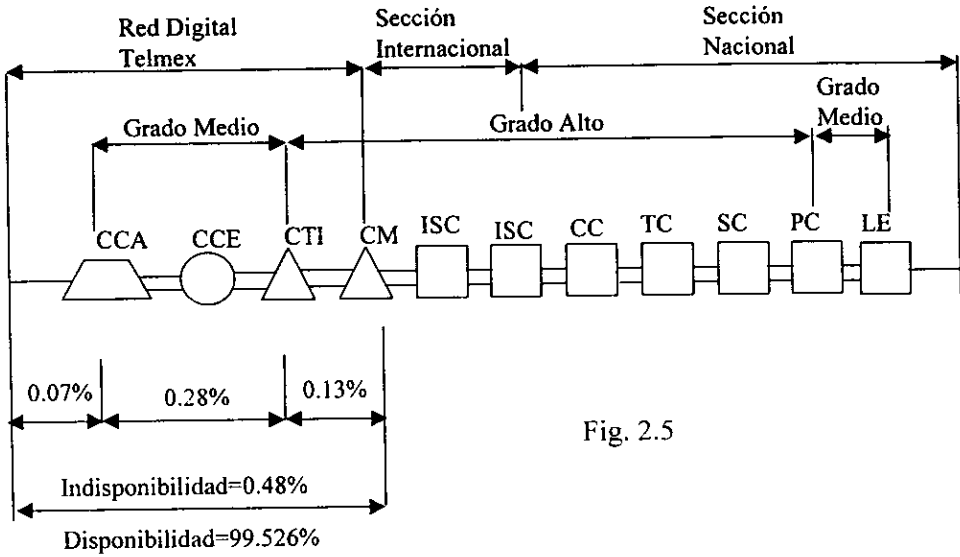


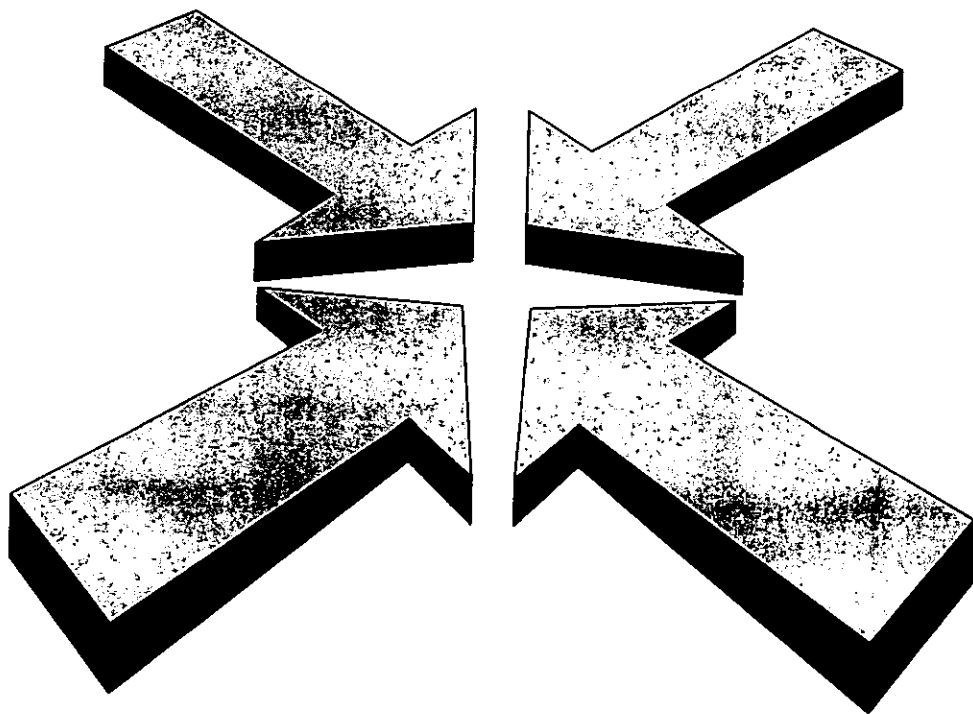
Fig. 2.5

*2.2.5.- Disponibilidad.*

El objetivo de disponibilidad en una conexión internacional, deberá cumplir con el punto 1.5, y con la distribución mostrada en la fig. 2.5, para un período de observación de 1 año. La disponibilidad mostrada en la fig. 2.5 corresponde únicamente a la disponibilidad debida a los enlaces digitales. La disponibilidad causada por las centrales digitales no se ha considerado.

# CAPITULO 3

## RED INTERZAC



### 3.- RED INTERZAC

#### 3.1.- Red Interzac Mixta.

##### 3.1.1.- *Indice de Sonoridad (IS) y Atenuación.*

El Indice de Sonoridad Global para comunicación nacional que curse la red interZAC mixta no debe exceder de 25.5 dB, con líneas de usuario de 10 dB, la atenuación máxima que debe introducir la cadena interZAC es de 12.5 dB, todos los circuitos digitales que conectan a los Centros de Conmutación en la cadena interZAC deberán tener 0 dB, como lo marca la fig. 3.1. Los Centros de Conmutación digitales que forman la cadena interZAC mixta, tales como CCE's, CTI's ó CCA's interconectados con circuitos digitales, deben tener 0 dB de atenuación entre sus puertos de entrada y salida digitales, exceptuando los que terminan en la interfaz analógica de usuario, los cuales deben insertar una atenuación máxima de 3.5 dB.

3.1.2.- *Estabilidad. Ver el punto 3.2.2.*

#### 3.2.- RED INTERZAC DIGITAL.

##### 3.2.1.- *Indice de Sonoridad (IS) y Atenuación.*

El ISG para una comunicación que curse por la red interZAC digital no debe exceder de 20 dB, la atenuación debida a los Centros de Conmutación debe ser de 7 dB, los circuitos de enlaces digitales a 4 hilos no deben introducir atenuación, como lo muestra la fig. 3.2.

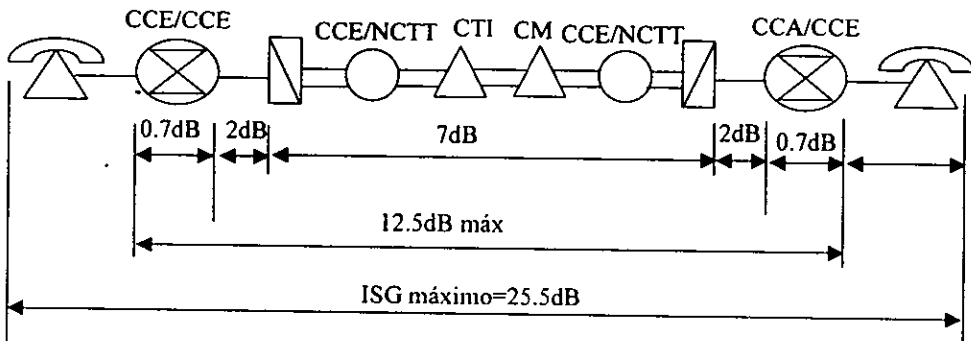


Fig. 3.1

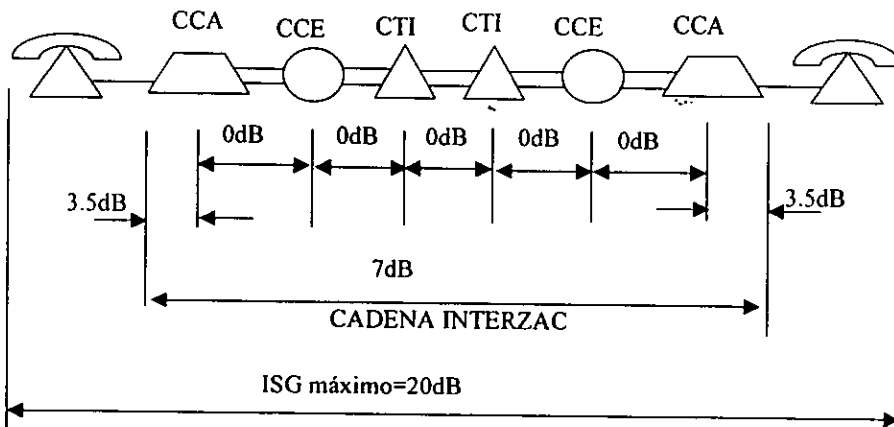


Fig. 3.2

### 3.2.2.- Estabilidad.

El aseguramiento de la estabilidad en la red interZAC, se basa en el control de la variación de la atenuación en función del tiempo y la atenuación del trayecto a-t-b en la banda de 300 a 3400 Hz, los cuales se describen en el punto 3.2.2.

### 3.2.3.- Eco.

Para minimizar el eco se deben considerar los siguientes puntos:

- ♦ La atenuación del trayecto a-t-b en la banda de 500 a 2500 Hz para enlaces terrestres nacionales, (Ver el punto 3.2.2)
- ♦ Además del punto anterior, se usaran canceladores de eco en los extremos de las conexiones nacionales.

Todo lo anterior debe cumplir con la tabla 3.1.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	LIMITES	
	Retardo en un sentido	Distancia para el cancelador
Fibra Optica	25 mseg	4400 km.
Radio Digital	25 mseg	5500 km.

Tabla 3.1.

### 3.2.4. Comportamiento a errores.

El comportamiento a errores para este tipo de red se describe en la tabla 3.2 y en la fig. 3.3.

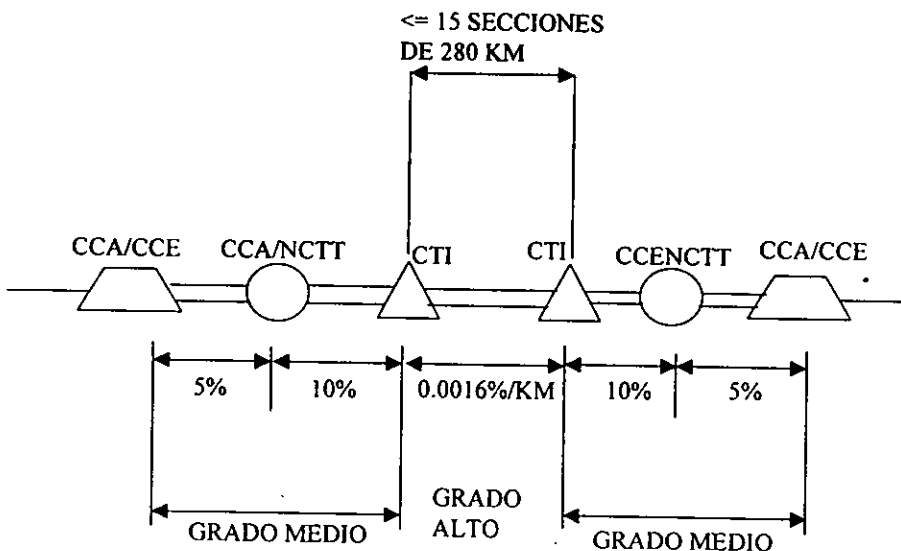


FIG. 3.3

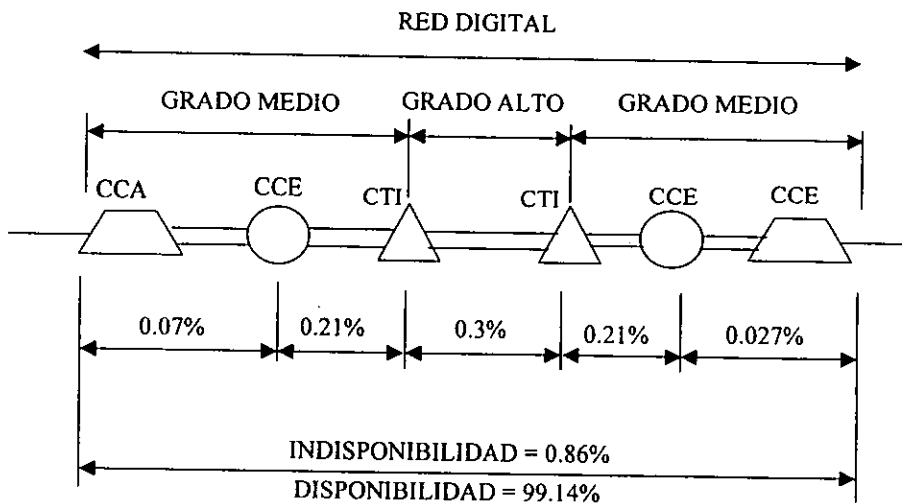


FIG. 3.4

TRAYECTO	POG	OBJETIVOS DE CE POR TRAYECTO	
		SME	SE
CCA/CCE-CCE/NCTT GRADO MEDIO	5%	0.005%	0.4%
		0.013%	
CCE/NCTT-CTI GRADO MEDIO	10%	0.01%	0.8%
		0.027%	
CTI-CTI GRADO ALTO	1.6x10-3 %/KM	1.6x10-3%/KM	0.000128%
		1.6x10-3 %/KM+0.05%	

Tabla 3.2.

3.2.5. *Degradación de la calidad de la transmisión debida a procesos digitales.*

En cualquier comunicación que curse la cadena interZAC digital no se deberán introducir más de 10 unidades de degradación.

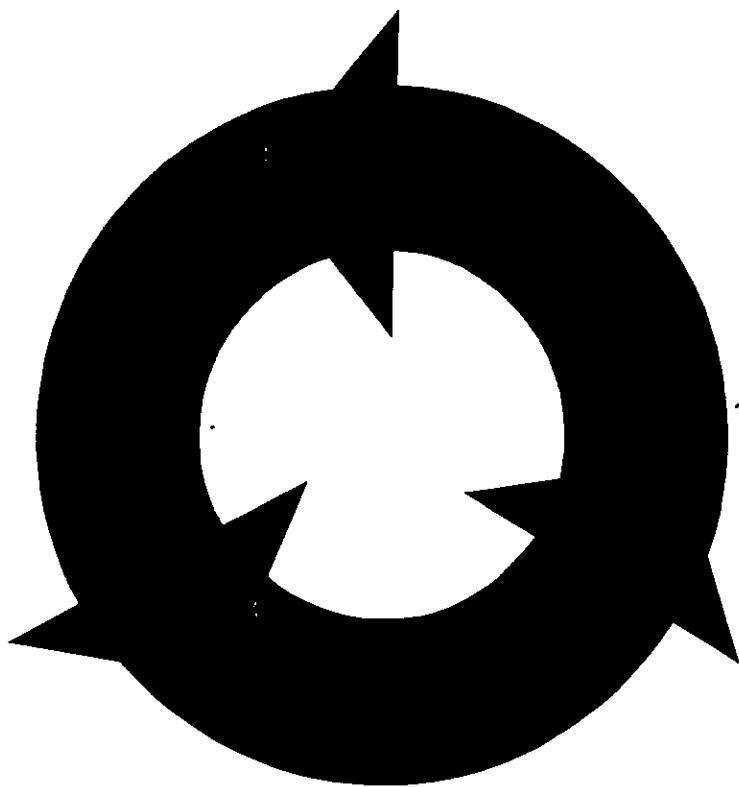
3.2.6. *Indisponibilidad.*

Los objetivos de indisponibilidad de una conexión interZAC, se muestra en la fig. 3.4, para verificar este objetivo, las mediciones en la conexión deberán realizarse al menos durante un año. En la fig. 3.4 no se ha considerado la indisponibilidad causada por las centrales digitales, esta corresponde únicamente a la ocasionada por enlaces digitales.



# CAPITULO 4

## RED INTRAZAC



## 4. RED INTRAZAC

### 4.1. Red IntraZAC Mixta

#### 4.1.1. Índice de Sonoridad y Atenuación.

El índice de sonoridad global (ISG) para una comunicación dentro de la red no debe exceder de 25.5 dB. Ver Fig. 4.1. La atenuación máxima que la cadena intraZAC debe introducir es de 12.5 dB. Todos los circuitos digitales que interconectan a los centros de conmutación no deben introducir atenuación alguna; los centros de conmutación digitales (CCA's, CCE's ó CTU's/CTZ's), interconectados con circuitos digitales deben tener 0 dB entre puertos de entrada y salida, a excepción de los que terminan en la interfaz analógica, a los cuales se le permite una atenuación máxima de 3.5 dB.

La atenuación que pueden insertar los centros analógicos no debe ser mayor de 0.7 dB, para los circuitos troncales a 2 hilos y de 7.5 dB para los circuitos troncales a 4 hilos analógicos.

#### 4.1.2. Estabilidad y Eco.

Para asegurar la estabilidad y el eco en la red intraZAC mixta, se debe controlar la variación de la atenuación en función del tiempo y la atenuación del trayecto a-t-b en la banda de 300 a 3400 Hz, los cuales se describen en el punto 4.2.2.

#### 4.1.3. Degradación de la calidad de la transmisión debida a procesos digitales.

En la cadena intraZAC mixta no se deben de introducir más de 10 U.D., y su distribución debe seguir lo establecido en la fig. 4.2.

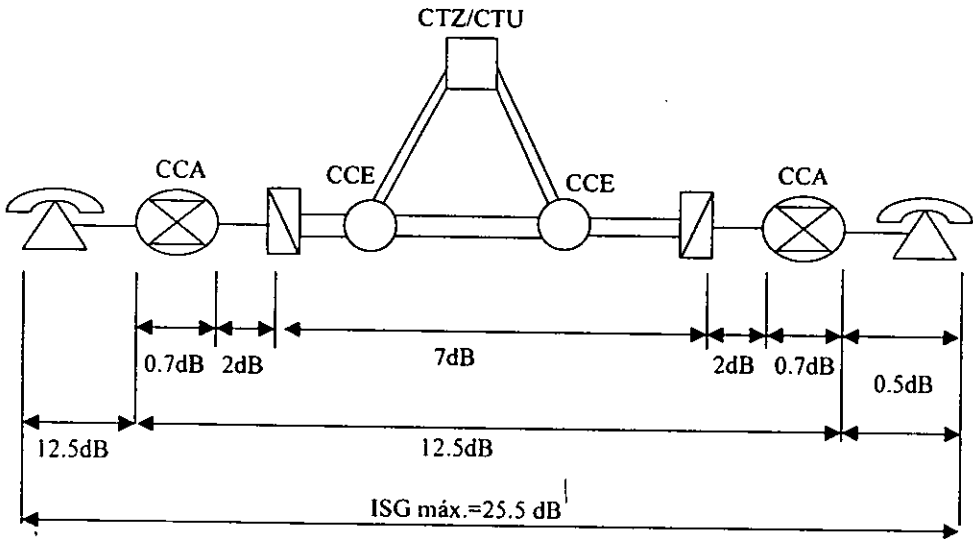


FIG 4.1

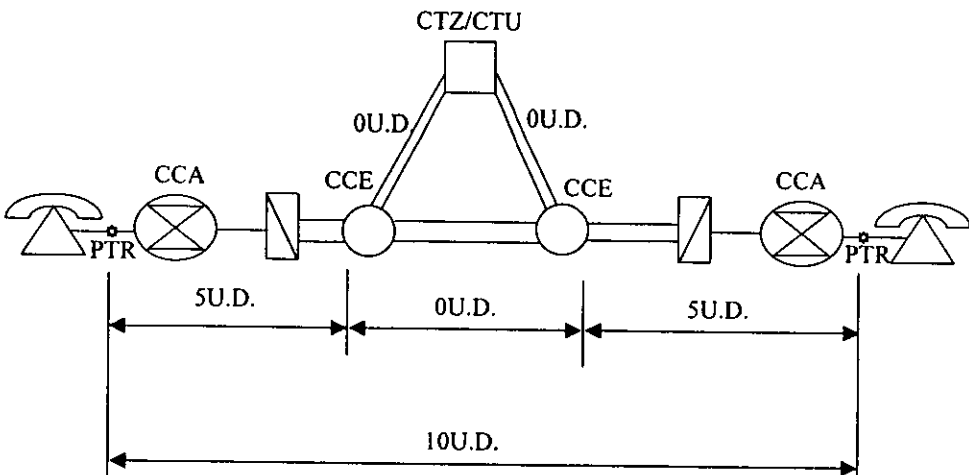


FIG. 4.2

#### 4.1.4. Ruido máximo.

La contribución máxima de ruido psfométrico del CCA/CCE analógico no debe ser mayor de 200 pW0p.

### 4.2. Red IntraZAC Digital.

#### 4.2.1. Índice de Sonoridad y Atenuación.

El ISG para una comunicación dentro de la red intraZAC digital no debe exceder de 20 dB. Ver la fig. 4.3, la atenuación permisible en la cadena intraZAC es de 7 dB, distribuyéndose 3.5 dB en cada extremo, los circuitos de enlaces digitales a 4 hilos no deben introducir atenuación entre PVCA, lo anterior también se aplica para los Centros de Conmutación (CCA's, CCE's, Y CTZ's/CTU's).

#### 4.2.2. Estabilidad y Eco.

Para garantizar la estabilidad y el eco de los circuitos al operar con las pérdidas especificadas, se debe considerar lo siguiente:

- ◆ La atenuación del trayecto a-t-b, que comprende la suma de las atenuaciones a-t-b, más la atenuación de equilibrado, deberá tener un valor promedio mínimo de 29 dB en la banda de 500 a 2500 Hz y un promedio superior a 25 dB en los rangos de 300 a 500 Hz y 2500 a 3400 Hz. Ver fig. 4.4.
- ◆ La atenuación para la estabilidad debe tener un valor  $\geq 7$  dB en la banda de 300 a 3400 Hz considerándose la terminación a 2 hilos más desfavorable, tal como circuito abierto.

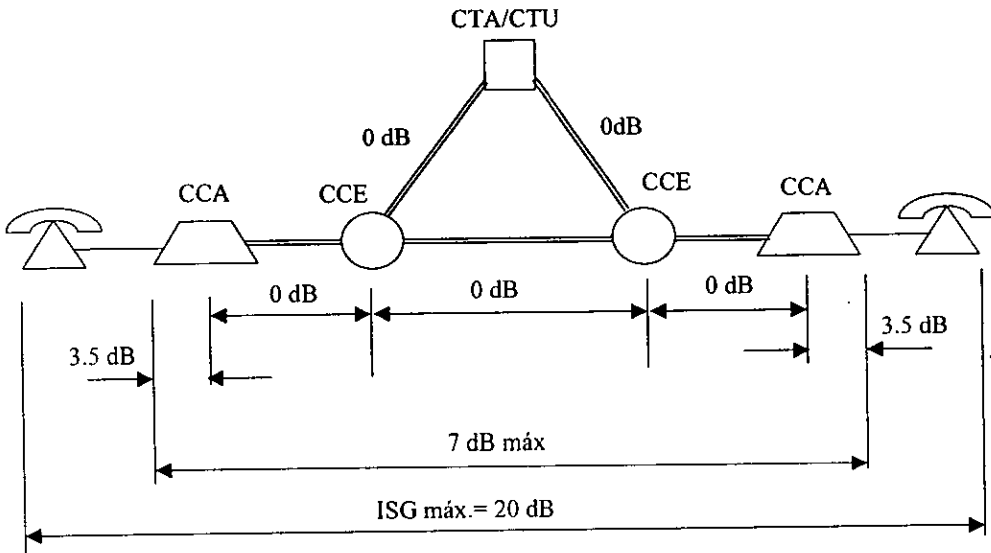


FIG. 4.3

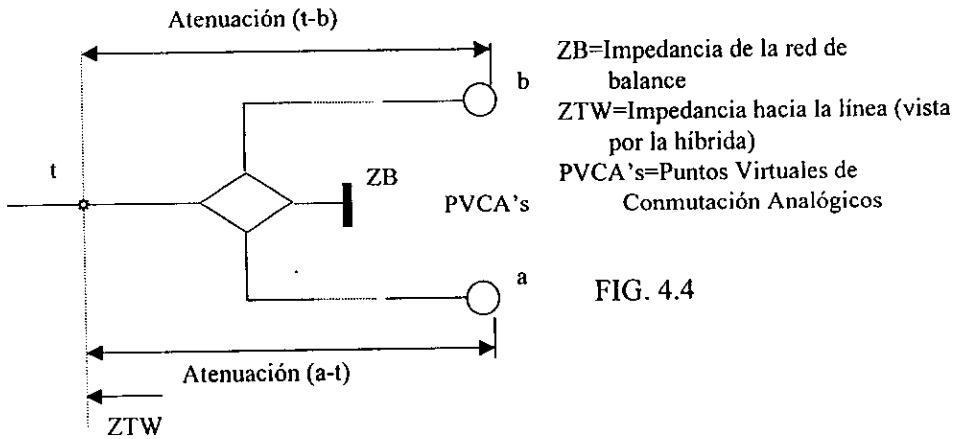


FIG. 4.4

$$\text{Aten}(a-t-b) = \frac{\text{Aten}(a-t) + 20 \log_{10} \left( \frac{ZB + ZTW}{ZB - ZTW} \right) + \text{Aten}(t-b)}{\text{Aten. de equilibrado}}$$

#### 4.2.3. Comportamiento a errores.

Las conexiones dentro de la red intraZAC digital deben cumplir con lo descrito en la tabla 4.1 y la fig. 4.5.

TRAYECTO GRADO MEDIO	POG	OBJETIVOS DE CE POR TRAYECTO	
		SME	SE
CCA-CCE	5%	(SUMA % DE TRAYECTO DE GRADO MEDIO)x 0.001% + 0.05%	0.4%
CCE-CTZ	7%		0.56%
CCE-CTU	5%		0.4%
CTU-CTU	5%		0.4%
CCE-CCE	5%		0.4%

Tabla 4.1

#### 4.2.4. Degradación de la calidad de la transmisión debida a procesos digitales.

En cualquier comunicación dentro de la red intraZAC digital, no se deben introducir más de 10 U.D.

#### 4.2.5. Disponibilidad.

Los objetivos de indisponibilidad de una conexión intraZAC, se muestra en la fig. 4.6, sólo se muestra la indisponibilidad causada por los enlaces digitales, sin incluir la causada por las centrales digitales, las mediciones en la conexión deberán realizarse al menos durante 1 año.

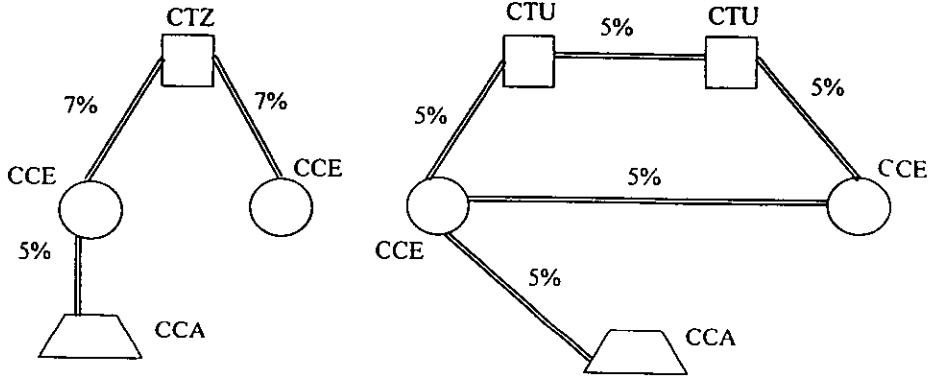


FIG. 4.5

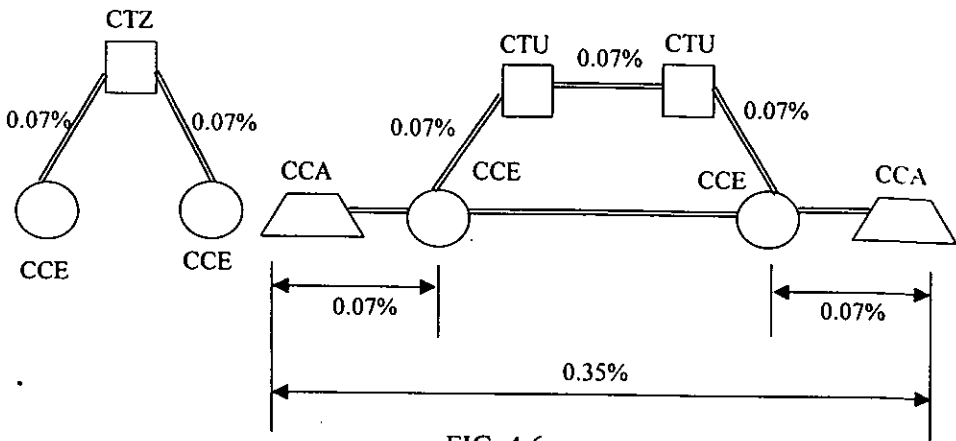
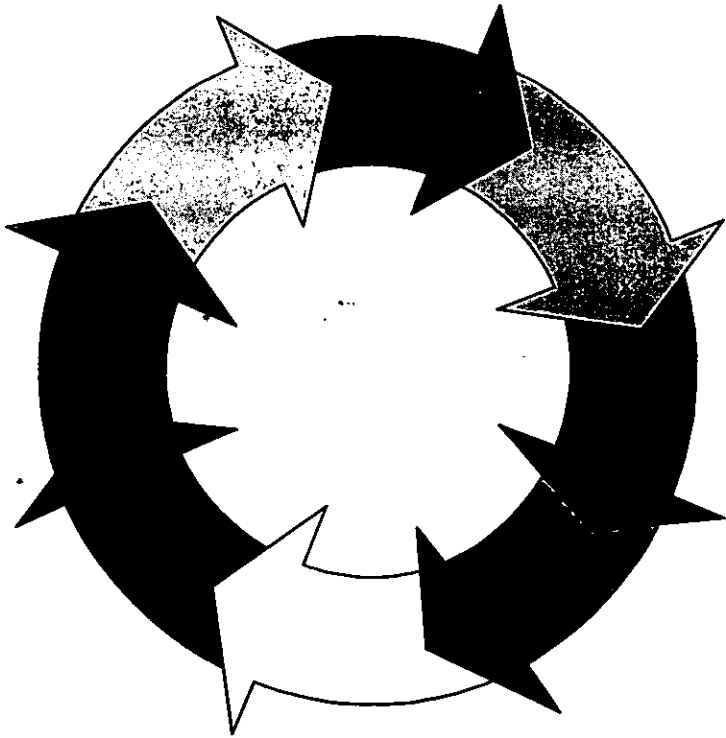


FIG. 4.6

# CAPITULO 5

## RED DE USUARIO





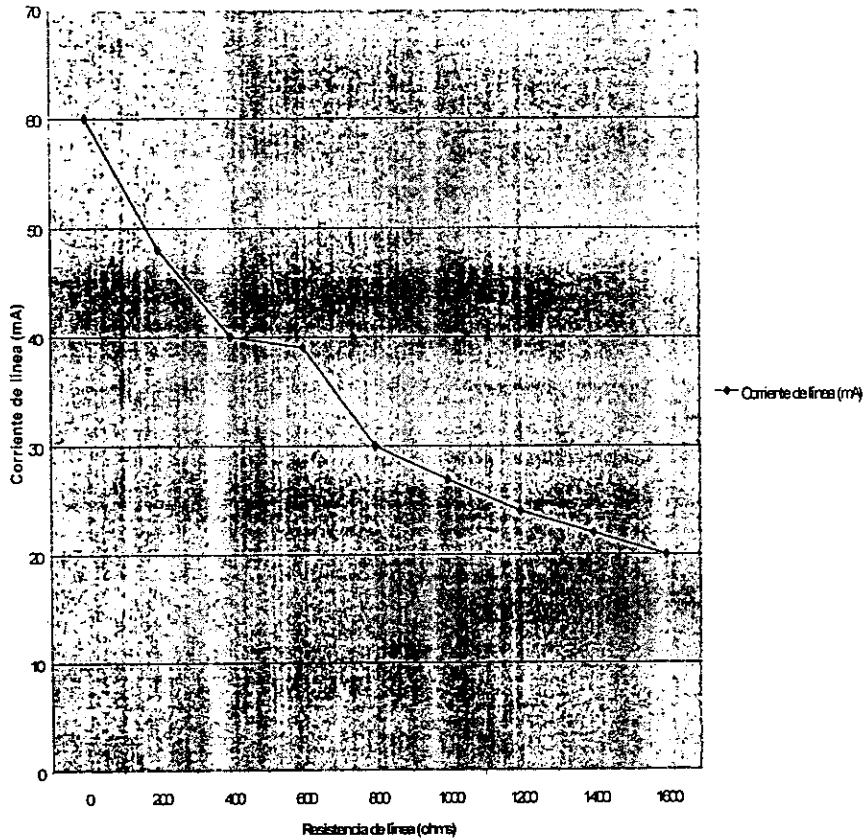
## 5.-RED DE USUARIO

### 5.1. Interfaz usuario-red.

#### 5.1.1.- Puente de Alimentación.

El puente de alimentación debe suministrar el voltaje y la corriente a la línea y al equipo de usuario, con las siguientes características: 48 Vcc +/- 10% a través de 2 x 400 Ohms ó equivalente. Ver Fig. 5.1.

Fig 51



Además de que todos los circuitos conversores de 4 a 2 hilos que conectan la línea de usuario con el resto de la red deben tener una red de balance de  $220 \text{ ohms} + 820 \text{ ohms} // 115 \text{ nF}$  ( $900 \text{ ohms} -23.5^\circ$  a  $1000 \text{ Hz}$ ).

## **5.2. Características de la Red de Usuario.**

### *5.2.1. Línea de Usuario.*

La atenuación máxima en la línea de usuario será de 8 dB, para los casos de conexión hacia edificios de centrales cuya tecnología analógica se sustituirá por digital a mediano plazo (mayor a 2 años). Se utilizará 10 dB como máxima atenuación en las líneas de usuario, para los proyectos asignados a edificios con centrales digitales a corto plazo (menor a 2 años); además de que se debe abandonar la técnica de pupinización en todos los proyectos de red de abonado.

La resistencia a Corriente Continua (CC) de la línea de usuario, sin incluir el aparato telefónico, debe ser menor o igual a 1300 ohms hasta el PTR y menor o igual a 100 ohms desde el PTR hasta la roseta del aparato telefónico.

## **5.3. Aparato Telefónico.**

### *5.3.1. Indices de Sonoridad (IS).*

Los índices de sonoridad del aparato telefónico para alimentación de 48 Vcc y  $2 \times 400 \text{ ohms}$  deben cumplir con los valores indicados en la tabla 5.1

### *5.3.2. Regulación Automática.*

El aparato telefónico debe estar equipado con regulación automática en envío y en recepción de  $+6\text{dB} \pm 2\text{dB}$  para una línea de 0 ohms con respecto al valor nominal a 1220 ohms.

Indices de Sonoridad	Valor Nominal
Indice de Sonoridad en Emisión (ISE)	+1.5dB+/-2.5dB
Indice de Sonoridad en Recepción (ISR)	-10.5dB+/-2dB
Indice de Enmascaramiento del Efecto Local (IEEL)	+5dB<IEEL>=+19dB
Indice de Efecto Local de la Persona que Escucha (IELE)	IELE>+13dB

Tabla 5.1

## Notas:

- ♦ Los valores nominales del ISE y el ISR se miden utilizando una línea artificial de 1120 ohms, del resultado final debe excluirse la atenuación introducida por esta.
- ♦ El valor del IEEL y del IELE se deben cumplir para una línea artificial cuya longitud se varíe de 0 a 1220 ohms.
- ♦ La línea artificial en todos los casos está definida con las siguientes características. 0.4 mm de calibre, 280 ohms/km, 52 nF/km y una atenuación de 8 dB a 1000 Hz en 1220 ohms.

## 5.3.3. Respuesta en Frecuencia.

Las respuestas en Frecuencia en envío y en recepción del aparato telefónico, deberán cumplir con los límites de las plantillas (a) y (b) respectivamente, mostradas en la Fig. 5.2.

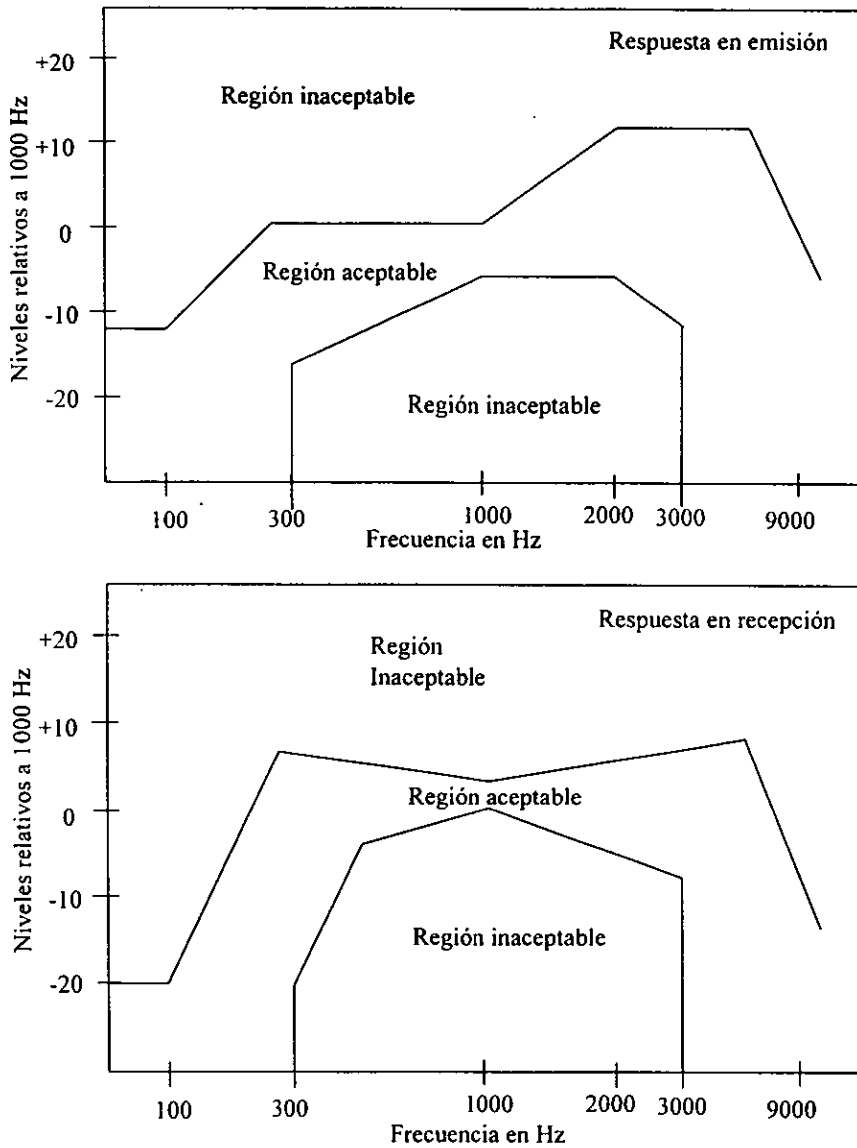


Fig. 5.2

**RUIDO DE CUANTIZACION.**

Una señal continua ó analógica que se va a codificar en la forma digital debe primero cuantizarse en pasos discretos de amplitud. Una vez que esto se ha cumplido, los valores instantáneos de la señal continua no pueden reconstruirse en forma exacta. Esto da lugar a variaciones de error de tipo aleatorio, conocidas por *Ruido de Cuantización*, este ruido puede reducirse hasta cualquier grado que se desee escogiendo los pasos de cuantización o niveles de separación lo más próximos posible. Para calcular el ruido de cuantización rms, se establecerá una expresión para la relación señal a ruido de cuantización, siendo la señal en el transmisor cuantizada en un total de M niveles y con un espaciamiento de a volts entre los niveles adyacentes. Con una excursión máxima de la señal entre valores positivos y negativos de P volts, o con una excursión máxima (positiva o negativa) de V volts.

$$a = P/M = 2V/M$$

La señal continua se supone que tiene un valor promedio de cero, o que no tiene componentes de cc. Las amplitudes cuantizadas se presentan en  $\pm a/2, \pm 3a/2, \dots, \pm(M-1)(a/2)$ , y las muestras cuantizadas cubrirán un intervalo de:

$$A = (M-1)a \text{ Volts}$$

Tal como se ha mencionado, el proceso de cuantización introduce un error irreducible a causa de que las muestras que se tienen en el receptor en los voltajes cuantizados  $A_j$  volts podrían haberse debido a cualquier voltaje del intervalo  $A_j - a/2$  a  $A_j + a/2$  volts. Como se puede ver en la figura A2. El ruido de cuantización, se limita a  $\pm a/2$  volts.

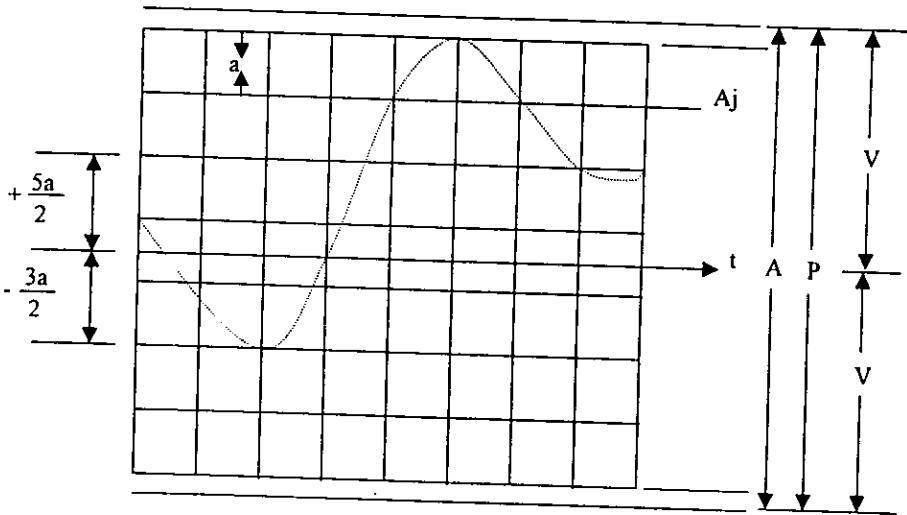


Fig. A1

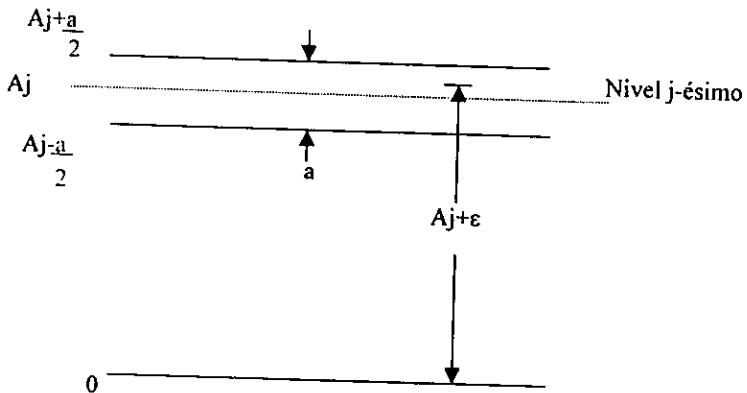


Fig. A2

El voltaje de error cuadrático promedio debido a la cuantización se puede calcular suponiendo que en un largo intervalo de tiempo todos los valores de voltaje de la región de incertidumbre aparecerán con seguridad el mismo número de veces. El voltaje instantáneo de la señal será de  $A_j + \epsilon$ , donde  $-a/2 \leq \epsilon \leq a/2$ .  $\epsilon$  representa el voltaje de error entre la señal instantánea (real) y su equivalente cuantizado. Con esta suposición todos los valores de  $\epsilon$  son posibles, tomando en cuenta lo anterior y realizando los cálculos necesarios, se tiene que, el valor promedio del error es cero, con las suposiciones hechas. El error rms es entonces  $a\sqrt{12} = a(2\sqrt{3})$  volts, lo cual representa el "ruido" rms que se observa en la salida del sistema.

Los parámetros más importantes a considerar dentro de los diferentes tipos de líneas que existen en la red de Telmex son el Índice de Sonoridad (IS) y la Atenuación, ya que estos parámetros son los que inciden directamente en la calidad de transmisión que percibe el usuario. Esto es debido a que la sonoridad se refiere a que tan claro escuchan las personas, tanto la que realiza la llamada, como la que responde la misma; y por otra parte la atenuación nos indica que tan fuerte ó débil se escucha dicha conversación, por lo tanto son 2 puntos muy importantes dentro de un servicio telefónico, y deben estar dentro de los límites establecidos en el *Plan Fundamental de Transmisión* .

Otro punto muy importante dentro del *Plan Fundamental de Transmisión* son los objetivos para digitalizar toda la red de Telmex, esto no es posible lograrlo a corto plazo, debido principalmente a que aún se cuenta con centrales analógicas e incluso centrales electromecánicas, las cuales tomará cierto tiempo en convertirlas a centrales totalmente digitales para poder ofrecer los servicios de Red Digital Integrada y en un futuro de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) que es el objetivo final a largo plazo. En lo que respecta al servicio de Red Digital Integrada, sólo se proporciona actualmente a grandes empresas que cuentan con el poder económico para contratar este servicio, el cual es actualmente muy costoso para la mayoría del usuario normal de Telmex.



- ◆ CCA.- Centro con Conexión de Abonados. Es el nivel funcional que se le asocia a un equipo de conmutación para dar acceso a los abonados, y lo restringe a tener un único enlace con la central de nivel CCE.
- ◆ CCE.- Centro con Capacidad de Enrutamiento. Es el nivel funcional que se le asocia a un equipo de conmutación para manejar el tráfico de tránsito originado o terminado en centrales con nivel CCA ó en el propio CCE, enrutando el tráfico hacia los niveles CCE, CTU, CTA ó CTI.
- ◆ CI.- Centro Internacional. Es una central automático de Larga Distancia que maneja tráfico de tránsito mundial y se encarga de comunicar la red nacional de Telmex con las redes de Estados Unidos, Canadá y algunas islas del Caribe.
- ◆ CM.- Centro Mundial. Es una central automático de Larga Distancia que maneja tráfico de tránsito mundial y se encarga de comunicar la red nacional de Telmex con las redes de otras administraciones, diferentes a las de Estados Unidos, Canadá y algunas islas del Caribe.
- ◆ CTI.- Centro de Tránsito Interurbano. Es el nivel funcional que se le asocia a un equipo de conmutación para manejar el tráfico de tránsito interurbano (InterZAC, Internacional y Mundial) originado y terminado en la ZAC.
- ◆ CTU.- Centro Tándem Urbano. Es el nivel funcional que se le asocia a un equipo de conmutación para manejar el tráfico de tránsito urbano, originado y terminado en centrales con nivel CCE dentro de una red urbana. Este centro también puede tener el nivel funcional CCE.
- ◆ CTZ.- Centro Tándem de ZAC. Es el nivel funcional que se le asocia a un equipo de conmutación para manejar el tráfico de tránsito dentro de la ZAC (IntraZAC) originado y terminado en centrales con nivel CCE. Este centro también puede tener el nivel funcional CCE.

- ◆ dBr.- Es la relación en dB del nivel de energía de un punto dado del sistema, con respecto al de la energía en otro punto determinado, considerando este como punto de referencia (según el sentido de transmisión). Para evaluación o diseño de equipos de transmisión se considera una potencia media de larga duración de  $32 \mu\text{W}$  (-15 dBm como "punto 0 dBr").
- ◆ PTR.- Punto Terminal de Red. El punto de interconexión, es la frontera entre la red exterior de Telmex y la red interna del usuario. Este se utilizará como auxiliar en las pruebas para deslindar responsabilidades, entre el usuario y la compañía telefónica, en una posible situación de falla del servicio telefónico.
- ◆ PVCA.- Puntos Virtuales de Conmutación Analógicos. Son por convenio internacional y para un circuito telefónico, los puntos del circuito en donde los niveles relativos nominales a la frecuencia de referencia son, respectivamente:
  - en emisión           -3.5 dBr
  - en recepción       -4.0 dBr, para circuitos analógicos
  - 3.5 dBr, para circuitos digitales.Sirven para separar 2 circuitos de larga distancia y cuando se hace referencia al primer circuito internacional, son utilizados para fijar la frontera entre los sistemas nacional e internacional.
- ◆ pWOp.- Es el nivel absoluto de potencia psfométrica expresado en picowatts, referido al punto relativo cero. Y utilizada para medir ruido.

- ◆ SDFR.- Sección Digital Ficticia de Referencia. Es el término genérico para referirse a una sección de radio digital. Una sección digital es un conjunto de medios para transmitir y recibir entre 2 repartidores digitales consecutivos (o sus equivalentes) una señal de velocidad específica. Una sección digital constituye una parte o la totalidad de un trayecto digital.

La Sección Digital Ficticia de Referencia tiene una longitud de 50 ó 280 Km (dependiendo del sistema de transmisión al que se haga referencia).

- ◆ SE.- Segundos con Error. Son aquellos segundos con al menos un error en la transmisión o recepción de la señal.
- ◆ SME.- Segundo con Muchos Errores. Es aquel segundo con una tasa de error mayor o igual a  $10^{-3}$ . Se considera también como SME aquel segundo con pérdida de señal o pérdida de sincronización.
- ◆ TEB.- Tasa de Errores Binarios. Es el resultado de la comparación del número de bits erróneos recibidos en un período de tiempo con respecto al número de bits recibidos en el mismo lapso. El valor numérico de la tasa de errores se expresa como:

$$TEB = n \times 10^{-p}, \quad p: \text{entero positivo}$$

- ◆ TDFR.- Trayecto Digital Ficticio de Referencia. Es un conjunto de medios para transmitir o recibir una señal de velocidad específica entre los 2 repartidores (ó sus equivalentes) en que se conecten equipos terminales o de conmutación. Un trayecto digital comprende una o varias secciones digitales.

- ◆ Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones. Diseño de redes digitales y analógicas.  
Roger L. Freeman.  
Editorial Limusa.
- ◆ Introducción a los Sistemas de Telecomunicaciones.  
P. H. Smale.  
Editorial Trillas.
- ◆ Plan Fundamental de Transmisión  
Subdirección de Ingeniería y Normas  
Propiedad de Telmex
- ◆ Teleinformática  
César Macci y Jean Francios Guilbert
- ◆ Transmisión de Información Modulación y Ruido.  
Mischa Schwartz  
Editorial McGraw-Hill
- ◆ Fundamentos de Comunicaciones de Datos  
Jerry Fitzgerald y Tom S. Eason  
Editorial Limusa
- ◆ Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos  
Néstor González Sainz  
Editorial McGraw-Hill
- ◆ Telecomunicaciones  
J. Brown y E. V. D. Glazier  
Editorial Marcombo Boixareu Editores

- **Comunicaciones Electrónicas**  
P. Gueulle  
Editorial Paraninfo
- **Telecomunicaciones Móviles (Serie Mundo Electrónico)**  
Eugenio Rey  
Editorial Marcombo Boixareu Editores