

300617

H  
2ej



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**INSTALACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES  
PARA VOZ Y DATOS**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICO**

**CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS ELECTRONICOS Y DE COMUNICACIONES**

**P R E S E N T A**

**ROBERTO CALDERON DIAZ**

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1987



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.

# INDICE .

I	INTRODUCCION .....	1
	I.0 INTRODUCCION .....	2
	I.1 ANTECEDENTES HISTORICOS .....	5
	I.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES EN EL RAMO DE TELECOMUNICACIONES .....	8
II	SISTEMAS DE TRANSMISION DE VOZ .....	9
	II.1 INTRODUCCION .....	10
	II.2 LA RED TELEFONICA .....	13
	2.1 CONEXION .....	13
	2.1.1 LA CENTRAL TELEFONICA .....	15
	2.1.2 INTERCONEXION DE CENTRALES TELEFONICAS.	19
	2.2 TRANSMISION EN LA RED TELEFONICA .....	22
	2.2.1 EL APARATO TELEFONICO .....	23
	2.2.1.1 EL MICROFONO .....	24
	2.2.1.2 EL AURICULAR .....	25
	2.2.1.3 EL TRANSFORMADOR DE HABLA .....	26
	2.2.1.4 CIRCUITOS REGULADORES DE TRANSM .....	27
	II.3 FACTORES DE IMPORTANCIA PARA LA CALIDAD DE TRANSMISION .....	29
	3.1 GAMA DE FRECUENCIAS .....	29
	3.2 DISTORSION DE ATENUACION .....	29
	3.3 TIEMPO DE PROPAGACION Y DISTORSION DE FASE .....	30
	3.4 ESTABILIDAD .....	31
	3.5 ECO Y SUPRESORES DE ECO .....	35
	3.6 DISTORSION NO LINEAL .....	37
	3.7 PERTURBACIONES .....	37
	3.8 DIAFONIA .....	37
	II.4 SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM) .....	38
	4.1 DIFERENTES MEDIOS DE TRANSMISION .....	38
	4.2 MODULACION Y DEMODULACION .....	41
	4.3 EJEMPLO DE GRUPOS DE CANALES Y SISTEMAS PARA LOS QUE CCITT HA DADO NORMAS .....	43

II.5	SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO .. (TDM)	48
5.1	MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS .....	50
5.2	SISTEMAS MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO	52
5.3	CUANTIFICACIONES DE LAS SEÑALES PAM/TDM..	53
5.4	CODIFICACIONES DE PAM/TDM A PCM/TDM .....	54
5.5	ORGANIZACION DE TRAMAS .....	56
5.6	SISTEMA DE MULTITRAMA .....	56
III	TRANSMISION DE DATOS .....	57
III.1	INTRODUCCION .....	58
III.2	ATENUACION .....	59
III.3	DISTORSION DE ATENUACION CONTRA FRECUENCIA .....	60
III.4	RUIDO BLANCO .....	61
III.5	RUIDO IMPULSIVO .....	61
III.6	GOLPE DE AMPLITUD .....	62
III.7	GOLPE DE FASE .....	62
III.8	JITTER .....	63
III.9	DIAFONIA .....	63
III.10	ECOS .....	64
III.11	RETARDO ABSOLUTO .....	64
III.12	RETARDO DE FASE .....	65
III.13	RUIDO DE INTERMODULACION .....	66
IV	TECNICAS DE MEDICION .....	68
IV.1	MEDICION DE ATENUACION .....	69
IV.2	MEDICION DE ATENUACION CONTRA FRECUENCIA .....	69
IV.3	MEDICION DE RUIDO .....	70
3.1	MEDICION DE RUIDO DE FONDO .....	72
3.2	MEDICION DE RUIDO DE SEÑAL .....	73
IV.4	MEDICION DE RUIDO IMPULSIVO .....	74
IV.5	MEDICION DE DIAFONIA .....	74
IV.6	MEDICION DE RETARDO ENVOLVENTE .....	75
IV.7	MEDICION DE ERRORES EN LA TRANSMISION .....	77

V	PROCESADOR CENTRAL Y PERIFERICOS .....	79
	V.1 INTRODUCCION .....	80
	V.2 CPU Y PERIFERICOS .....	83
	2.1 DIAGRAMA DE CPU Y PERIFERICOS .....	88
	V.3 RED DE DATOS .....	90
	3.1 EJEMPLOS DE ENLACES .....	96
VI	EJEMPLO DE UNA RED DE COMUNICACIONES PARA VOZ Y DATOS .....	101
	VI.1 DIAGRAMA GENERAL .....	102
	1.1 DESCRIPCION DE COMPONENTES DEL ENLACE ...	104
	VI.2 RECOMENDACIONES GENERALES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION DE TELEINFORMATICA .....	108
	2.1 UBICACION DEL EQUIPO .....	108
	2.2 INSTALACION ELECTRICA .....	108
	2.3 INSTALACION TELEFONICA .....	110
	2.4 CABLES DIGITALES .....	111
	VI.3 RECOMENDACIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA TRANSMISION DE DATOS .....	112
	3.1 INTRODUCCION .....	112
	3.2 PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL CCITT PARA TRANSMISION DE DATOS .....	112
	3.3 CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE TELEFONOS .....	113
	VI.4 CONSIDERACIONES TEORICAS Y MEDICIONES .....	115
	4.1 PARAMETROS RELACIONADOS A CADA SECCION DE ENLACE .....	115
	4.1.1 LINEAS PRIVADAS .....	115
	4.1.2 ENLACES DE MICROONDAS .....	116
	4.1.3 EQUIPO DE SEÑALIZACION .....	117
	4.1.4 NIVELES DE ENLACE .....	119
	4.1.5 AMPLIFICADOR E IGUALADOR .....	120
	4.2 CONDICIONES PREVIAS AL AJUSTE DEL ENLACE.	124
	4.2.1 EN EL CONMUTADOR .....	124
	4.2.2 PARA EL EQUIPO DE SEÑALIZACION Y EL AMPLIFICADOR ALP .....	124
	4.2.3 PARA LAS LINEAS TELEFONICAS & EL CANAL DE MICROONDAS .....	124

4.2.4	VERIFICACION DE LA SEÑALIZACION E&M DEL CONMUTADOR .....	128
4.3	ACTIVACION DEL ENLACE .....	130
4.4	AJUSTE DEL ECUALIZACION DEL CANAL .....	131
4.5	ECUALIZACION DEL ENLACE .....	131
4.6	AJUSTE DE LA LINEA DE TRANSMISION TX CON MICROONDAS .....	132
4.7	AJUSTE DE LA LINEA DE RECEPCION .....	135
4.8	AJUSTE DE RECEPCION DEL ENLACE .....	136
VI.5	AMPLIFICADOR ALP .....	137
5.1	ESPECIFICACIONES DE LOS VALORES DE PARAMETROS CON SUS TOLERANCIAS .....	137
5.2	TARJETA ALP .....	138
5.3	LISTA DE COMPONENTES .....	139
5.4	DIAGRAMA ALP .....	140
4.1	NEGATIVO DE TARJETA ALP .....	141
VII	TABLAS .....	144
VIII	CONCLUSIONES .....	148

#### BIBLIOGRAFIA

I

INTRODUCCION.

## I.O INTRODUCCION.

La natural facultad del hombre para comunicarse con sus semejantes es una de las bases más sólidas en que se ha apoyado el desenvolvimiento de la humanidad.

Existen algunas especies animales con la capacidad de relacionarse entre sí y agruparse dentro de asociaciones complejas que aseguran su conservación y supervivencia. La convivencia animal, que en ocasiones ha exaltado la fantasía de los observadores, no es el producto de un verdadero lenguaje.

Las ideas y el lenguaje se penetran de tal manera en la conciencia que un pensamiento no logra su total significado mientras carezca de una adecuada expresión, es decir, hasta que se ha formulado. No sería posible traducir el total de la experiencia interior en palabras, pero el lenguaje es indudablemente el instrumento más idóneo para organizar, clasificar, relacionar, conservar y comunicar ideas. Ciertos gestos y actitudes, diversos sonidos guturales y monosilábicos entran en el juego de las comunicaciones, mas de ninguna manera sustituyen al lenguaje como principal medio de comunicación entre los hombres. El aprendizaje y la enseñanza, la innovación y el cambio, el desarrollo del talento y la inteligencia no habrían florecido entre los hombres aislados los unos de los otros. La cultura es en realidad una excelsa consecuencia de la secular comunicación de las ge



neraciones humanas; en su fino entrelazamiento habría - que encontrar una de las fuentes esenciales del progreso y la civilización. La palabra define el conocimiento y motiva la curiosidad que antecede a la investigación.

La escritura abrió nuevas e ilimitadas perspectivas al hombre; con ella se facilitó la comunicación entre - grupos separados por el tiempo y el espacio y se indujo al descubrimiento de técnicas avanzadas para el dominio de la naturaleza y el progreso económico y social.

La imprenta y los transportes aceleraron las comunicaciones y expandieron su área de influencia entre comunidades apartadas por la geografía, y en la medida en - que se ampliaron las relaciones entre los pueblos y surgieron instituciones locales e internacionales de mayor radio de acción, las necesidades emergentes requirieron de instrumentos más eficaces de comunicación para satisfacer las exigencias de la evolución cultural y económica.

En otro orden de ideas, la comunicación es la facultad sin la cual no sería posible el intercambio de experiencias ni la manifestación y percepción de las expresiones del pensamiento. Puede decirse, además, que la - comunicación es un conjunto de procesos naturales que - hacen posible el crecimiento orgánico de las sociedades y que les imparte la dinámica necesaria para su desarrollo.

Todo proceso humano y social, para integrarse funcio

nalmente, requiere de la comunicación; de allí la importancia de los principios que la rigen y de la teoría que la conforma como disciplina científica. Es evidente la influencia decisiva que las ciencias de la comunicación han tenido en el desarrollo científico y tecnológico; - la fuerza de sus conceptos y sus métodos las ha hecho - penetrar en varias otras disciplinas del conocimiento humano; entre ellas han sido factor determinante y lo serán aún más en el futuro, en el campo de la investigación científica, pues si bien es cierto que a ésta deben su rápido desarrollo, también lo es que al propiciarse el diálogo a mayor distancia, con mayor rapidez entre - gran número de científicos, la ciencia y el saber humano habrán de acrecentarse y con ello también el acervo intelectual del hombre.

## I.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.

La facultad que posee la raza humana para comunicarse, ó sea, para suministrar información, ha sido la principal causa de su desarrollo. El prefijo "tele" de la palabra telecomunicaciones proviene del griego, significa "a gran distancia" y enfatiza la importancia dada a las comunicaciones entre puntos distantes entre sí.

A principios de 1800 investigadores de muchos países estudiaban los fenómenos eléctricos y magnéticos. El día 21 de julio de 1820 Hans Christian Oersted descubrió que una corriente eléctrica podía influir a una aguja magnética y en una carta, dió a conocer su sensacional descubrimiento a los científicos y académicos de todo el mundo. Había nacido el electromagnetismo. El desarrollo fué rápido. Pocos años después se podían ya comprar instrumentos electrodinámicos para alimentación de corriente. Los inventores de todo el mundo intentaron aprovechar el electromagnetismo para emitir mensajes por largas distancias. Se construyeron diferentes aparatos telegráficos. A finales de la década de 1830 se había logrado una solución económica y técnicamente aceptable. Al aparato se le dió el nombre de telégrafo morse, por el creador del alfabeto telegráfico, el americano Samuel F. B. Morse.

El telégrafo se difundió rápidamente. La necesidad -

de expedir informaciones era grande. Los periodistas de la época pronto se dieron cuenta de las grandes posibilidades del telégrafo y los diarios contribuyeron a la construcción de una red telegráfica que abarcaba al mundo entero.

El deseo y la necesidad de poder transmitir la voz humana entre los más diversos lugares fueron un desafío para los inventores de mediados del siglo XIX. Se probaron muchos métodos y el 14 de febrero de 1876 el americano Alexander Graham Bell presentó la primera solicitud de patente de un teléfono y con esto inició un desarrollo encaminado a facilitar la comunicación entre las gentes.

La primera central telefónica del mundo se puso en servicio el año de 1878 en New Haven. Comprendía un cuadro conmutador y 21 abonados, el 17 de febrero se inauguró la primera red privada de México.

La red telefónica de finales del siglo XIX y principios del XX no era tan segura como la de nuestros días. Las líneas de hilos sencillos y las baterías débiles hacían difícil el telefonar por distancias largas. Pero paralelamente a los progresos de la electrotécnica, las redes telefónicas mejoraron. Al principio los cuadros de conmutadores eran manuales pero pronto se comenzó a pensar en las centrales telefónicas automáticas. La primera central automática se puso en servicio a finales del siglo XIX en Princetown. La primera automatización

de tráfico interurbano tuvo lugar en 1940. En 1965 se inició la posibilidad de marcar directamente a varios lugares del extranjero. Con esto se inició una nueva fase en la telefonía internacional. El rápido desarrollo de la electrotécnica ha hecho posible establecer a costo razonable una multitud de enlaces de telecomunicaciones entre casi todas las ciudades del mundo.

## I.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES EN EL RAMO DE TELECOMUNICACIONES.

Las recomendaciones para la telecomunicación internacional e intercontinental las ha elaborado, entre otros organismos, la International Telecommunication Union, - ITU, dependiente de la O.N.U..

La ITU tiene su sede en Ginebra. Las organizaciones permanentes dependientes de ITU son el Secretariado General, que trata la parte administrativa y económica, - la International Frequency Registration Board, IFRB, que se encarga de la coordinación y uso de todo tipo de frecuencias de radio, el Comité Consultatif International des Radiocommunications, CCIR, que tramita cuestiones de radio, y el Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique, CCITT, que se encarga de las normas de telefonía y telegrafía.

Estas organizaciones permanentes son dirigidas por un consejo administrativo compuesto por 25 miembros, los cuales son elegidos por los países participantes.

El CCIR y el CCITT cooperan muy estrechamente en varios campos, a fin de promover recomendaciones para la telecomunicación mundial.

## II

### SISTEMAS DE TRANSMISION DE VOZ.

## II.1 INTRODUCCION.

En la técnica de las telecomunicaciones se emplean muchos sistemas de transmisión. La forma primitiva de expedición de tráfico era 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 del funcionamiento han hecho que actualmente las redes de telecomunicaciones locales se construyan con cables aéreos o subterráneos. El método de transmisión más moderno es mediante enlaces de satélite.

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 hilos, que generalmente se colocan en cables de pares. - Entre las centrales locales y las de tránsito se emplean enlaces a dos o a cuatro hilos. En distancias largas en las redes locales, puede ser económico el emplear el sistema de modulación por pulsos codificados, PCM, en cables coaxiales.

En la central amplificadora se modulan y almacenan las señales de habla. Cada conversación se corre a una gama de frecuencias considerablemente más alta, generalmente esto se efectúa en varias etapas. Eligiendo las frecuencias de modulación adecuadas, frecuencias de 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 ésta se demo-



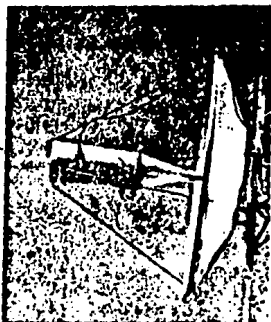
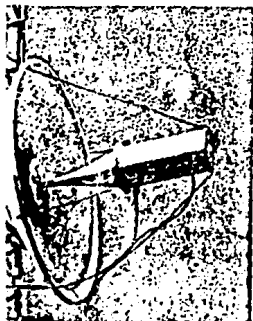
dulan las señales y las diferentes conversaciones se filtran. Después se transmiten a la central de tránsito del lado receptor.

Los cables coaxiales se emplean para sistemas de transmisión que tengan que transmitir entre 60 y 10 800 canales telefónicos. A lo largo del cable coaxial se conectan amplificadores a intervalos regulares. Estos se colocan en pozos y se denominan amplificadores intermediarios. La distancia entre los amplificadores intermediarios está determinada por la cantidad de canales. En principio se puede decir que a más canales más amplificadores intermediarios.

Los radioenlaces utilizan el principio de la visibilidad óptica entre la central emisora y la receptora. De esta forma es posible usar reflectores parabólicos con gran efecto direccional en las ondas de radio. El efecto direccional es proporcional al cociente entre el diámetro de la parábola y la longitud de la onda. Puesto que las exigencias prácticas determinan los diámetros de reflector mayores posibles, los radioenlaces de banda ancha para transmisión de más de 600 canales telefónicos tienen que trabajar con frecuencias superiores a 3GHz.

Los satélites han ido cobrando cada vez más importancia, a partir de 1965, para las comunicaciones a larga distancia, especialmente por los océanos. En principio el satélite funciona como un amplificador intermediario, las señales se reciben, amplifican y emiten a la central

terrestre en el lado receptor. Emplean la misma banda de frecuencias que los radioenlaces.



## II.2. LA RED TELEFONICA.

Una red en telecomunicaciones abarca toda la técnica y equipo para establecer enlaces telefónicos en nuestro planeta tal que, cualquier teléfono en la red puede comunicarse con cualquier otro.

El enlace implica dos grandes funciones:

Transmisión.

Conexión.

Transmisión.-Llevar las señales eléctricas de A a B.

Conexión.-Asociar A con B y no con C.

### 2.1 CONEXION.

Durante los primeros años de la Telefonía, la red se construía según el método de que cada tenedor de teléfono (abonado), debía de tener una línea a todos los demás abonados en la red, constituyendo así una Red en Polígono como se muestra en la figura 2.1

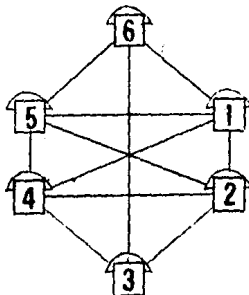


Figura 2.1. Red en Polígono.

Cuando un abonado quería establecer comunicación con otro dentro de la red, primero tenía que hacer girar un selector en su aparato telefónico para que se conectara con la línea correcta (conexión); después podía efectuar la llamada y la conversación. Una batería en cada teléfono no proporciona la alimentación de corriente necesaria. Esto es lo que se llama sistema de batería local (BL).

La configuración en forma de polígono se emplea todavía en sistemas de comunicación muy pequeños, donde se tienen pocos teléfonos ya que tiene restricciones prácticas y económicas, por un mal aprovechamiento de la red. (figura 2.2).

NUMERO DE TELEFONOS n	NUMERO DE LINEAS $\frac{n(n-1)}{2}$	APROVECHAMIENTO MAXIMO %
2	1	100
5	10	20
10	45	11
100	4950	1
1000	499500	0.1

Figura 2.2. Número de líneas en la configuración en polígono.

La única forma de justificar la conexión en polígono no es que cada abonado se comunique con todos los otros todo el día. Como se sabe la mayoría de los abonados no usan sus teléfonos todo el día y generalmente hablan con una sola persona a la vez, por lo que se podría introducir un punto de conexión común, una central telefónica, de tal forma que varios abonados compartan líneas y baterías. Con esto surge la llamada conexión en estrella, (figura 2.3)

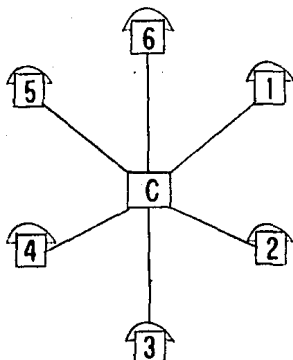


Figura 2.3. Red en Estrella.

En esta red, la función de los selectores para elegir una vía de conexión, se ha trasladado a la central telefónica. El abonado que llama da el número del abonado deseado, ya sea verbalmente a una telefonista en una central manual, ó con un disco dactilar a una central automática.

#### 2.1.1. La Central Telefónica.

La central telefónica es el punto de unión de las líneas de los abonados de determinada zona que les permite efectuar la comunicación entre ellos ó enlazarlos con abonados de otras zonas. En ella se realizan varias funciones:

- señalización entrante.
- elaboración.
- conexión.
- señalización saliente.
- supervisión.
- desconexión.

Todas estas funciones agrupadas en dos bloques funcionales (figura 2.4):

Parte de Conexión.

Parte de control.

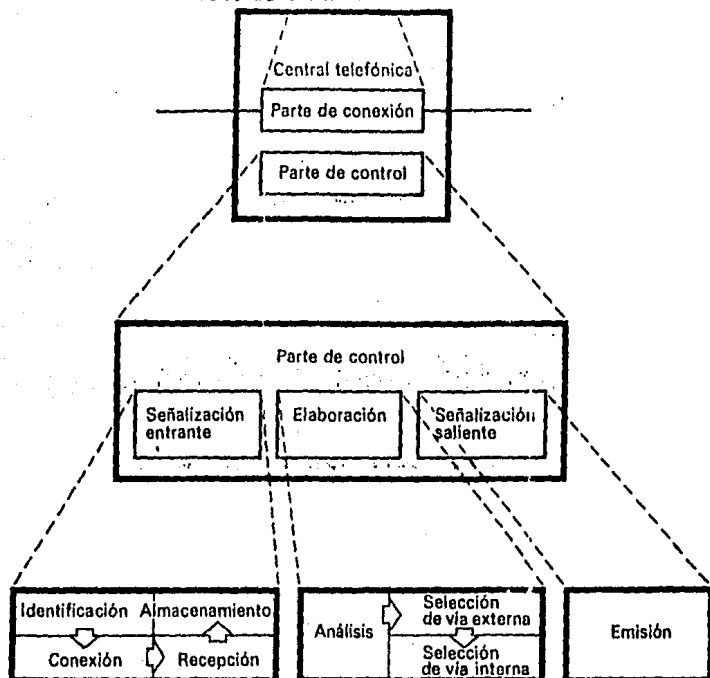


Figura 2.4 Distribución de bloques de la Central Telefónica.

La señalización entrante se refiere a la identificación y recepción de señales y se divide en las siguientes rutinas:

- llamada entrante: identificación de la llamada.
- conexión del receptor de señales.
- recepción de señales.
- almacenamiento de la información de destino.

La elaboración de señales se divide en dos grandes momentos:

- análisis de la información recibida
- prueba y selección de vía de conexión.

La identidad y categoría de la línea (abonado) entrante y las cifras que han almacenado en la memoria, se transmiten al bloque de elaboración para efectuar el análisis. El resultado de este análisis es la determinación de una cierta dirección para seguir conectando el enlace y la de terminación de la tarifa según la cual se ha de tasar el enlace que se va a establecer. Se prueban las líneas de enlace saliente en la vía ó vía alternativa elegida, a fin de encontrar todas las posibilidades de selección libres. Después se elige una de éstas. De esta forma el sistema conoce la línea entrante y ahora ha elegido la línea saliente.

Dentro de la parte de conexión hay una cantidad de posibles vías de conexión para unir estas dos líneas. También se prueban estas vías para encontrar las que estén libres, después de lo cual se elige una de ellas. El resultado de esta última selección se entrega a la parte de conexión, que establece la interconexión definitiva de la línea entrante y saliente.

Mientras un enlace se está conectando a través de la red telefónica, se ha de emitir información de un punto a otro a lo largo de la vía de conexión. Esto se efectúa

por medio de "señales" (la palabra señales tiene aquí un significado distinto al usado en transmisión). Las señales pueden ser de diferentes clases, según sea el tipo de información que se ha de transmitir y principalmente se dividen en tres grupos:

- señales de abonado
- señales de línea
- señales de registrador.

Las señales de abonado son señales que intercambia el abonado con su central local y pueden ser numéricas ó acústicas. La parte más considerable de la señalización de abonado es la transmisión del número del abonado llamado a la central, normalmente con disco dactilar ó teclado. Las centrales locales emiten señales acústicas, que informan al abonado que llama de que el receptor de la central está preparado para recibir la información numérica (tono de marcar), que el abonado al que se llama está libre (tono de control de llamada), ocupado (tono de ocupado). El abonado al que se llama solamente recibe información de que es llamado (señal de llamada).

Las señales de línea se emplean para ocupar, supervisar y liberar las líneas de abonado y enlace. Las señales se intercambian entre los extremos de cada línea. La señalización de línea en una línea de abonado se efectúa generalmente con señales de corriente continua a fin de marcar la llamada y la conversación en curso ó desconexión y abonado libre respectivamente. Las señalizaciones de línea se efectúan en cada una de las líneas de enlace



con señales de corriente continua ó de frecuencia según la naturaleza de la línea. Las señales se interpretan en base a su duración, dirección y sucesión y en ciertos casos en base a su frecuencia.

Una central telefónica llama a la central inmediata siguiente emitiendo una señal de línea por la línea de enlace seleccionada. Esta central conecta su parte de control e identifica la llamada. Las partes de control en las respectivas centrales tienen así enlace directo entre ellas. La información numérica que decide el tratamiento posterior del enlace, se transmite después con una señalización de registrador rápida entre las partes de control.

Desconexión.- cuando el enlace ha sido conectado hasta el abonado llamado, se emite hacia atrás en el enlace una señal de registrador "abonado libre, tasación". Esta señal indica a todas las demás centrales involucradas que el enlace ha sido conectado hasta el abonado llamado. Las partes de control que todavía estén en enlace, se desconectan para estar en disposición de nuevas llamadas. Se efectúa luego la comunicación hasta que:

- a). el abonado llamante ha colgado
- b). el abonado llamado ha colgado (a-b desconexión simple)
- c). los dos abonados han colgado (desconexión doble)

En la desconexión todos los órganos y líneas se liberan, se marcan como libres y toman la posición de reposo.

### 2.1.2. Interconexión de Centrales Telefónicas.

Como se ha visto en los párrafos anteriores, en un enlace pueden intervenir una ó mas centrales según sea la comunicación entre abonados de la misma zona ó de zonas

diferentes. Se llama zona de la central al área que abarca la central, y está limitada esencialmente por los costos de las líneas de abonados a dos hilos. A medida que una población crece sale más ventajoso el distribuir la cantidad de abonados entre varias centrales locales, en lugar de conectar líneas de abonado largas a una sola central. Entre las diferentes centrales se emplean líneas de enlace (troncales), para transmitir el tráfico entre los abonados que pertenezcan a diferentes centrales. Es por esto que se tienen varios tipos de centrales y en consecuencia varias zonas que puede cubrir una central:

**Zona de Central.** Los abonados que pertenecen a la misma central forman una zona de central.

**Zona Local.** Una zona local puede constar de una ó varias zonas de central.

**Zona Primaria.** Puesto que todas las centrales locales de un país no pueden tener enlaces directos entre sí por razones prácticas y económicas, se agrupa una cantidad de zonas locales en una zona primaria, donde una central con posición céntrica es la central primaria que tiene enlaces directos con todas las centrales locales de su zona. El tráfico a y desde la zona primaria se expide mediante la central primaria.

**Zona Secundaria.** Una cantidad de zonas primarias se reúnen en una zona secundaria, según las mismas normas seguidas para formar la zona primaria, y en esta zona una de las centrales primarias se designa como central secundaria, la cual expide tráfico a y desde la zona secundaria.

**Zona Terciaria.** De forma semejante se agrupa una cantidad de zonas secundarias en una zona terciaria, con una central terciaria al centro.

Zona Cuaternaria. Generalmente es suficiente la división en zonas terciarias, pero si es necesario se forman zonas cuaternarias con una central cuaternaria al centro.

Central Internacional. Desde todas las centrales terciarias ó desde las cuaternarias si las hay, existen enlaces directos con una ó varias centrales internacionales, que existen todo el tráfico internacional e intercontinental. A estas centrales a los que no hay abonados conectados se los llama centrales de tránsito.

Generalmente la red nacional está constituida en forma de estrella. No obstante sería demasiado caro conectar un enlace (la línea gruesa de la figura 2.5) entre dos abonados que pertenecen a diferentes zonas cuaternarias, si no hubiera vías de tráfico directas entre una serie de zonas de un nivel más bajo. De esta forma se puede elegir diferentes vías de tráfico, lo que llama selección por vías alternativas, lo cual ofrece mayor accesibilidad y mejor economía de la red de líneas.

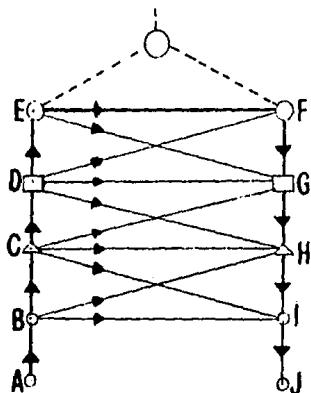


Figura 2.5. Ejemplo de Selección de Vía.

Vamos a explicar un método que se emplea generalmente en la selección por vías alternativas. Supongamos que un abonado está conectado a la central local A y que ha de llamar a un abonado que pertenece a la central J de la figura 2.5. Si no se obtiene ninguna vía accesible en la primera selección, las centrales hacen una nueva selección, y así sucesivamente:

- 1°. selección A \_ B \_ I \_ J
- 2°. selección A \_ B \_ H \_ I \_ J
- 3°. selección A \_ B \_ C \_ I \_ J
- 4°. selección A \_ B \_ C \_ H \_ I \_ J
- 5°. selección A \_ B \_ C \_ G \_ H \_ I \_ J

## 2.2 TRANSMISION EN LA RED TELEFONICA.

El sonido está constituido por vibraciones mecánicas en un medio (por ejemplo el aire), las cuales tienen una frecuencia tal que pueden ser percibidas por el órgano auditivo. El límite inferior de frecuencia básica de una vibración audible es de unos 16Hz, el límite superior está entre 15,000 y 20,000 Hz.

La voz humana está compuesta por vibraciones acústicas dentro de la gama de frecuencias de 100 a 10,000 Hz. Cada sonido de la voz consta de vibraciones acústicas de varias frecuencias simultáneas. Las frecuencias de los sonidos de la voz son armónicos de una determinada frecuencia básica de las cuerdas vocales, que en los hombres es de unos ---

125 Hz y en las mujeres de 250 Hz. Los ruidos vocales constituyen la mayor parte de la energía de la voz. La potencia de la voz es muy baja, como término medio en una conversación corriente es de unos 10 microvatios.

El sonido más débil que el órgano auditivo puede captar se llama umbral de audición. Este varía con la frecuencia; a 1000 Hz corresponde a una intensidad de sonido de  $10^{-16}$  W/cm<sup>2</sup>. El oído tiene una zona de sensibilidad muy amplia. En el límite superior de audición el nivel de sonido es  $10^{12}$  veces más fuerte que en el límite inferior de audición.

Para medir la intensidad de sonido se ha visto que es práctico emplear una medida logarítmica. Para esto se toma como referencia el umbral de audición a 1000 Hz y a este valor se le asignan 0 decibelios (db). La variación menor de la intensidad del sonido que el oído humano puede captar es de aproximadamente 1 db. El límite superior de audición obtiene pues el valor de 120 db.

### 2.2.1 El aparato Telefónico.

Cuando se ha establecido el enlace de habla por una ó más centrales telefónicas, los abonados pueden entrar en conversación con ayuda de sus respectivos aparatos telefónicos. Por complicados y técnicamente perfectos que sean los enlaces, el aparato telefónico es el que determina la calidad de transmisión entre dos abonados.

Por esto se verá ahora el equipo de transmisión del aparato telefónico. Este equipo consta de micrófono, auricular y transformador de habla.

### 2.2.1.1 El Micrófono.

Cuando el abonado habla se producen ante la boca ondas de presión que se propagan a la membrana del micrófono. Este es un transductor electroacústico que convierte energía acústica a eléctrica. El micrófono vibra al mismo compás que las ondas de la boca, con lo que el electrodo de la membrana comprime los gránulos de carbón en el receptáculo que los contiene, con diversas presiones. Figura 2.3.

La masa de gránulos de carbón que es conductora, está intercalada en un circuito de corriente continua del bucle de abonado. Variando las compresiones de gránulos de carbón, estos entran en contacto por una mayor ó menor superficie, lo que resulta en una correspondiente menor ó mayor resistencia en el circuito.

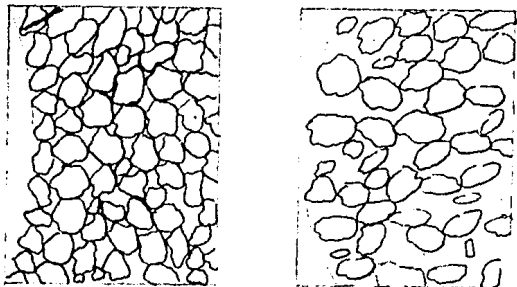


Figura 2.3. Compresión de los gránulos de carbón.

El elemento es alimentado con una tensión continua constante, por lo que las ondas de presión de la voz del abonado se transforman en una variación correspondiente en la corriente del micrófono.

### 2.2.1.3 El Auricular.

El auricular es un transductor electroacústico que convierte la energía eléctrica a energía cinética, mediante bobinas, cuyas fuerzas electromagnéticas activan una membrana. La energía cinética de la membrana se convierte en energía acústica, es decir, en ondas de sonido que son captadas por el oído del abonado. En la figura 2.7 se ve la razón por la que es necesaria la presencia de un imán permanente.

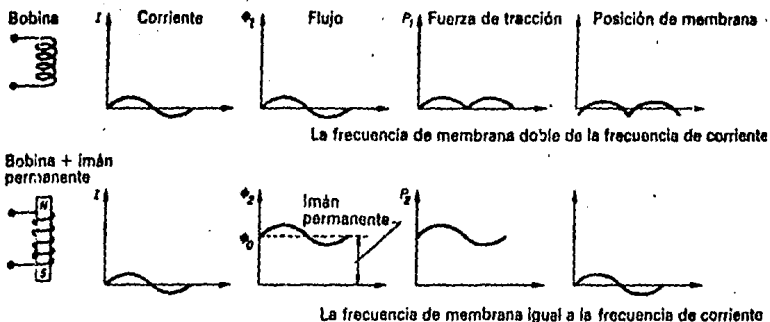


Figura 2.7. Influencia del imán permanente en la membrana del auricular.

### 2.2.1.3 El Transformador de Habla.

Un tipo simple de enlace bidireccional se obtiene conectando en serie un micrófono (M) y un auricular (H) en cada abonado e interconectándolos con un enlace a dos hilos, como se muestra en la figura 2.8. Una batería alimenta con corriente a los micrófonos de gránulos de carbón.

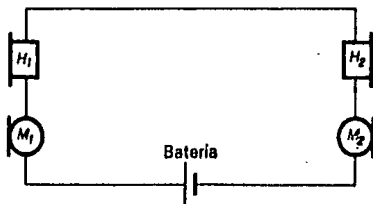


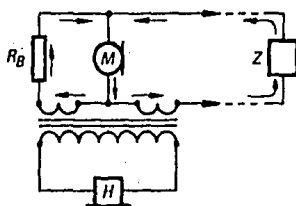
Figura 2.8. Enlace bidireccional con batería en el circuito de línea.

Esta solución se puede usar en sistemas telefónicos domésticos privados, pero en cuanto hay una mediana distancia entre los abonados surgen varios inconvenientes. Cuando un abonado habla, se oye también más fuerte que lo que escucha el otro; esto se llama efecto local ó side tone. La voz del abonado al que se habla queda atenuada debido entre otras cosas, a la influencia del auricular y de la resistencia de la línea.

Las variaciones de la intensidad del sonido, son muy molestas. Introduciendo una conexión equilibrada, lo que se llama conexión antilocal, se pueden reducir estos inconvenientes.



nientes. En cuanto a los circuitos, esto se resuelve con el transformador de habla. Figura 2.9.



M = Micrófono  
H = Auricular  
Z = Impedancia de línea  
 $R_B$  = Resistencia de equilibrio

Figura 2.9. Conexión antilocal.

La corriente de habla (es decir el componente de corriente alterna generado en el micrófono M) se bifurca a través de las mitades del arrollamiento del lado del micrófono y las atraviesa en sentidos contrarios. El efecto inducido por estas dos corrientes en el arrollamiento del lado del auricular será cero si hay completa simetría. Por simetría se entiende que los números de espiras y las resistencias de las mitades del arrollamiento del lado del micrófono sean iguales y que la resistencia de equilibrio  $R_B$  también sea igual y tiene el mismo ángulo de fase que la impedancia de la línea Z a todas las frecuencias del habla.

#### 2.2.1.4 Circuitos reguladores de transmisión.

Se desea conseguir una transición satisfactoria con líneas de abonado medianamente largas y largas, para lo cual

el micrófono y el auricular de dimensiones según tales distancias entre los abonados. La atenuación que en la línea de abonado es una función directa de la longitud de la línea. Por lo tanto una línea corta ofrece poca atenuación; esto resulta en que la intensidad del sonido recibida es demasiado fuerte. Así pues para distancias cortas se debe reducir la eficacia del micrófono y el auricular.

Para poder ofrecer esta atenuación a los abonados que tengan líneas cortas, las administraciones han adoptado diversas medidas. Algunas han solucionado el problema clasificando los micrófonos y los auriculares según su eficacia. A los abonados que tienen líneas locales cortas se les provee con micrófonos y auriculares de eficacia más baja y a los abonados con líneas más largas con micrófonos y auriculares mejores. Esto combinado con el montaje de una red de atenuación en el aparato telefónico. Estas medidas tienen el inconveniente de que requieren de personal de mantenimiento con muchos conocimientos técnicos para poder mantener la calidad correcta, por lo que se utilizan otros métodos basados en el principio de conectar en el circuito del aparato una atenuación cuya magnitud está determinada por la corriente activa de la línea de abonado. Esto se logra con circuitos reguladores de transmisión.

## II.3 FACTORES DE IMPORTANCIA PARA LA CALIDAD DE TRANSMISION.

Aparte del nivel de sonido hay otros factores que influyen en la inteligibilidad y calidad de un enlace. Como ejemplo de estos factores tenemos la limitada gama de frecuencias del habla transmitida, la distorsión de atenuación, - la distorsión de fase, la estabilidad, el eco, la distorsión no lineal, las perturbaciones y la diafonía. Desde el punto de vista de la inteligibilidad, un deterioro en la - calidad de los factores mencionados se puede equiparar a - un aumento de la atenuación.

### 3.1 GAMA DE FRECUENCIAS

La gama de frecuencias que CCITT ha recomendado para enlaces internacionales y que se considera ofrece buena transmisión de habla, es 300 - 3400 Hz. Un aumento de la banda de frecuencia no ofrecería un aumento apreciable de la inteligibilidad.

### 3.2 DISTORSION DE ATENUACION.

En las líneas físicas la atenuación aumenta al aumentar la frecuencia, y en líneas largas se produce una diferencia de atenuación considerable entre las frecuencias bajas y altas. Las frecuencias altas se debilitan en comparación con las bajas y la voz se enronques. Esta diferencia de atenuación se puede igualar insertando una red correctora de atenuación o mediante pupinización.

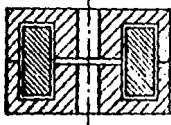
Pupinización. Heaviside, demostró que la atenuación de una línea se puede disminuir en la mayoría de los casos, si se aumenta su inductancia longitudinal conectando bobinas de inductancia a lo largo de la línea.

El húngaro-americano Pupín llevó esto a la práctica en cables conectando bobinas, denominadas bobinas de Pupín o bobinas de carga, a distancias regulares ( 1000 - 2000 m).

### 3.3 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. Según CCITT actualmente se puede tolerar un tiempo de propagación máximo de 150 ms entre dos abonados telefónicos, lo que apenas constituye una restricción en las redes modernas. En enlaces por satélite se permite un tiempo de propagación de hasta 400 ms. 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 llama distorsión de fase y actualmente es la restricción más seria para la transmisión de datos por la red telefónica.



Bobina Pupín con núcleo exterior de ferrita. El espacio de aire en la columna central da una resistencia de pérdida baja y una estabilidad magnética alta.



### 3.4 ESTABILIDAD

Un enlace entre dos centrales telefónicas o dos conmutadores puede ser de tipo a dos o a cuatro hilos.

Los enlaces a dos hilos se emplean en distancias de transmisión cortas, en las dos direcciones de habla se emplean el mismo par de hilos. En las distancias mayores se necesita amplificación. Puesto que los amplificadores trabajan solamente en una dirección, las dos direcciones de habla deben separarse transmitiéndose por sendos pares de una línea a cuatro hilos.

En el paso entre los enlaces de dos a cuatro hilos, se emplea lo que se llama circuito híbrido. Los niveles de los amplificadores hay que ajustarlos con toda precisión y los híbridos equilibrarlos bien para que el sistema no autooscile.

Usando circuitos híbridos también se puede amplificar en un enlace a dos hilos. Los híbridos y amplificadores se juntan en una unidad, lo que se llama un repetidor a dos hilos. Si en un mismo enlace hay varios tramos de línea con repetidores a dos hilos, hay gran riesgo de inestabilidad.

El circuito híbrido consta de dos transformadores diferenciales y un equilibrio de línea. Si la cantidad de espiras de los arrollamientos de los transformadores es  $1:1:\sqrt{2}$ , el híbrido tiene igual impedancia desde los dos puntos de conexión.

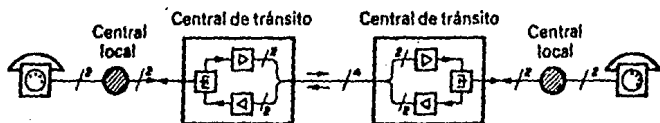
Si la impedancia en el equilibrio de línea  $Z_b$  y la línea a dos hilos son iguales, se impide que la señal de habla entrante desde la línea a cuatro hilos se transpase a la señal de habla saliente hacia la línea a cuatro hilos. Un híbrido simétrico de este tipo divide en dos partes iguales la potencia de señal aplicada, transmitiéndose solamente una de ellas a la dirección de habla saliente. Esto significa una pérdida de potencia, una atenuación de 3 dB. En la práctica los transformadores introducen además una atenuación de 0,5 dB. La atenuación total en el circuito híbrido resulta ser de unos 3,5 dB en cada una de las direcciones.

Ejemplo de un enlace por tramos a dos y a cuatro hilos,  
con conexiones de híbrido intermedias.

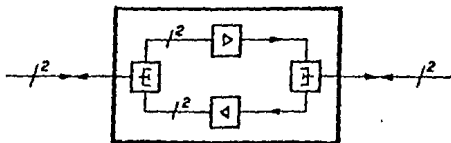
AMPLIFICADOR.  $\triangleright$

DIRECCION DE TRABAJO  $\rightarrow$

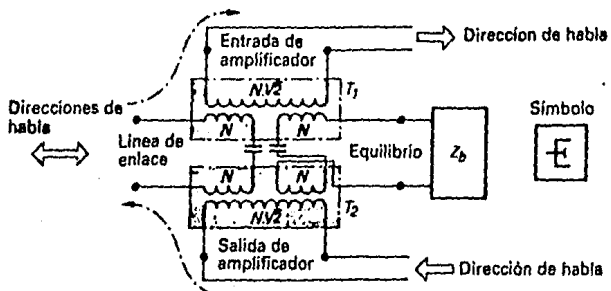
HIBRIDO  $\boxplus$



Fundamento del repetidor a dos hilos.



Conexión de híbrido con dos transformadores diferenciales iguales ( $T$ ) y un equilibrio de línea ( $Z_b$ ).





### 3.5 ECO Y SUPRESORES DE ECO.

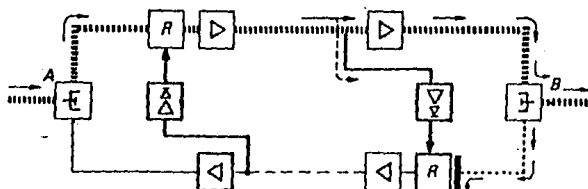
En los enlaces largos a 4 hilos pueden presentarse perturbaciones debido al efecto de eco. Debido a que el equilibrio del híbrido del extremo opuesto no es perfecto, parte de la energía de habla pasa a la otra dirección de habla y vuelve al emisor. Si el tiempo de propagación en la línea es largo, se capta un eco en el extremo emisor. El eco se hace más molesto cuanto más largo sea el tiempo de propagación. Por esta razón son mayores las exigencias sobre la atenuación de equilibrio en los híbridos cuando se trata de enlaces largos. Si hay desequilibrio en el híbrido del extremo emisor, también el oyente percibe un eco. En caso de grandes desequilibrios tanto en el extremo emisor como en el receptor, puede producirse una larga serie de ecos.

Quando se trata de enlaces largos puede hacerse necesario introducir supresores de eco. Generalmente estos se colocan en los extremos de la línea de enlace. En una de las direcciones de habla se conecta un amplificador con entrada de alta impedancia. Este amplifica la energía de habla que después se rectifica. Luego, la tensión de habla rectificadas controla una unidad reguladora R, intercalada en la otra dirección de habla. De esta forma el habla en una de las direcciones aumenta la atenuación en la otra dirección de habla disminuye<sup>ndo</sup> así el riesgo de eco. Un dispositivo semejante para supresión de eco está conectado para el habla en la otra dirección.

Al colocar los supresores de eco en los extremos de la

Supresor de eco en línea a cuatro hilos.

Está marcada una dirección de habla.



línea, se requiere una regulación muy rápida. Actualmente lo corriente es emplear cable coaxial para transmitir el habla en la red de telecomunicaciones nacional y en la internacional, en cuyo caso el eco no comienza a ser molesto sino hasta enlaces más largos de unos 2000 km.

### 3.6 DISTORSION NO LINEAL.

Los micrófonos modernos tienen una distorsión de 10%, mientras que los auriculares generalmente sólo tienen 1% aproximadamente. La contribución de los eventuales amplificadores a la distorsión no lineal generalmente es tan insignificante que se puede despreciar.

### 3.7 PERTURBACIONES.

Las perturbaciones reducen la inteligibilidad. Como ejemplo de perturbaciones podemos mencionar:

- . ruido de agitación térmica
- . ruido de intermodulación en sistemas multiplex por división de frecuencias
- . ruido perturbador inducido desde las líneas de fuerza.

### 3.8 DIAFONIA.

Cuando una conversación en una línea se capta en una línea adyacente, decimos que hay diafonía, inteligible.

CCITT prescribe que la diferencia entre el nivel de tono de prueba útil recibido y el nivel de diafonía debe ser mínimo de 58 dB.

En los sistemas de multiplex por división de frecuencia hay además un tipo de diafonía, no inteligible, debido a bandas de frecuencia invertidas o desplazadas.

## II.4 SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE FRECUENCIA ( FDM ).

Antes, en la red de líneas de enlace se empleaban enlaces físicos. Estos constaban de cables, frecuentemente pupinizados, así como de líneas de hilo desnudo en postes. - En largas distancias había que introducir amplificadores a tramos regulares. Para esto se necesitaba en cada punto un amplificador para cada uno de los enlaces de habla (y para cada dirección).

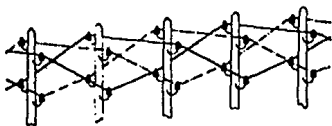
Al crecer la cantidad de enlaces, las líneas no tardaron en encarecerse y hacerse inmanejables. Estas circunstancias contribuyeron a la rápida evolución de la técnica de múltiplex por división de frecuencias, también llamada técnica de frecuencias portadoras. Generalmente se emplea la abreviatura FDM, que viene de la expresión inglesa - Frequency Division Multiplex. El principio de la FDM se ha tomado prestado de la técnica de radio. Significa que mediante un procedimiento de modulación, las bandas de frecuencias para la información que se ha de transmitir se colocan unas al lado de las otras en la escala de frecuencias. Esto permite que se pueda transmitir en un par de líneas, es decir una línea para cada dirección de habla, una gran cantidad de enlaces simultáneamente, hasta varios miles.

Los principios básicos de la técnica FDM aparecieron durante los años 30 y 40.

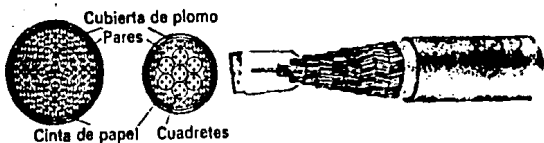
### 4.1 DIFERENTES MEDIOS DE TRANSMISION.

Los primeros sistemas FDM se emplearon para tramos de líneas aéreas.

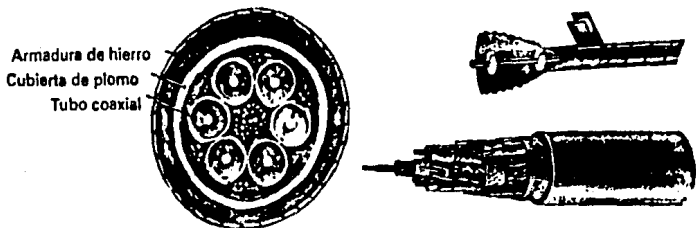
Líneas aéreas de hilos desnudos, de cobre, bronce o hierro.  
 Los hilos están montados con transposición o cambios entre  
 postes.



Cable de pares simétrico.



Cable coaxial con tres pares de tubos coaxiales así como  
 tubo coaxial cortado mostrando el conductor central y sus  
 arandelas de centrado.



Primero se probó con 3 canales de habla y poco tiempo después se colocó sobre este sistema de 3 canales un sistema de 12 canales. La frecuencia más alta que se pudo transmitir fué de unos 150 kHz. Para frecuencias que sobrepasen mucho de los 150 kHz, no es posible emplear sistemas FDM en líneas aéreas.

Para sistemas FDM por cables con pares simétricos, es necesario compensar la atenuación en el cable con amplificadores. Hasta que no se descubrió el principio de la regulación negativo, no fué posible conseguir la necesaria estabilidad de amplificación para esta aplicación pero una vez descubierto este principio comenzó una acelerada evolución y se construyeron sistemas de 12, 24 y 60 canales. La frecuencia más alta del sistema de 60 canales es de 252 kHz, lo que es aproximadamente el límite de lo que se puede transmitir por un cable de pares. No obstante, los cables especiales aislados por plástico pueden transmitir hasta unos 500 kHz.

El cable coaxial fué el medio de transmisión que permitió la evolución hacia sistemas mayores. Un tubo coaxial está formado por un conductor interno envuelto por un conductor externo cilíndrico.

Debido a esta construcción el campo electromagnético queda limitado por el conductor externo. Por esto, la diafonía entre varios tubos de un mismo cable, está casi eliminada. Contrariamente a lo que ocurría con los cables de pares, donde la diafonía aumentaba con la frecuencia, se encuentra que en el cable coaxial ésta disminuye al aumentar la fre-

uencia. Ya a 500 kHz la diafonía está en el límite de lo medible. Generalmente los tubos coaxiales se emplean por pares con un tubo para cada una de las direcciones de habla de los canales.

El alcance de un radioenlace es generalmente el óptico, por lo que frecuentemente para un enlace se requieren cadenas de radioenlaces. Para cada dirección de habla se emplea un haz de microondas. CCIR ha recomendado que se emplee un máximo de 1800 canales telefónicos por cada canal de radio, cuando éste esté colocado en la gama de 2 ó 4 GHz. CCIR planeó las frecuencias de una gama en la banda de 6 GHz, para ocho canales de radioenlaces, con 1800 canales telefónicos por cada canal.

#### 4.2 MODULACION Y DEMODULACION.

Las frecuencias ( $f_s$ ) de un canal se mezclan en un modulador con una frecuencia portadora ( $f_c$ ), con lo que se obtienen las bandas de frecuencias  $f_c \pm n \cdot f_s$ , siendo  $n = 1, 3, 5$  etc.

Las bandas interesantes en la técnica FDM son  $f_c + f_s$ , lo llamamos banda lateral superior y  $f_c - f_s$ , banda lateral inferior. Las demás bandas se filtran.

Demodulación. En la demodulación, se mezcla la señal, por ejemplo la banda  $f_c - f_s$ , con la frecuencia portadora  $f_c$ , con lo que se obtienen las bandas  $f_c \pm n(f_c - f_s)$ . Después del filtrado quedan las frecuencias de canal  $f_s$ .

No es necesario transmitir la onda portadora  $f_c$ . La onda portadora necesaria para la demodulación igualmente se puede generar y añadir en el extremo receptor. No obstante la onda portadora añadida tiene que tener exactamente la frecuencia

## Modulación de la banda de frecuencias.

Ejemplo:

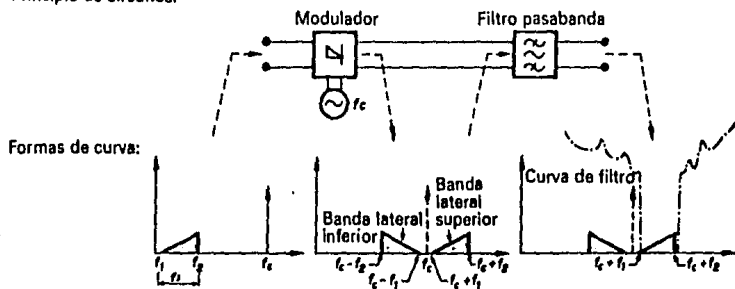
Canal I = 300-3400 Hz ( $f_1 - f_2$ )

Frecuencia portadora = 12000 Hz ( $f_c$ ).

Resultado:

Banda de EM = 12300-15400 Hz

Principio de circuitos:





correcta y la fase correcta. Cuando no se emite la onda portadora se dice que tenemos onda portadora suprimida. Tampoco es necesario transmitir las dos bandas laterales ( $f_c + f_s$ ) y ( $f_c - f_s$ ), puede ser bastante con una de ellas, ya que una banda lateral es suficiente para la demodulación. La señal está caracterizada por completo por las frecuencias de una banda lateral. Transmitiendo solamente una de las bandas laterales, se consigue una ventaja importante: se ahorra la mitad del espacio de frecuencias. En la telefonía multiplex en la mayoría de los casos se usa la transmisión con una banda lateral solamente.

#### 4.3 EJEMPLO DE GRUPOS DE CANALES Y SISTEMAS PARA LOS QUE CCITT HA DADO NORMAS.

En la construcción de sistemas se intenta mantener en la medida de lo posible las mismas unidades básicas. De esta forma se simplifica la fabricación y el mantenimiento de almacén. CCITT ha dictado normas para una cantidad de sistemas FDM entre otras cosas para la cantidad de canales y gama de frecuencias que se han de emplear. Aquí mostramos el proceso de modulación para los grupos 12, 60, 300 y 900 en la configuración básica, así como los sistemas de 960, 2700 y 10800 canales formados por estos grupos.

La composición del grupo 12 se efectúa en dos etapas, primero para un grupo de 3 y después para uno de 12. Con este procedimiento solamente se necesitan 7 frecuencias portadoras en lugar de las 12 que hubiera exigido la modulación directa. Un canal de habla (0.3 - 3.4 kHz) se modula con la frecuencia portadora de 12 kHz. El modulador suprime la por

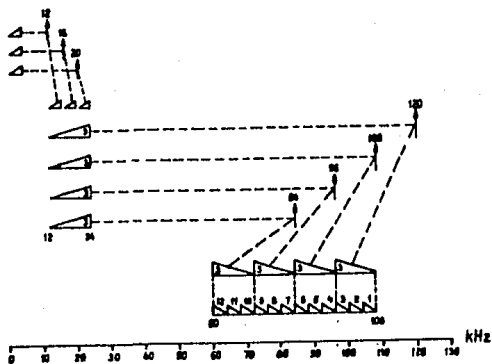
tadora y la banda lateral inferior se bloquea con un filtro pasabanda, De esta forma el canal de habla sube en la escala de frecuencias y forma el canal no. 1 dentro de la banda de frecuencias 12-16 kHz.

El siguiente canal de habla se modula con la frecuencia portadora de 16 kHz y se filtra a 16-20 kHz (canal 2). El tercer canal de habla se sitúa dentro de 20-24 kHz (canal 3). Estos tres canales, lo que se llama un grupo de 3 o subgrupo, cubren la gama de frecuencias 12-24 kHz.

De la misma forma se tratan los canales 4-6, 7-9 y 10-12, de modo que se forman cuatro grupos de 3 separados. Después se modula el primer grupo de 3 con la frecuencia portadora - 120 kHz, después de lo cual se filtra la banda lateral superior. Así el canal 1-3 sube a 96-108 kHz. El segundo, tercero y cuarto grupo de 3 se modulan con las portadoras 108, 96 y 84 kHz respectivamente, de forma que los 12 canales formen un grupo de 12 con posición básica en la banda de frecuencias 60-108 kHz. De manera semejante se forman grupos de 60, de 300, etc.

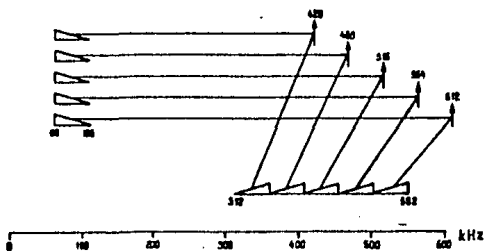
Plan de modulación para convertir tres canales de habla en un grupo de 3 (12-24 kHz) y después cuatro grupos de 3 en un grupo de 12 con banda básica de frecuencias de 60-108 kHz. Las flechas de la figura muestran la posición de las portadoras en la escala de frecuencias.

**Grupo de 12 canales**



Plan de modulación para convertir cinco grupos de 12 en un grupo de 60 con banda básica de frecuencias 312-552kHz.

**Grupo de 60 canales**



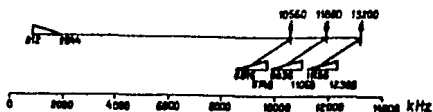
Plan de modulación para convertir cinco grupos de 60 en un grupo de 300 con banda básica de frecuencias 812-2044 kHz.

Grupo de 300 canales



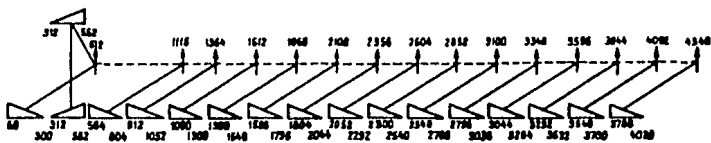
Plan de modulación para convertir tres grupos de 300 en un grupo de 900 con banda básica de frecuencias 8516-12388 kHz.

Grupo de 900 canales



Plan de modulación para convertir diez y seis grupos de 60 en un sistema de 960 canales con banda de frecuencias 60-4028 kHz.

Sistema de 960 canales





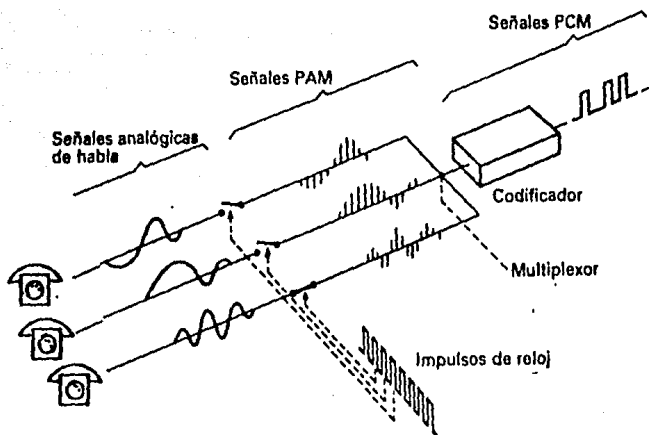
## II.5 SISTEMA MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO.

Otro método de transmisión es mediante los sistemas múltiples por división de tiempo TDM. Los canales telefónicos se transmiten en forma de pulsos.

El sistema PCM se emplea en primer lugar para aumentar la cantidad de enlaces en los cables de pares múltiples ya existentes entre centrales dentro de zonas locales y primarias. La capacidad de enlace en cables de 100 pares en los que se aplique el sistema PCM, teóricamente se puede multiplicar por 15 (transmisión PCM de 4 hilos). Puesto que las señales PCM son pulsos digitales, son además mucho menos sensibles al ruido, diafonía y distorsión de cable que las señales analógicas que se usan en los sistemas FDM. Los pulsos digitales pasan los regeneradores y amplificadores colocados a distancias de 1.4 - 1.8 kilómetros a lo largo de la línea de enlace, los cuales reproducen la forma de pulso íntegramente al mismo tiempo que tiene lugar una amplificación.

El principio básico de la modulación por codificación de pulsos significa que la información de señales en un canal telefónico es explorada (muestreada) a intervalos regulares, es decir, se mide la amplitud de tensión de la señal. Después el valor de cada muestra se compara con una escala de números enteros y se substituye por el número entero inmediato de la escala. El proceso se llama cuantificación. El número entero se codifica a forma digital y se transmite después al lado receptor, donde se reproduce el

Bosquejo de la conversión de señales de habla analógicas a señales PCM.



señal analógica de habla.

El múltiplex por división de tiempo se obtiene tomando el valor de las muestras desde varios canales telefónicos, uno tras otro y transmitiendo estos valores en forma de pulsos en el mismo orden en que se han muestreado. El lado receptor distribuye los pulsos a los canales respectivos. Dividimos el tratamiento de señales en cuatro momentos:

- El canal analógico de habla se convierte en señales moduladas por amplitud de pulsos (PAM).
- Varios canales PAM se reúnen en un grupo en un equipo de múltiplex por división de tiempo y obtenemos señales - PAM/TDM.
- Las señales PAM/TDM, se cuantifican a valores discretos, es decir, se aproximan al número entero inmediato de una escala.
- Los números enteros se codifican a forma digital y se transmiten como señales PCM/TDM, por la línea de enlace, al lado receptor, donde las señales se vuelven a convertir en señales analógicas de habla.

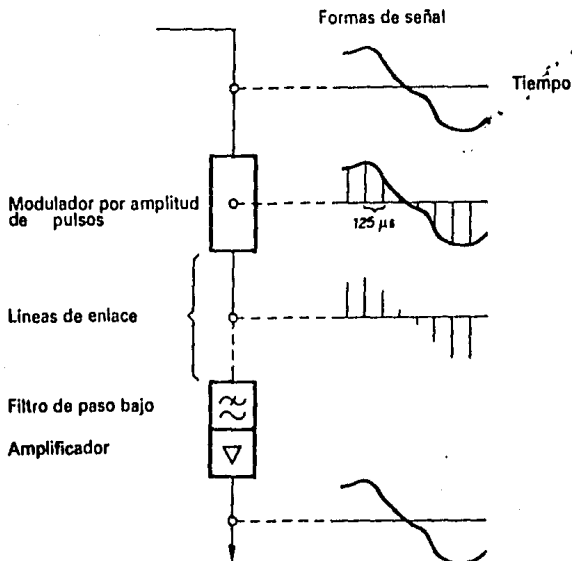
## 5.1 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (PAM).

Ya en los años 20 se demostró matemáticamente que el habla humana se podía transmitir en forma de una señal modulada por amplitud de pulsos. Esto se consigue midiendo la amplitud de una señal con una anchura de banda limitada, a intervalos regulares (muestreo), teniendo estos intervalos una frecuencia que sea por lo menos el doble de la frecuencia de señal más alta. Partiendo de los valores de mu-



estreo se puede volver a formar después la señal original con una exactitud 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 frecuencia máxima del canal de habla (3400Hz). Así pues con una frecuencia de muestreo de 8 kHz se hace una medición cada  $125\mu s$ .

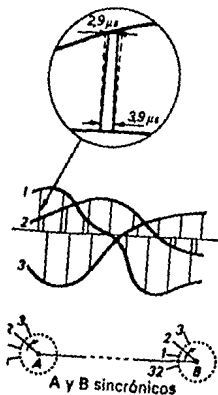
### Transmisión de señales PAM.



## 5.2 SISTEMAS MULTIPLEX POR DIVISION DE TIEMPO.

CEPT ha recomendado como standard europeo un sistema de 32 canales en multiplex por división de tiempo. Cada pulso (muestra) puede ocupar un tiempo de  $125/32 \text{ s} = 3,9 \text{ s}$ . Los canales 0 y 16 se emplean para señalización y los otros 30 para transmisión de habla.

Principio del multiplex por división de tiempo (PAM/TDM).



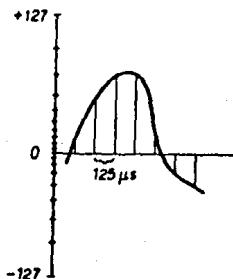
En el lado emisor (A) y en receptor (B), hay dispositivos que conectan sincrónica y consecutivamente cada uno de los 32 canales.

Hay también otros sistemas de 24 en lugar de 32 canales.

### 5.3 CUANTIFICACION DE LAS SEÑALES PAM/TDM.

La cuantificación significa que la amplitud de los impulsos desde cada canal, PAM, se mide con una escala que solamente tiene valores de números enteros (valores discretos). El valor de la amplitud está representado por el número entero inmediato. Cuanto mayor sea el número de divisiones de la escala, tanto menor será el error producido en la cuantificación. El error resultante da lugar al llamado ruido de cuantificación. La graduación de la escala se hace generalmente en  $128 (=2^7)$  ó  $256 (=2^8)$  pasos. Cuando la graduación es en 256 pasos, 128 se emplean para los valores de amplitud positivos y 128 para los negativos. Se ha estandarizado una escala; para amplitudes bajas la graduación de la escala es más fina y a medida que los valores de amplitud crecen la graduación es más basta.

Quantificación con 256 zonas, de las cuales - 128 son positivas y 128 negativas.



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

El paso siguiente es convertir el valor cuantificado de la amplitud a una forma de código apropiada para poder -- transmitir la por la red de enlace. El tipo más corriente de código para estos propósitos es el código binario simétrico.

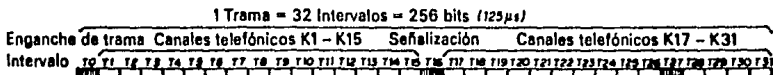
Con este código podemos representar los valores cuantificados de la amplitud de <sup>las</sup> muestras con una combinación de unos y ceros, lo que se llama modulación por codificación de pulsos (PCM). Por ejemplo un uno se puede indicar con un impulso y un cero con la ausencia de pulso. Si se -- transmite una cantidad de canales PCM (32 ó 24) mediante división por tiempo, el sistema se denomina PCM/TDM. El sistema PCM con 30 canales de habla y 2 canales de señal se denomina CEPT 30/32.

Como ha hemos mencionado, la medición de la amplitud -- se efectúa en un intervalo de  $3,9 \mu s$ , lo que es también -- el tiempo total para ocho bits. Cada bit, pulso o no pulso, tiene por lo tanto una duración total de 488 ns -- ( $3,9 \mu s / 8$ ). La frecuencia total de pulsos será  $8 \text{ bits} \times 32 \text{ intervalos} \times 800 \text{ muestras / segundo} = 2,048 \text{ megabits - por segundo, Mb/s.}$

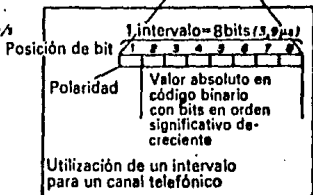
Tren de impulsos en 8 bits correspondiente al valor de amplitud +107.



Sistema PCM de CEPT.



Frecuencia de línea del sistema 2,048 Mb/s



## 5.5 ORGANIZACION DE TRAMAS.

Cada uno de los valores de amplitud se transmite pues en forma de ocho pulsos o no pulsos (ocho bits) en un intervalo de  $3,9 \mu\text{s}$ . En total se transmiten 32 intervalos, uno para cada canal, dentro de un período de  $125 \mu\text{s}$ . Estos 32 intervalos forman una trama.

Para que la transmisión sea correcta se requiere que los bits procedentes de un determinado canal de habla en la central emisora, se distribuyan en el mismo canal de habla en la central receptora. Esto se consigue debido a que el intervalo  $T_0$  contiene lo que llamamos enganche de trama, lo que significa que una combinación de pulsos en el intervalo  $T_0$  es reconocida por el lado receptor que entonces sincroniza su equipo en relación a este intervalo.

## 5.6 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 canales se puede multiplicar para formar sistemas mayores, con lo que una cantidad de tramas forman una multitrama, reservándose el intervalo  $T_1$  de todas las tramas para enganche de multitrama y para señalización según un determinado patrón. Por ejemplo 4 sistemas de 32 canales forman un sistema de 128 canales (120+8) con una velocidad de bits de 8,448 Mb/s. Este sistema se forma mediante múltiplex secundario.

### III

## TRANSMISION DE DATOS

### III.1 INTRODUCCION.

Originalmente las líneas telefónicas se diseñaron para la transmisión de señales de voz pero en la actualidad están siendo utilizadas con mayor frecuencia para transmitir señales de datos, esto se debe principalmente a que económicamente resultaría muy costoso construir una red especial para datos en todo el país que aprovechar la infraestructura telefónica existente.

A medida que los sistemas de teleinformática se sofistican en programación (operativa y de aplicaciones) y configuración, la interacción entre la programación y las comunicaciones, se vuelve más compleja, dificultándose localizar el origen de las fallas. La eficiencia de las redes de telenproceso, los tiempos de respuesta y las interrupciones totales o parciales del sistema, dependen de la ayuda de conmutación a medios de respaldo y las facilidades de diagnóstico, la experiencia ha demostrado que centralizar el mantenimiento y el diagnóstico en redes convencionales que cuentan con un computador al cual se conectan varias terminales nodales es un requerimiento indispensable para proveer el mejor servicio posible a los usuarios.

Debido a lo anterior cuando se quieren transmitir datos a través de estos circuitos hay que enfrentarse con un número determinado de parámetros que son nocivos para tipo de transmisiones. Los principales parámetros a analizar son los que a continuación enumeramos:

- Atenuación.



- Distorsión de atenuación contra frecuencia.
- Ruido blanco.
- Ruido impulsivo.
- Golpe de ganancia.
- Golpe de amplitud.
- Golpe de fase.
- Diafonía.
- Ecos.
- Distorsión de retardo.
- Ruido de intermodulación..

### III.2 ATENUACION.

Atenuación es la reducción o pérdida de potencia de un espectro o señal a medida que se propaga del transmisor - al receptor.

En una línea privada si despreciamos la inductancia en serie y la conductancia entre conductores, podemos deducir que la atenuación es directamente proporcional a la resistencia y la capacitancia, esta última se incrementa al - aumentar la longitud de los conductores, o al disminuir la separación de los mismos. Otras causas de la atenuación - pueden ser fallas en los amplificadores, modems, o algún otro equipo electrónico debido al calentamiento que sufren , existen pérdidas de energía por disipación térmica, humedad o líneas abiertas.

La atenuación es medida en términos de voltaje, corriente, potencia o decibales, para circuitos telefónicos es -

más común utilizar estos últimos.

### III.3 DISTORSION DE ATENUACION CONTRA FRECUENCIA.

La distorsión de atenuación contra frecuencia es la pérdida de potencia, donde la reducción es de acuerdo a la frecuencia, en un circuito telefónico las altas frecuencias pierden energía más rápidamente que las bajas frecuencias durante la transmisión, por lo que el espectro o señal recibida puede estar distorsionada por una atenuación desigual o pérdida de algunas de las frecuencias que la componen.

La atenuación A de una línea telefónica típica es aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia f.

$$A = k \sqrt{f}$$

La causa más común que ocasiona la distorsión de atenuación es la reactancia de las líneas telefónicas, la cual produce un cambio en la impedancia de la misma; repercutiendo en una disminución de la amplitud de la señal. Otras causas posibles son la ganancia no lineal de los amplificadores, problemas en los sistemas portadores, circuitos de compensación defectuosos asociados a la red, malos ajustes en los filtros paso bandas y en los modems.

La distorsión de atenuación afecta más uno de los dos extremos del ancho de banda y se expresa en términos de respuesta a la frecuencia, por lo que se describe como "respuesta pobre a altas o bajas frecuencias".

### III.4 RUIDO BLANCO.

Se refiere al nivel promedio del ruido de todas las frecuencias presentes, ya que la energía de éste está repartida en una amplia región del espectro de frecuencias.

La cantidad de ruido en un circuito telefónico es el producto de su misma infraestructura como lo son los amplificadores, filtros, multiplexores, modems, etc. y depende en cierto grado de la longitud y el medio ambiente del canal de transmisión, métodos de modulación, volumen del tráfico de mensajes. Esta cantidad de ruido blanco usualmente se incrementa durante los picos de llamadas telefónicas, - el graficar este ruido sobre un periodo de tiempo nos permite conocer las horas picos de ruido y así sabemos cuando transmitir datos sin que nos afecte mucho ésta.

### III.5 RUIDO IMPULSIVO.

El ruido impulsivo se refiere a los picos de gran amplitud en una señal ( datos ) -- , los cuales pueden tener una duración muy prolongada con respecto a la velocidad de transmisión de los datos, pueden durar hasta 0.004 de segundo. En una conversación telefónica se escucharían unos "clicks" o sucesión de ruido que no afectarían ninguna información verbal, pero en una transmisión de datos dependiendo de la velocidad de ésta, se llegarían a perder - un número considerable de bits.

El ruido impulsivo provocado por factores externos del canal es causado generalmente por agudos cambios de voltaje en líneas de corriente alterna adyacentes, así como los

campos magnéticos generados por éstas, transitorios de relevadores en los conmutadores o inducción de motores y generadores cercanos a las líneas telefónicas.

El ruido impulsivo originado dentro del mismo canal - puede deberse a fallas en el circuito, tales como soldaduras de mala calidad, falta de limpieza a sus componentes, conexiones mal realizadas, también pueden causar ruido los cambios de temperatura y vibraciones a los componentes del sistema, todo lo anterior nos causa fluctuaciones de voltaje.

### III.6 GOLPE DE SUPLENIO.

Los golpes de amplitud son cambios abruptos de gran amplitud en la pérdida del sistema y son ocasionados principalmente <sup>por</sup> un aumento de carga, conexión de nuevos circuitos o trabajos de mantenimiento en progreso lo que provoca un desbalance de cargas en el sistema y por lo tanto repercute <sup>en</sup> que la respuesta de los amplificadores no sea lineal.

Los golpes de amplitud son picos de ruido transitorios con una duración de 4 a 10  $\mu$ sg. y pueden ser caracterizados por la distribución de la magnitud de los golpes en decibelios (db); duración de los golpes y número de ocurrencia en un periodo fijo de tiempo.

### III.7 GOLPE DE FASE.

Los golpes de fase son al igual que los de amplitud cambios abruptos relativamente grandes que defasan la señal - recibida.

### III.8 JITTER.

El jitter consiste en oscilaciones de los puntos de cruce por cero de las señales en transmisión, estas oscilaciones normalmente son menores a 300 Hertz.

### III.9 DIAFONIA.

La diafonía es un tipo de interferencia que aparece en un canal dado, pero es originada en un canal diferente. - Con frecuencia, la diafonía aparece como una conversación de fondo o bien en forma de pulsos que se originan al marcar un número telefónico en otra línea o puede presentarse como una señal inteligible, esto depende de la cantidad de señal que se alcance a inducir en el canal.

El efecto más significativo de la diafonía en la transmisión de datos ocurre cuando está compuesta por pulsos de gran amplitud y corta duración los cuales constituyen ruido impulsivo en el circuito. La diafonía puede ser originada en los sistemas de multiplexaje, en los filtros de separación, en el tipo de cableado utilizado, pero este último no es controlable si tomamos en cuenta que la diafonía - aumentará si se aumenta su longitud, proximidad, la energía de la señal, o la frecuencia de la misma. Si utilizamos el tipo de cable indicado de acuerdo a las necesidades del sistema como lo es el cable de tipo multipar el cual por su constitución como lo es el tipo de aislamiento que tiene y el "trenzado" nos ayudará a que no exista acoplamiento inductivo y capacitivo, lo cual consiste en que un par de alambres puede generar campos magnéticos los cuales in-

ducen corrientes en los alambres contiguos debido a su proximidad.

Otro factor controlable es el no excederse en las especificaciones en cuanto al nivel de transmisión.

### III.10 ECOS.

Las impedancias del generador y la carga deben estar -- igualadas para obtener una máxima transferencia de potencia. Así si la impedancia no es constante a través de una línea telefónica larga, una parte de la potencia puede ser reflejada del punto de desacoplamiento hacia la fuente.

Un eco se puede producir al hacer la conexión directa de una línea de alambres abiertos y un par de cables. Puesto que las impedancias de las dos líneas de transmisión -- son diferentes, al conectarlas directamente da como resultado un desacoplamiento de impedancias. Esto ocasiona reflexiones en la señal transmitida, la señal reflejada se suma algebraicamente a la señal transmitida y causa que se deforme su atenuación.

Esta atenuación en amplitud o potencia contribuye a tener una relación señal a ruido (snr) más pobre. El tiempo de retardo entre la generación de la onda original y el regreso de la onda reflejada depende de la longitud del circuito y del punto de desacoplamiento.

### III.11 RETARDO ABSOLUTO

El retardo es el tiempo requerido por una señal para pasar a través de un conductor o componente electrónico. Las

ondas electromagnéticas en el espacio libre o vacío viajan casi a la velocidad de la luz, pero en otros medios de transmisión se produce un corrimiento de la fase de la onda y por lo tanto una disminución de la velocidad, esto es debido a las cualidades reactivas y la atenuación del medio de transmisión. Por ejemplo, si aplicamos una señal senoidal de 1000 Hz a una línea de transmisión ideal cuya longitud es de 75 km.

El periodo será igual a 1 Mseg y el tiempo en recorrer dicha distancia será 250 microseg. y como 90 grados representan 250 microseg. la diferencia en fase entre la señal de entrada y la de salida es de 90 grados. Por lo tanto la diferencia de fase en grados depende de la longitud y de la frecuencia.

Duplicando la frecuencia de la onda de entrada a la línea de transmisión del ejemplo anterior el tiempo de retardo absoluto seguirá siendo de 250 microseg., pero habrá una diferencia en fase mayor que será de 180 grados.

### III.12 RETARDO DE FASE.

El retardo de fase es ocasionado por que el corrimiento de fase con respecto a la frecuencia no es lineal, es decir se incrementa en el rango de las bajas frecuencias (menores a los 4,000 Hz.).

Uno de los factores que contribuyen a la diferencia en la velocidad de fase es la reactancia inductiva de las líneas telefónicas, al aumentar la frecuencia de la señal aplicada en la línea, la reactancia inductiva aumenta y ha-

brá mayor oposición al flujo de corriente. Sin embargo, la corriente tiende a fluir más cerca de la superficie del alambre, lejos del centro, y esto ocasiona un incremento en la velocidad de fase a frecuencias altas.

Otro factor es la capacitancia, la constante dieléctrica que en parte determina la capacitancia, cambia con la frecuencia y no es lineal. Una reducción en la constante dieléctrica la ocasionan las altas frecuencias y por lo tanto un aumento de velocidad de fase.

### III.13 RUIDO DE INTERMODULACION.

El ruido de intermodulación es causado por no-linealidad en el sistema, cuando dos canales independientes se intermodulan mutuamente para formar un producto que quede en una banda separada de frecuencia y ésta puede ser la reservada para otro canal. Estos productos, causados por un gran número de pares de canales, se combinan para producir un murmullo de baja amplitud, que se suma al ruido de fondo de otros canales. Sin embargo, si una señal fuera de una sola frecuencia, cuando module una señal de voz en otro canal, esa voz podrá oírse claramente en un tercer canal independiente.

El ruido de intermodulación en un canal particular varía con el nivel de la señal y con la posición que ocupe dicho canal en el espectro del sistema multiblex. En sistemas de modulación en frecuencia, el ruido de intermodulación se puede atribuir a la no-linealidad ya sea del transmisor o del receptor y al efecto de trayectoria múltiple -



en el medio.

Cuando se transmitan datos es común que los computadores transmitan una sola frecuencia para que puedan sincronizarse con los equipos remotos y es más factible que esta frecuencia module una señal de voz en otro canal y se produzca ruido de intermodulación.

IV

TECNICAS DE MEDICION

#### IV.1 MEDICION DE ATENUACION.

El método a utilizar consiste en conectar la línea telefónica a ser medida entre un generador de señales y un equipo para medir niveles (decibelímetro). El generador de señales deberá de tener una impedancia igual a la de la línea telefónica (600 ohms) al igual que el medidor de niveles, generalmente estas pruebas se realizan a una frecuencia de 1,000 Hertz. La diferencia entre el nivel que se está enviando y el recibido nos da una medición directa de la atenuación o ganancia de la línea telefónica.

Al conocer la atenuación y el ruido de un circuito se puede calcular la relación señal a ruido (snr) que está dada por la siguiente ecuación;

$$\text{snr} = 20 \log_{10} s/r$$

donde  $s$  es el valor eficaz de la señal y  $r$  el valor eficaz del ruido blanco. En la práctica se ha fijado un valor de 13 dbm para ésta relación por debajo del cuál se corre el riesgo de que existan un número tal de errores que se haga imposible la transmisión.

Los fabricantes de modems incluyen en el diseño de sus equipos, circuitos limitadores ó circuitos de control de ganancia automáticos que pueden tolerar amplios rangos de atenuación en las señales de datos recibidas.

Típicamente hay dos límites seleccionables del umbral de recepción de los modems que son -30 dbm y -45 dbm.

#### IV.2 MEDICION DE ATENUACION CONTRA FRECUENCIA

El equipo de prueba que se utiliza para realizar estas mediciones es el mismo que se usa para medir atenuación. - Adicionalmente se puede utilizar un frecuencímetro en la estación receptora para facilitar la coordinación telefónica.

La medición se lleva a cabo de la siguiente manera:

Antes de conectar el generador de señales a la línea telefónica, deberá ajustarse el nivel de salida del generador a -10 dbm a una frecuencia de 1,000 Hz. con una resistencia de 600 ohms para posteriormente sustituirla por la línea a probar y si existe una variación de nivel es por un desajuste de las impedancias de 600 ohms del generador y la de la línea telefónica.

El siguiente paso es hacer un barrido de frecuencias de 400 a 2,800 Hz. en intervalos de 100 Hz. y medir en la salida de la línea el nivel de potencia de la señal. Con estos resultados se realiza un gráfico de Atenuación-Frecuencia referida a 800 Hz. y se compara con la recomendación - M1040 del CCITT(características de los circuitos arrendados de calidad ordinaria) que nos sugiere que el nivel recibido referido a 800 Hz. entre las frecuencias de 400 y 2000 Hz. esté entre +3 y - 9 dbm y entre 2,000 y 2,800 Hz caiga entre -9 y -16 dbm. Si la gráfica no está dentro de estos límites implica que el canal de comunicación no es aceptable para la transmisión de datos.

#### IV.3 MEDICION DE RUIDO.

Ruido blanco.

Esta medición se lleva a cabo ponderándola a través de filtros que se utilizan con el objeto de lograr una medición de ruido que produzca los efectos aproximados de interferencia que dicho ruido produciría a un usuario de un teléfono.

En los Estados Unidos de Norteamérica se usa la curva de ponderación "C-Message" mientras que en México y otros países que siguen las recomendaciones del CCITT se usa la curva de ponderación sofométrica las cuales para fines prácticos se consideran iguales.

La recomendación M1040 del CCITT da un límite provisional para circuitos de datos a distancias superiores a 10,000 Km. que es de -38 dbm (52 dbrnc). Otra opción es tomar como referencia los objetivos para telefonía de la Rec. G. 143 del CCITT que se resume en la tabla I.

TABLA I.- Recomendación G.143 CCITT

DISTANCIA (Km)	Menor	321	641	1601	2501	5001	10001
	de	320	640	1600	2500	5000	10000
Ruido dbm	-55	-53	-51	-49	-46	-43	-40
dbrnc	35	37	39	41	44	47	50

Las normas en Norteamérica fijan los siguientes objeti-

vos en la tabla II.

TABLA II. Normas Norteamericanas para el límite del ruido en circuitos de datos.

Distancia (Km)	0	81	162	640	1610	2410	4019	6437	12873
	80	161	639	1609	2409	4018	6436	12872	25600
Ruido dbm	-59	-56	-53	-49	-47	-45	-43	-40	-37
dbrnC	31	34	37	41	43	45	47	50	53

Existen dos tipos de mediciones de ruido blanco que se llevan a cabo:

- Ruido de fondo
- Ruido con señal

### 3.1 MEDICION DE RUIDO DE FONDO.

La medición se debe hacer con la línea operando, la lectura que indique el medidor será el ruido del circuito ponderado por filtros, puede ser expresado en dbm o en dbrn y se define como un número positivo arriba de -90 dbm, "rn" significa ruido aleatorio (random noise). Cuando el filtro de ponderación que se utiliza es del tipo "C-Message" el ruido se expresa en dbrnC donde la "C" indica el tipo particular de filtro que se utilizó.

Equivalencia de dbrn con dbm

dbm	0	-50	-90	
dbrn	+90	+40	0	"0" Referencia

### 3.2 MEDICION DE RUIDO CON SEÑAL.

Esta medición se lleva a cabo cuando se requiere medir el ruido aleatorio a través de un circuito que involucra un canal de microondas en el que existen equipos compresores y expansores.

Los compresores tienen una función de transferencia proporcional a su amplitud, si esta es superior al punto focal el compresor atenuará la señal inversamente, los expansores actúan inversamente a los compresores. Esto se lleva a cabo para eliminar lo más posible el ruido introducido por el canal de microondas.

La medición del nivel del ruido se logra removiendo la acción del compresor transmitiendo un tono fijo usualmente de 1004 Hz., ya que en ausencia de señal, el expansor atenúa al máximo la respuesta del circuito y la lectura sería muy baja. El nivel del tono tiene que ser igual al del punto focal y en el punto receptor se insertará un filtro supresor de banda angosta (notcher-filter) para poder hacer la lectura del ruido de fondo eliminando el tono de 1004 Hz.

Este filtro tendrá que atenuar cuando menos 55 dbm la señal de 1004 Hz. y tendrá que filtrar señales que vayan desde 995 a 1025 Hz. para cubrir los tonos que se utilizan con mayor frecuencia (1000 a 1020 Hz. ).

Para completar la medición, se mide el nivel del tono y se le resta el valor del ruido para obtener la relación señal a ruido "s/nr".

#### IV.4 MEDICION DE RUIDO IMPULSIVO.

Es medido como el número de veces que el ruido exceda - un nivel o umbral predeterminado en un intervalo fijo de - tiempo, y se realiza con un equipo llamado "contador de -- ruido impulsivo" que responde a un umbral seleccionable de potencia y lo hace por medio de filtros de ponderación.

El CCITT en la Rec. M. 102 especifica como límite provi- sional que en un periodo de 15 minutos no podrán producir- se más de 18 impulsos de ruido con crestas superiores a - -21 dbm (69 dbrn), medido con un equipo que cumpla con las especificaciones de la Rec. V. 35 que se refiere a que al- gunos impulsos de ruido se pueden perder ya que ocurren en un tiempo muy corto después de que otro impulso se encontra- ba en el proceso de ser registrado por el contador. El ti- empo que le toma al contador registrar un conteo es referi- do como el tiempo muerto y este debe ser igual a  $125 \pm 25$  - milisegundos.

Además debido a la falta de experiencia se recomienda - no usar ningún tipo de filtro durante la medición (aparato en respuesta uniforme). En Estados Unidos se utilizan para la medición el filtro "C-Message", especificando 15 impul- sos en 15 minutos a un nivel de 71 dbrnC. Ya que el umbral de detección aumenta y el ancho de banda disminuye el núm- ro de impulsos de ruido, disminuye proporcionalmente.

#### IV.5 MEDICION DE DIAFONIA.

Existen varios métodos para medir la diafonía en un cir- cuito telefónico entre los que se encuentran los siguien- tes:



- Medición de la diafonía a una sola frecuencia, generalmente la frecuencia de referencia es 800 o 1000 Hz.
- Medición de la diafonía a varias frecuencias; y se obtiene un promedio.
- Medición de la diafonía ponderándola a través de un filtro tipo sofométrico.
- Medición de la diafonía, utilizando la voz como fuente - que la origina, se hace una comparación de nivel que se recibe contra una fuente ajustable.

#### IV.6 MEDICION DE RETARDO ENVOLVENTE.

Es imposible transmitir con una sola frecuencia a través de un circuito y medir su retardo de fase ya que no se puede establecer una fase de referencia precisa a menos -- que las transmisiones se tengan en el mismo lugar, por esta razón se lleva a cabo la medición del "retardo de envolvente".

El cuál se define como la derivada de la fase con respecto a la frecuencia.

$$\text{Retardo envolvente} = \frac{d\theta(\omega)}{d\omega}$$

Donde  $\theta$  representa la fase en grados y  $\omega$  la frecuencia en radianes.

Practicamente la que se hace para medir el retardo de envolvente es modular en amplitud las frecuencias dentro de la banda con una señal senoidal de frecuencia muy pequeña pero constante que pueda ser de 25, 83 1/3, o 41 2/3 Hz,

el CCITT recomienda esta última y a continuación se mide el retraso de la envolvente para las distintas frecuencias de la portadora.

La frecuencia que sufra el menor retardo se selecciona como referencia, el CCITT recomienda como frecuencia de referencia 1800 Hz. aunque también es muy común la de 1000 Hz el retardo que sufra esta frecuencia se considera como cero y otras frecuencias en la banda tendrán mayor o menor retardo con respecto a la referencia.

Cuando se quiere medir el retardo de envolvente, en una línea telefónica se emplea el método de retorno de la referencia (return reference), que consiste en enviar mediante un equipo maestro la señal senoidal a la frecuencia que se quiere medir el retardo, modulada en amplitud con un tono bajo en frecuencia, cuando esta señal llega al otro extremo de la línea, el equipo remoto retransmite la señal de modulación por otra línea sobre una portadora de frecuencia fija al equipo maestro. Este equipo aplica esta señal a un comparador de fase, que examina la fase de la señal comparándola con la fase de la frecuencia original de modulación. El medidor, al detectar la salida del comparador de fase, indica el retardo de tiempo sufrido por la frecuencia de modulación en el canal telefónico.

Si se quisiera medir la línea de recepción el método que se usa es el mismo, pero la frecuencia de modulación se transmite sobre una frecuencia fija hacia el extremo remoto, ahí la envolvente se transfiere a una frecuencia variable y se transmite de regreso al equipo maestro sobre la -

línea que se va a medir.

Como se mencionó anteriormente a velocidades de 4800 bits/seg para arriba, es necesario controlar la distorsión de retardo para que pueda existir una transición satisfactoria de datos, pues el efecto sobre un bit de información es el de correrlo en el tiempo, aumentando así la posibilidad de interferencia entre "bits" adyacentes.

#### IV.7 MEDICION DE ERRORES EN LA TRANSMISION.

La medición de errores en la transmisión nos indica éstos en los bits introducidos por el sistema de comunicaciones, donde por sistema de comunicaciones se entienden todos los equipos que se encuentran entre el computador y la terminal de datos (canal telefónico, modems, puentes divisores de datos, multiplicadores digitales, multiplexores, etc).

Esta medición se lleva a cabo con el objeto de computar el número de bits erróneos que son introducidos por dicho sistema en un período fijo de tiempo con equipos llamados "analizadores de datos" o "probadores de modems", estos equipos trabajan generando un patrón digital de unos y ceros pseudoaleatorios o alternado, enviándolo a través del circuito que se quiere probar conectándose directamente al modem local, el modem se encarga de enviar el patrón pseudoaleatorio a través del sistema que se quiere probar, después de pasar a través de éste, se regresa al analizador que le llega indicando el número de errores que existieron en dicho patrón. Además de comprobar la proporción de erro

res, los analizadores permiten medir el número de bloques erróneos mismos que se registran cuando los bloques de mensajes de prueba de longitud ajustable contenga uno o más bits erróneos.

Todos los analizadores de datos admiten una gama muy amplia de velocidades y pueden probar módems síncronos y asíncronos.



ANALIZADOR DE DATOS

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

v

PROCESADOR CENTRAL Y PERIFERICOS

## V.1 INTRODUCCION

La idea de repetir muchas operaciones sencillas para completar grandes proyectos no es nueva. Los faraones del antiguo Egipto utilizaron este concepto para construir las pirámides; con cada uno de los muchos esclavos movían bloques una pequeña distancia centenares de veces en sucesión. Las figuras pueden ser dibujadas repitiendo pequeños puntos de colores diferentes. Este concepto de reducir laboriosas tareas a una serie de tareas repetitivas sencillas es la idea fundamental sobre la computadora.

A mediados del siglo XVII el filósofo, matemático y teólogo francés Pascal tuvo la idea de la primera calculadora mecánica, para lo cual utilizó una serie de engranajes o ruedas dentadas que le permitían sumas y restas. Leibnitz, el famoso científico alemán, construyó otro modelo en 1694 con el que pudo multiplicar y dividir, sumando números repetidamente, pero esta máquina no era mecánicamente rápida ni segura. En Inglaterra, en 1835, Charles Babbage construyó una máquina de realizar cálculos que mejoró con un ambicioso plan de máquina analítica, que si bien no tuvo éxito completo, constituye el primer paso serio en la historia de las computadoras, creando una gran conmoción en el mundo científico; Ada Byron, a quien se conoce a veces como el primer programador, trabajó con la máquina y organizó el esquema lógico de la misma.

El primer americano que construyó una computadora fue el doctor Hans Hollerith, que ante la necesidad de mecani-

zar el censo de los Estados Unidos de 1890, en menos de cuatro años, diseñó una máquina que leía tarjetas perforadas similares a las diseñadas por Jacquard y Babbage, en el sentido de representar la contestación afirmativa por una perforación y la contestación negativa sin perforación. En esencia, nació la codificación digital (SI, NO, 0, 1) como soporte de información.

Hollerith creó una compañía basada en esta nueva máquina que, en 1924, formó parte de la famosa compañía IBM.

La siguiente computadora fue desarrollada en el Instituto de Tecnología de Massachusetts por Vannevar Bush. Utilizó engranajes mecánicos y dispositivos de rotación para representar funciones matemáticas. Estas máquinas conocidas por computadoras analógicas se vendieron bien pese a sus limitaciones en velocidad y precisión. En la década de los treinta se adoptó la filosofía digital, utilizando simples interruptores o contactos en estado de activación o desactivación, encendido o apagado, para funcionar con la máquina, de modo que toda la información que se envía a las máquinas se expresa utilizando interruptores múltiples que la máquina lee como activado o desactivado.

En 1939, IBM construyó la primera gran computadora digital, MARK I. Además de muy cara fue extremadamente ruidosa. Utilizaba centenares de interruptores electromecánicos. No fue IBM, sin embargo, la primera firma que utilizó interruptores eléctricos. La Universidad de Pensilvania construyó la computadora ENIAC, que utilizó tubos de vacío. Al igual que MARK I, esta máquina fue grande y extremadamente cara,

y en lugar de ser ruidosa tenía el problema del calentamiento; además cada vez que se ponía en marcha, un ejército de ingenieros y científicos tenía que revisar la máquina - cada vez que se utilizaba, ya que cada problema exigía una configuración distinta.

En 1946, J. von Neumann enunció los principios de funcionamiento de una computadora de modo que no fuese preciso modificar los circuitos internos para cada programa y - que éste se almacenara en la memoria.

La primera computadora comercial, llamada UNIVAC I, nació en 1951 y se entregó a la Oficina del Censo USA. Esta máquina podía ejecutar centenares de operaciones matemáticas cada segundo y fue considerada extremadamente rápida y eficiente. Esta máquina y las que le siguieron se pueden - considerar la primera generación de computadoras, utilizaban válvulas de vacío y podían ejecutar unas mil instrucciones por segundo, siendo un campo de aplicación exclusivamente científico y militar.

A comienzos de la década de los sesenta, el advenimiento del transistor, que sustituyó a la válvulas de vacío, - creó la segunda generación de computadoras. En 1965, la - técnica evolucionó y aparecieron los primeros circuitos integrados que reunían en un chip numerosos transistores, y que ocupa un espacio físico sensiblemente más pequeño. La serie 370 de IBM es un claro ejemplo de estas máquinas.

Las técnicas de integración alcanzaron tal desarrollo - que al comienzo del año 1970 nació el primer microprocesador, que consistía en realidad en la unidad central de pro



ceso de una computadora y el comienzo de la miniaturización de los equipos, así como la creación de terminales inteligentes que eran fáciles de construir y hacían las tareas de computadoras más grandes y caras. En 1973, una compañía llamada INTEL desarrolló el primer chip de este tipo que se llamó el 8008. A partir de esta fecha comenzaron a surgir computadoras basadas en el 8008 y posteriormente en el 8080, que fue el primer microprocesador para usos domésticos. Con este microprocesador nació la revolución de los micros. Numerosas compañías se lanzaron al final de la década a la conquista del nuevo mercado.

## V.2 CPU Y PERIFÉRICOS.

La computadora es una máquina electrónica que permite el tratamiento automático de la información. Una computadora se diseña o configura para satisfacer las necesidades de cada usuario o grupo de usuarios.

Para que la computadora pueda tratar automáticamente un problema, se le proporcionará un plan de trabajo preciso: un programa que está constituido por un conjunto de instrucciones a la máquina. El objeto y el interés de la programación es permitir especificar a una máquina un cierto trabajo a efectuar de un modo automático. Para conseguirlo es preciso proporcionar a la máquina los valores de ciertos parámetros que se llaman datos. A continuación la máquina efectuará un cierto número de operaciones sobre estos datos, siguiendo un cierto esquema que le hará funcionar adecuadamente, bien de una sola vez o a petición (mediante un pro-

grama). Se obtienen unos resultados que permiten explotar y obtener la fiabilidad de la computadora. El esquema podría ser:

DATOS ----> COMPUTADORA -----> RESULTADOS

En este esquema, el hombre interviene para alimentar la máquina (introducir datos) y recoger resultados, así como en la concepción del programa.

Teóricamente una computadora tiene un cierto carácter de universalidad, siendo el programa quien le da su destino propio. También en cada dominio de utilización, científico, gestión comercial y financiera, etc., la información manipulada es diferente. En general ella se reduce de modo elemental a:

- caracteres alfanuméricos: letras, cifras, símbolos.
- caracteres numéricos: números según diversos modos de representación, enteros, reales, etc.

Una de las características esenciales de una computadora es que trata información digital, o sea trabaja en lenguaje binario (convencionalmente una serie de 0 y 1). Así, toda la información debe ser digitalizada (traducida a lenguaje binario). El elemento binario (el bit) es la unidad de cuantificación elemental. La medida de la información se hace en número de bits o en número de bytes (grupo de 8 bits).

Para adquirir o distribuir la información, la computadora es capaz de establecer comunicaciones con el mundo exte

rior. El entorno externo de una computadora está formado por sistemas periféricos o terminales:

- que permiten el diálogo entre el hombre y la máquina (teclados, impresoras, pantallas de visualización, etc.);
- capaces de almacenar importantes cantidades de información: memorias secundarias o auxiliares (discos, discos, cintas magnéticas, etc.).

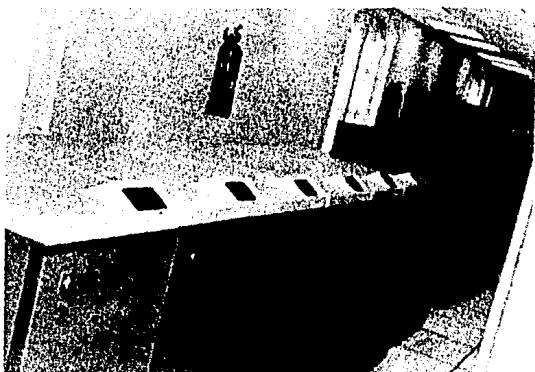
Algunas veces existen enlaces especializados que permiten a la computadora dialogar con otras fuentes de información: aparatos de medidas, dispositivos electrónicos, etc..

#### CENTRO DE PROCESAMIENTO.

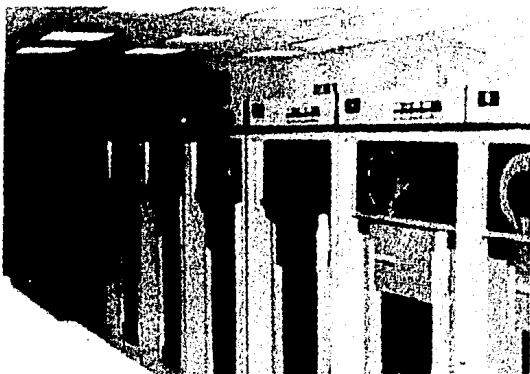


## UNIDADES DE ALMACENAMIENTO

DISCOS

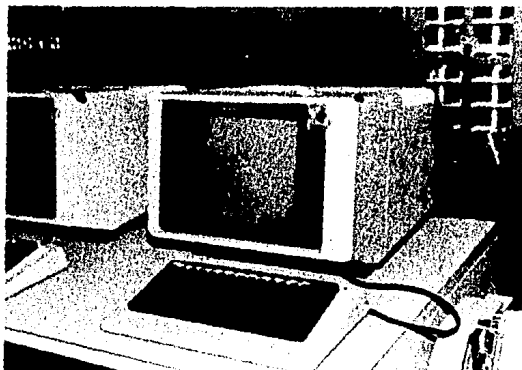


CINTAS



## UNIDADES DE COMUNICACION

### TERMINALES



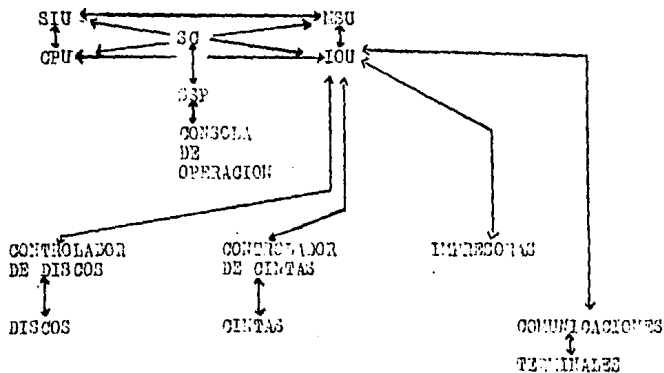
### IMPRESORAS

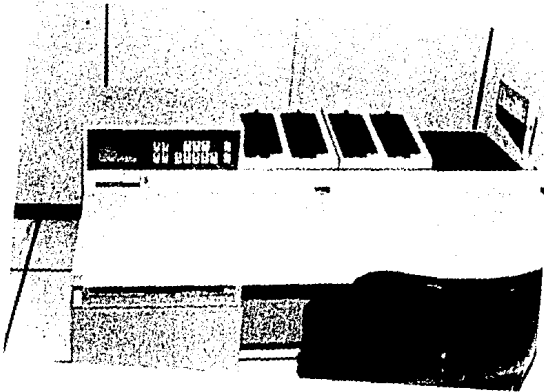


## 2.1 JERARQUÍA DEL CPU Y PERIFÉRICOS.

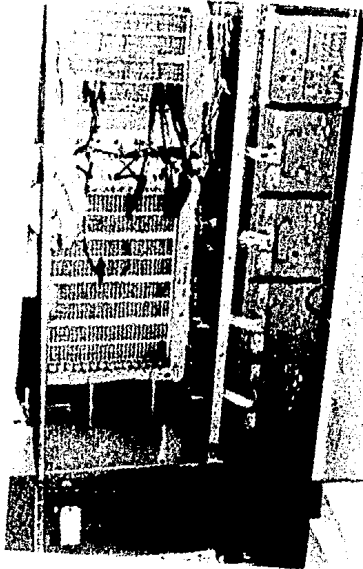
Componentes:

- SSP Procesador de soporte (System support processor).  
Sirve de enlace entre el procesador central y la consola de operación, allí se cargan las instrucciones de operación del CPU por medio de disquetes.
- SC Controlador de soporte (Support Controller).
- CPU Unidad de procesamiento central (Central Processing Unit).
- MSU Unidad de memoria (Main Storage Unit).
- SIU Unidad de interface de memoria (Storage Interface Unit)
- IOU Unidad de entrada y salida (Input/Output Unit).





OTU



### V.3 RED DE DATOS.

En nuestra sociedad crece la necesidad de obtener rápidamente grandes cantidades de datos. Esto hace que cada vez, sea más necesario usar sistemas de informática con computadoras, algunas que trabajen localmente para industrias, bancos, administraciones estatales. Tales sistemas han aparecido después de mediados de los años 60 al surgir la tercera generación de computadoras. Están contruidos con circuitos integrados rápidos y tienen capacidades de memoria muy grandes, lo cual permite sistemas en extremo complejos. En estos sistemas las personas y las computadoras comunican por teleenlaces fijos o conectados, lo que es posible debido a un fuerte desarrollo en la técnica de transmisión. Esto ha hecho factible conectarse desde una determinada terminal a la central de datos más apropiada para solucionar un determinado problema.

Sucesivamente se han adquirido y almacenado más y más datos personales, lo que ha obligado a revisar las normas sobre el secreto, de modo que solamente las personas competentes para ello tengan acceso a registros de datos con informaciones confidenciales.

Una red para transmisión de datos se puede dividir en red local y de larga distancia.

La red local comprende abonados (terminales) con la red de líneas conectada a un conmutador de datos común. La red local puede estar constituida como red síncrona



o como red asíncrona, existiendo también una combinación de los dos tipos. La red síncrona se dirige con un reloj en el conmutador central y los equipos terminales de los abonados trabajan en sincronismo con éste. En este tipo de redes la transmisión se efectúa convenientemente con multiplex por división de tiempo.

Las ventajas de una red síncrona son:

- Eficaz aprovechamiento de la anchura de banda disponible, debido a que no es necesario emitir polaridades de arranque y de parada.
- Es fácil de adaptar a la red técnicas digitales de diversas formas.

La red local asíncrona trabaja a un compás que se dirige individualmente desde cada equipo terminal, por ejemplo como en el teleimpresor.

Las ventajas de la red asíncrona son:

- No es necesaria en los equipos terminales ninguna adaptación o almacenamiento de las informaciones de datos, ya que los mismos equipos dirigen el proceso.
- Esta técnica es bien conocida y se ha usado durante muchos años.

La red de larga distancia que comprende la red entre los conmutadores de datos se debe de construir sincronamente con transmisión digital en multiplex por división de tiempo. La elección del sistema depende de la configuración y tamaño de la red local.

El procesamiento de datos se realiza en una computado

ra central, CPU. Para la comunicación entre CPU y las terminales conectadas se emplea una red de datos privada (líneas alquiladas o llamadas por la administración). - Puesto que el tráfico es relativamente bajo en cada una de las terminales, desde el punto de vista económico es conveniente concentrar el tráfico.

Esto se puede hacer en varias etapas. Las terminales en el mismo edificio, por ejemplo en una oficina o en un banco, se conectan a una unidad de control, CU. Varias CU se conectan a un concentrador de líneas regional, RLC, que dirige el flujo de datos a y desde las terminales subordinadas. Varios RLC se conectan a un concentrador de líneas central, CLC, que está directamente conectado a un controlador de comunicación, CC. CC colabora con la unidad procesadora central, CPU, donde tiene lugar el propio procesamiento de datos. Sin embargo en sistemas más pequeños esta jerarquía puede tener menos niveles.

Con una configuración de red de este tipo en forma de estrella se puede lograr grandes economías. Por ejemplo las líneas entre las terminales y RLC son a dos hilos para transmisión semidúplex síncrona. Entre RLC y CLC se emplean líneas a cuatro hilos para transmisión semidúplex con velocidades de 1200, 2400 ó 4800 b/s, (bits/segundo).

El concentrador de líneas regional, RLC efectúa la búsqueda de llamadas señalando ordenadamente hacia las unidades de control y/o a las terminales conectadas di-

rectamente. La línea que se controla cambia de dirección de transmisión, ya que se aplica la señalización semidúplex. Si a esta línea hay conectada una CU, ésta conecta una de sus terminales. Si la terminal desea llamar, se emite un bloque de datos como contestación a RLC. Si no se desea llamada, RLC continúa a la línea siguiente. RLC recibe el bloque de datos que se almacena en una memoria búfer. Un mensaje puede constar de varios bloques de datos.

El concentrador de líneas central, CLC, dirige el flujo de datos desde todos los RLC en la red al controlador de comunicación, CC, que reúne los bloques de datos en su forma de mensaje original. CC transmite el mensaje a la unidad de procesamiento central, CPU, que lo analiza y toma las medidas del caso.

También la contestación desde CPU consta de bloques de datos. Estos se almacenan en una memoria búfer en RLC hasta que éste en su búsqueda giratoria encuentre la terminal deseada. Entonces se emite la contestación a la terminal, donde los bloques de datos se coordinan en un mensaje completo.

Actualmente hay redes de datos de esta o parecida estructura en servicio o en construcción en una gran cantidad de organizaciones. Podemos nombrar la red de ferrocarriles, la administración telefónica, en bancos, etc..

Se ha estudiado formar una red de datos general y este estudio ha dado por resultado algunas especificaciones del sistema. Estas especificaciones contienen los si

güentes puntos:

Velocidades de transmisión.

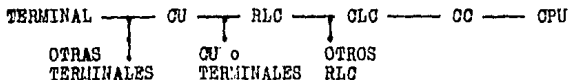
Las terminales asíncronas trabajan con velocidades de hasta 300 b/s mientras que para terminales síncronas se recomiendan las velocidades de trabajo de 1200, 2400, - 4800 ó 9600 b/s.

Grado de servicio.

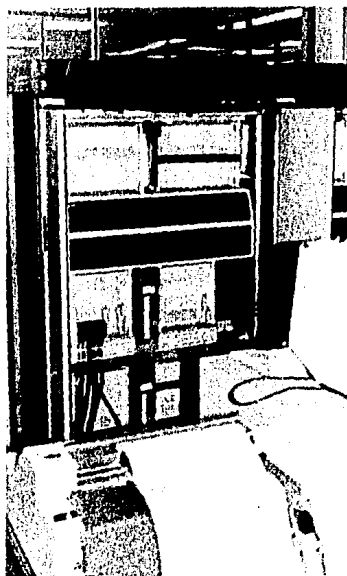
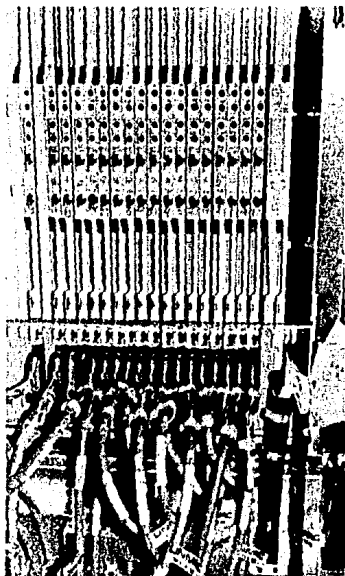
El tiempo de establecimiento de conexión para el equipo, cuando se ha seleccionado el número del abonado a llamar, debe ser de unos 100ms y el tiempo de desconexión de unos 200ms. La densidad de fallas en la corriente de bits no debe ser mayor de 1 por cada  $10^6$  bits aproximadamente.

RED EN FORMA DE ESTRELLA PARA  
TRANSMISION DE DATOS.

CU .. UNIDAD DE CONTROL (CENTRAL UNIT)  
RLC .. CONCENTRADOR DE LINEAS REGIONAL (REGIONAL LINE  
CONCENTRATOR)  
GLC .. CONCENTRADOR DE LINEAS CENTRAL (CENTRAL LINE  
CONCENTRATOR)  
CC .. CONTROLADOR DE COMUNICACION (COMMUNICATION CONTROLLER)  
CPU .. UNIDAD PROCESADORA CENTRAL (CENTRAL PROCESSING UNIT)



CONTROLADORES DE COMUNICACIONES

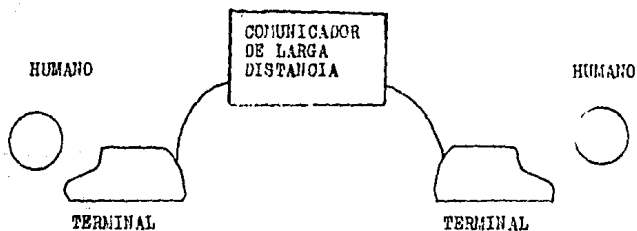


### 3.1 EJEMPLOS DE ENLACES

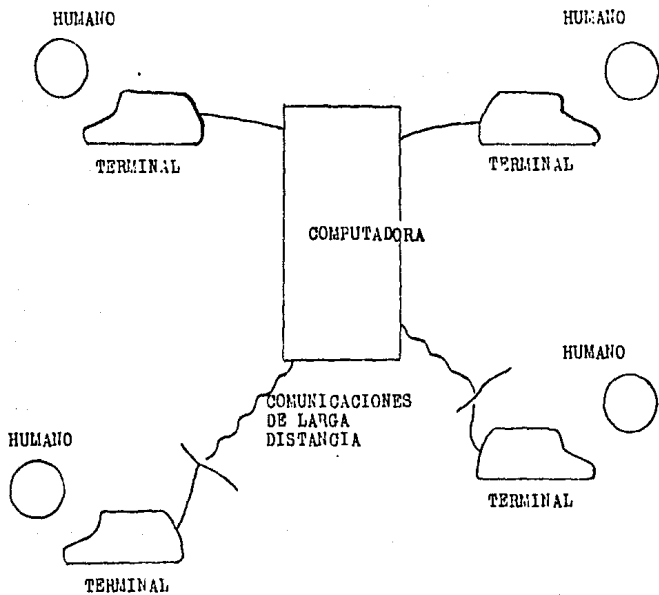
#### TERMINAL A TERMINAL DIRECTO.



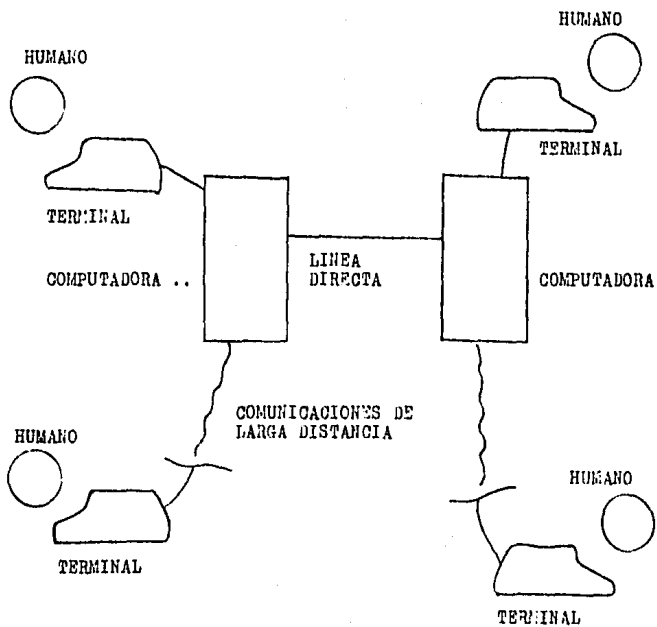
#### TERMINAL A TERMINAL INDIRECTO



# TERMINAL A COMPUTADORA

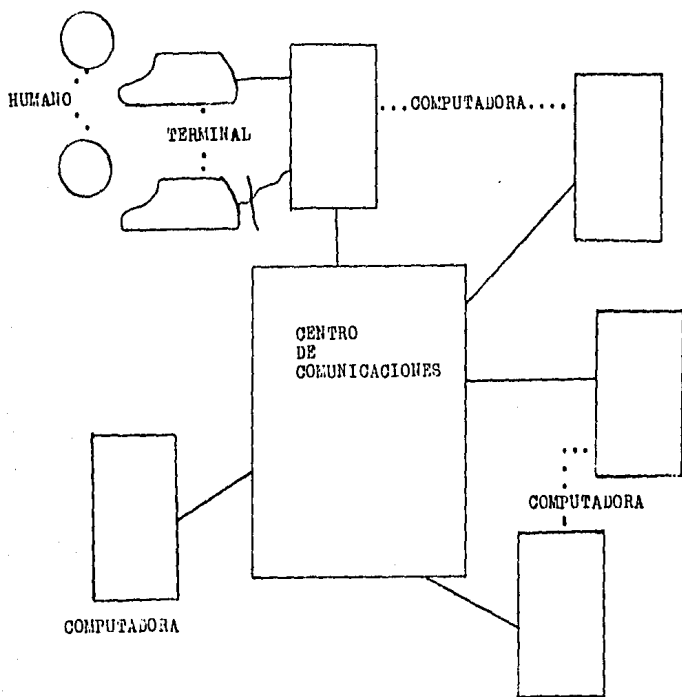


# COMPUTADOR A COMPUTADOR

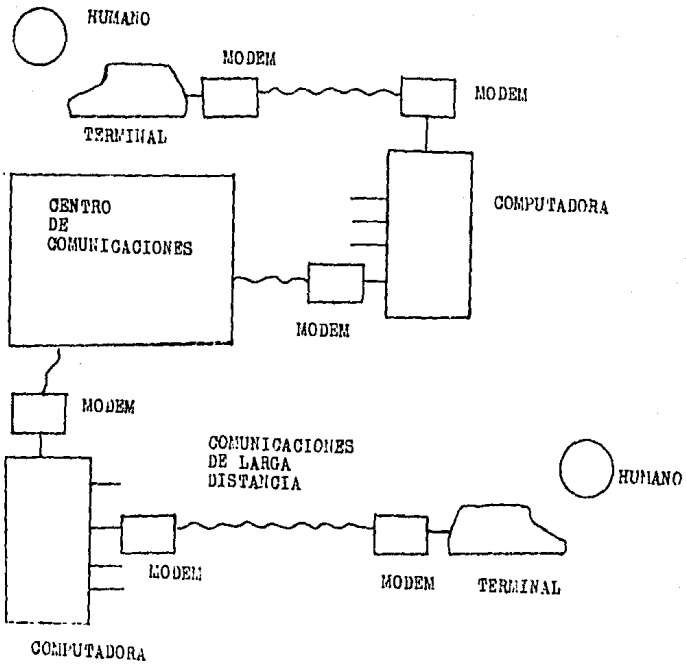




COMPUTADOR A COMPUTADOR  
ORGANIZACIONES INDEPENDIENTES



# SISTEMA COMPLETO



VI.

EJEMPLO DE UNA RED DE COMUNICACIONES  
PARA VOZ Y DATOS.

## VI.1 DIAGRAMA GENERAL.

Ejemplo de una red de comunicaciones para voz y datos teniendo varias estaciones remotas y utilizando como medio de transmisión el sistema telefonico, líneas privadas y canales de microondas.

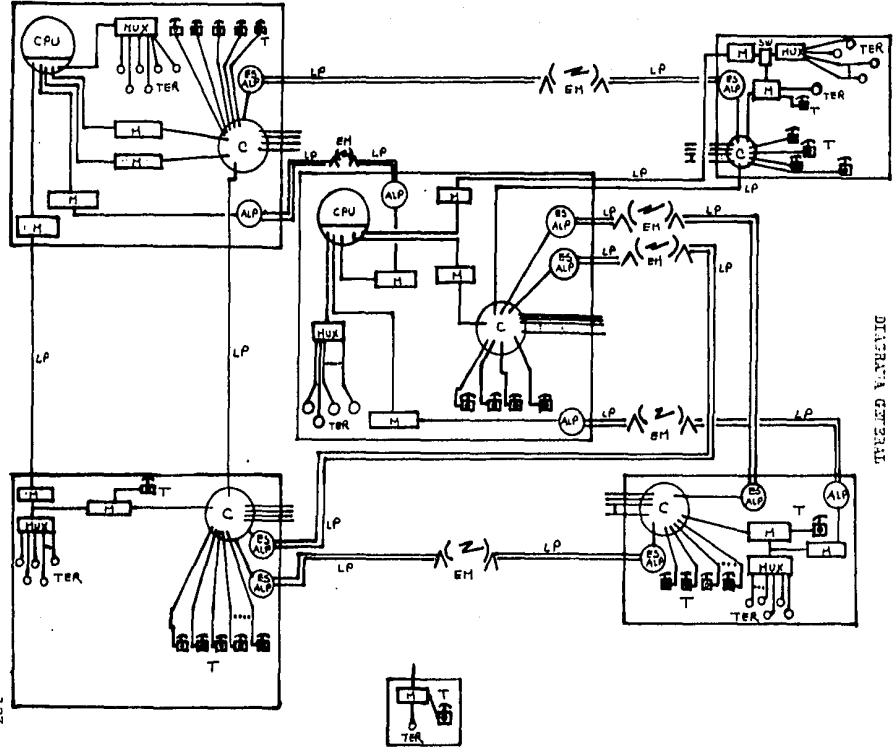
- Equipo:
- Procesador central y veriféricos (CPU)
  - Equipo de comunicaciones.
    - . Amplificadores (ALP)
    - . Conmutadores (C) '
    - . Telefonos (T)
    - . Modems (M) ''
    - . Equipo de señalización (ES) '''
  - Líneas privadas (LP)
  - Enlaces de microondas. (EM)
  - Terminales (TER)
    - . Multiplexor (MUX)

' SL-1

'' ERICSSON 2400, 9600

''' TESCOM 4522-00 E&M SIGNAL APPLIQUE.

105



TELEGRAPH SYSTEM

## I.1 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL ENLACE.

La figura 1 muestra las componentes que intervienen en un enlace.

La comunicación puede ser entre conmutadores, ó entre estación remota y conmutador, de dicha figura tenemos: El conmutador que también es utilizado como central nodal. El módulo E&M el cual es utilizado para cambiar, la señalización E&M a paquetes de tono mediante el oscilador. El oscilador es utilizado para generar y detectar los paquetes de tonos de señalización. El amplificador es utilizado para ajustar los niveles y equalizar las líneas privadas del enlace.

En la figura 2, se muestra a manera funcional, las principales componentes de señalización; amplificadores y atenuadores que intervienen en un enlace, de dicha figura tenemos:

El conmutador tiene la opción de colocar un atenuador de -16 dbm a la salida y/o un atenuador de -7db en la entrada.

El equipo de señalización, tiene un oscilador de 2600 Hz con una salida a -36 dbm, además contiene un filtro para la detección del tono de 2600 Hz y cuya sensibilidad es de -22 dbm; el oscilador y el filtro son utilizados para el sistema de señalización E&M; además se cuenta con un amplificador, en este mismo módulo, el cual, atenúa hasta -10 dbm o amplifica hasta +2dbm.

El equipo ALP, está constituido por dos amplificadores, uno para la recepción otro para la transmisión, estos -- amplificadores tienen una ganancia de 18 db, además estos amplificadores pueden equalizar la línea telefónica de 0 a 8 dbm por octava.

DIAGRAMA A BLOCQUES DE LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN UN ENLACE

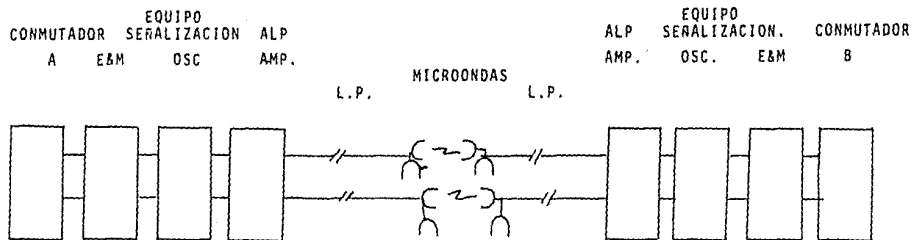


FIGURA 1



DIAGRAMA FUNCIONAL DEL EQUIPO QUE INTERVIENE EN UN ENLACE.

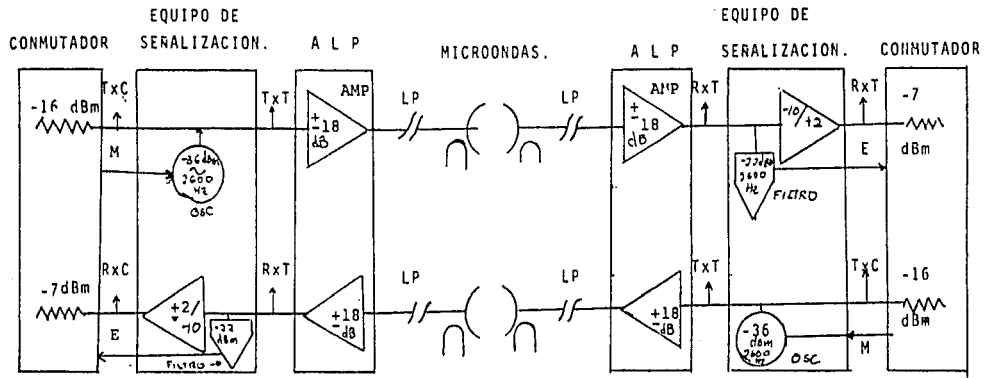


FIGURA 2

## VI.2 RECOMENDACIONES GENERALES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION DE TELEINFORMATICA.

### 2.1.- UBICACION DEL EQUIPO:

El Equipo de Comunicaciones y de Datos debe estar ubicado en un lugar que reúna las siguientes características:

- 1.1 Debe tener acceso únicamente el personal autorizado (operadores y técnicos de mantenimiento).
- 1.2 Debe existir facilidades para tener acceso a todas las partes del equipo.
- 1.3 Ser ventilado y tener una temperatura ambiente no mayor de 35° C, y alejado de elementos inflamables tales como papelería, muebles de madera, etc.. Para temperaturas ambientes mayores de 35° C., debe contarse con un sistema de enfriamiento (ventilador).  
NOTA: Realizar mediciones para saber situación.
- 1.4 Debe tener una iluminación suficiente para realizar los trabajos de mantenimiento requeridos.

### 2.2.- INSTALACION ELECTRICA.

- 2.1 El suministro de energía eléctrica no deberá tener variaciones mayores al 10% del voltaje nominal especificado por el equipo.
- 2.2 Si hay variaciones de Red mayores del 10% del nominal usar invariablemente reguladores.
- 2.3 Los toma corriente en donde se va a conectar el equi

po de Teleinformática debe estar alimentado desde un interruptor general que cuente con fusibles propios. No conectar ningún equipo a los toma corrientes convencionales de la instalación eléctrica. Los contactos eléctricos deberán ser del tipo que permite el uso de clavija con espiga de tierra.

- 2.4 En cada instalación se debe tener una tierra física confiable; esta tierra debe tener una diferencia -- con respecto al neutro de la línea no mayor de 2 -- Ohms.
- 2.5 Debe existir la cantidad necesaria de contactos, los cuales deben de estar en un lugar cercano al equipo. No usar toma corrientes múltiples.
- 2.6 Cada equipo debe tener una clavija propia polarizada evitando que dos o más equipos se conecten vía la misma clavija.
- 2.7 Toda la instalación eléctrica deberá ir dentro de ductos especiales para conducción de Energía Eléctrica.
- 2.8 En el Tablero Eléctrico General deberán estar bien identificados el ó los circuitos eléctricos del Sistema de Teleproceso, protegiéndolos con interruptores termomagnéticos restaurables.

## 2.3.- INSTALACION TELEFONICA.

- 3.1 No deberá existir empalmes entre la trayectoria de los modems y los registros de teléfonos.
- 3.2 Los cables serán del mismo calibre a los comúnmente usados en las instalaciones telefónicas (calibre - 22 ).
- 3.3 Se seguirá el código de colores para la utilización de líneas (según EKC Multipar).
- 3.4 Todas la líneas se cablearán de tal manera que sean lo menos visibles posible, y en caso de que se tenga que utilizar externamente, se debe de hacer en forma ordenada de acuerdo a la buena ingeniería, de tal manera que no cause desagrado o desconfianza.
- 3.5 Cada terminación de una conexión deberá contar con una terminal adecuada, es decir, emplearse invariablemente zapatas para que existan conexiones configurables.
- 3.6 Al final de las líneas se deberá contar con una identificación que facilite futuras intervenciones, número de cable y el par que ocupa dentro del mismo cable.
- 3.7 Todas las Líneas Privadas de cualquier sistema de Teleproceso deberán llegar a la sucursal, a un registro telefónico ubicado en algún lugar apropiado dentro de la misma.
- 3.8 El Registro Telefónico deberá de contar con Plintos

o Regletas Telefónicas, para recibir en ellas las -  
Líneas Privadas.

3.9 Deberán existir ductos de cuando menos 3/4" de Diámetro entre el Registro Telefónico Principal y el Punto en el que se reciban las Líneas Privadas junto al Modem u otro equipo, terminando éstas en esos lugares en una regleta telefónica.

3.10 En el caso de que la distancia entre el Registro -- Principal y el Punto Terminal sea grande se deberán instalar registros intermedios de paso en cada lugar en donde exista una curva de 90° en la ductería.

#### 2.4.- CABLES DIGITALES.

4.1 El largo de los cables digitales debe ser el suficiente para alcanzar a los equipos, no excesivamente largos, ni mayores de 15 metros.

4.2 Las condiciones físicas del cable deben ser adecuadas según la buena Ingeniería; las conchas deberán tener posibilidades de fijarse con tornillos, y no se permitirá bajo ningún concepto que dichas conchas no se encuentren atornilladas (hembra/macho).

### VI.3 RECOMENDACIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIRSE EN LA TRANSMISION DE DATOS.

#### 5.1 INTRODUCCION.

Con el objeto de garantizar el buen funcionamiento de una instalación de Teleinformática, se propone seguir las recomendaciones del CCITT, y además tomar en cuenta las características de las Líneas de Teléfonos.

#### 3.II PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL CCITT PARA TRANSMISION DE DATOS.

II.1 DISTORSION DE ATENUACION VS FRECUENCIA  
Se muestra en la gráfica de distorsión de Atenuación Vs. Frecuencia relativa a 800 Hz.

II.2 S/N  
Cuando la relación señal a ruido - está por debajo de 13 dBm, se degrada la calidad del enlace, por lo tanto debe ser mayor que éste - valor.

II.3 RUIDO IMPULSIVO.  
"Límite para Ruido Impulsivo".  
En un período de 15 minutos no debe haber más de 18 impulsos de ruido con crestas superiores a -21 dBm.

II.4 RELACION "Límite para la Relación de Erro-  
 DE res". Para velocidades de 1200 --  
 ERRORES. bps, la relación máxima de errores  
 permisibles es de 5 en 100,000 -  
 bits.

II.5 NIVEL MAXIMO 0 dBm.  
 APLICADO A  
 LINEA.

### 3.III CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE TELEFONOS.

En la Tabla se muestran las características de las -  
 Líneas de Teléfonos, las cuales es importante obser-  
 var en la instalación si se cumple con los valores -  
 de resistencia y atenuación.

TABLA:

CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE TELEFONOS.

CALIBRE	RESISTENCIA	ATENUACION	ATENUACION	CAPACITANCIA
DEL	OHM/KM	dB/KM	dB/KM	MF/KM
CONDUC.		(')	('')	
26	280	1.83	1.27	0.05
24	180	1.5	0.84	0.053
22	110	1.21	0.54	0.056
19	55	0.83	0.26	0.05

(') Frecuencia de Transmisión: 1,000 Hz.

('') Para líneas pupinizadas.

5

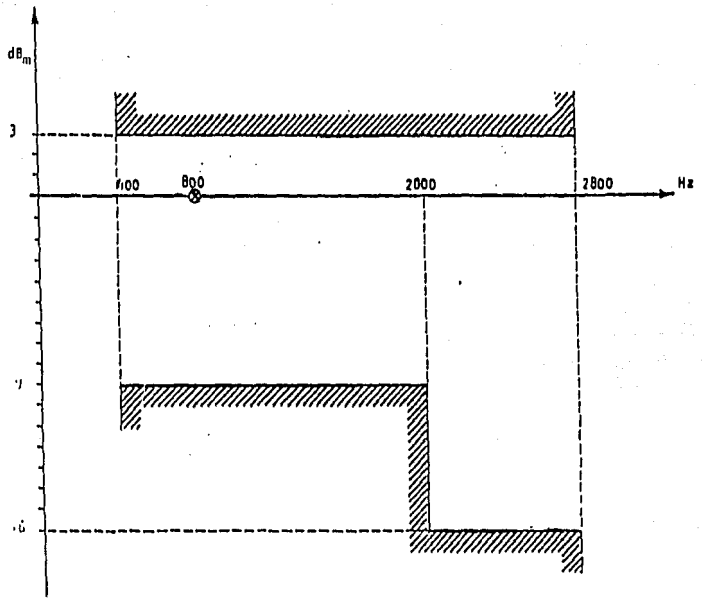


Fig. GRAFICA DE ATENUACION VS. FRECUENCIA RELATIVA A 800 Hz.



## VI.4 CONSIDERACIONES TEORICAS Y MEDICIONES.

Dado que los canales son utilizados para voz/datos, es necesario revisar la calidad de los mismos.

Los parámetros que afectan la calidad de la transmisión incluyen: distorsión por atenuación, retardo de envolvente, distorsión armónica, distorsión no lineal, relación señal a ruido, ruido impulsivo, golpeteo de fases, corrimientos en frecuencia y modulación.

La mayoría de estos fenómenos son originados por los lugares físicos y radiaciones por donde pasan los enlaces y las líneas privadas.

### 4.1 PARÁMETROS RELACIONADOS A CADA SECCION DE ENLACE.

#### 4.11 Líneas privadas.

Los parámetros inherentes a las líneas privadas y que producen efectos molestos en la transmisión de datos a alta velocidad son: la distorsión por atenuación, retardo de envolvente y la relación señal a ruido. Para compensar la distorsión por atenuación y retardo de envolvente, es necesario la utilización de ecualizadores. Para ajuste voz/datos en los enlaces, se ecualizan las líneas para evitar la distorsión por atenuación, mediante los amplificadores, y para datos se compensa el retardo de envolvente mediante los circuitos o facilidades en los propios MODEMS. El ruido de fondo de la

línea telefónica deberá estar abajo de -45 dbm.

#### 4.12 Enlaces de microondas.

Los parámetros inherentes a los enlaces de microondas incluyen: atenuación, desvanecimiento, pérdidas instantáneas, golpeteo de fase y corrimiento en frecuencia, este último es debido a un desajuste del canal de microondas.

La técnica empleada en el sistema multiplex no se transmite la frecuencia portadora, para acomodar los canales, el grupo y supergrupo. La portadora es reinserada antes de la detección y esto puede conducir a un corrimiento en la frecuencia. La frecuencia demodulada puede no ser la misma que la frecuencia transmitida. El método más sencillo para medir el corrimiento de frecuencia en el canal, consiste en transmitir un tono a 1000 Hz y en el otro extremo medir, mediante un contador la frecuencia recibida.

Otra causa de desajuste en el canal es la atenuación. El enlace de microondas debe siempre entregar 0 dbm en el otro extremo del enlace, de hecho este nivel se puede solicitar por el cambio de atenuadores. (fig 1).

En algunas ocasiones los canales de microondas tienen filtros para sistema de señalización.

Un método sencillo para verificar la existencia de

algún filtro en el canal, consiste en hacer un barrido en la frecuencia, espaciado este en ciclos de 100 Hz. Si al hacer el barrido, alguna frecuencia no pasa, nos indicará esto la presencia de un filtro; generalmente estos pueden ser de 2600 Hz, 2400 Hz ó 1600Hz.

#### 4.13 Equipo de señalización.

Señalización en banda. Para la señalización en banda usada en los canales, se utiliza un tono de 2600 Hz. La presencia de este tono en el canal indica la condición de disponible. La señalización E&M entre ambos conmutadores, se efectúa mediante la Generación y Detección de paquete de tonos de 2600 Hz, cuando se establece la comunicación este tono es suprimido (ya no se transmite).

cabe mencionar que puede establecerse la comunicación sin completarse la señalización (por alguna falla en el equipo), esto implicaría la presencia del tono en la comunicación.

Con el fin de evitar la contaminación del tono de señalización por diafonía entre canales, el tono de canal disponible se genera a -36 dbm, y para asegurar la recepción de los pulsos de señalización, los paquetes de tono se transmiten a -24 dbm, ó sea que al transmitir el paquete el tono tiene una ganancia de + 12 dbm, del tono disponible. La detección del tono en el otro

extremo, se efectua mediante un filtro a 2600 Hz con una sensibilidad de -22 dbm, siendo este el nivel mínimo de detección asegurada.

Por el método de señalización empleado, resulta obvio que al transmitir una señal, si esta tiene un armónico en 2600 Hz, este armónico es suprimido al pasar por el enlace.

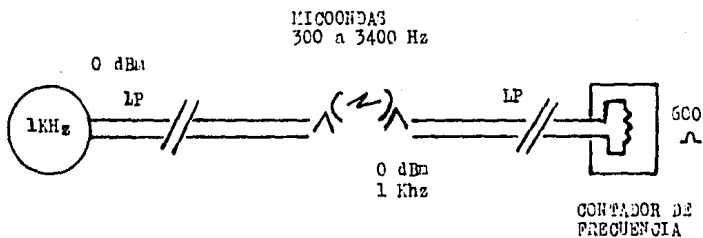


FIGURA I

#### 4.14 NIVELES EN EL ENLACE.

Si el equipo de señalización estuviera conectado en un enlace con ganancia unitaria, y atenuación cero en ambos extremos, necesitaríamos de por lo menos una ganancia de + 14 dbm para poder detectar el tono en el otro extremo, esto es debido a que el oscilador en disponible, genera a un nivel de - 36 dbm y el nivel mínimo de detección es de -22 dbm, esto es  $36 - 22 = 14$ .

Por otra parte, en la práctica, los enlaces normalmente tienen una pérdida de - 16 db entre sus extremos, por lo que la señal de voz/datos al pasar por el enlace tendrá una ganancia de + 14 db para compensar el tono de señalización, + 16 db para compensar las pérdidas de enlace y - 16 db por pérdidas en enlace, esto es :

$$+ 14 + 16 - 16 = 14 .$$

Así que nuestra señal voz/datos al pasar por el enlace tendrá una ganancia de + 14 db.

Considerando lo anterior, si saliéramos por el conmutador a 0 dbm al llegar al otro conmutador tendríamos + 14 dbm por lo que saturaríamos a los equipos.

Sin embargo, utilizando la facilidad del conmutador de atenuar la salida - 16 db, esta pérdida es compensada al pasar por el enlace, dado que este tiene una ganancia de + 14 db, y en el otro extremo se recibirían - 2 dbm (en el otro conmutador), este nivel puede ser restarado a 0 dbm mediante el equipo de señalización (en el módulo del oscilador).

#### 4.15 AMPLIFICADOR E IGUALADOR. ALP

Las características de atenuación de la línea telefónica, relativa a la frecuencia, se define como la respuesta en amplitud del canal telefónico. La respuesta del canal telefónico se considera que se extiende de 300 a 3000 Hz siendo este el ancho de banda y definiéndose como el rango de frecuencia por el cual las pérdidas no exceden de - 10 db de pérdidas a 1000 Hz. Una definición más rigurosa, se tiene como la caída a - 3 db de la respuesta máxima.

En la figura (a) se muestra la respuesta en frecuencia de la línea telefónica deseable para la transmisión de datos.

En la práctica, sin embargo, debido a las características de construcción de las líneas telefónicas tenemos que estas proporcionan una respuesta en frecuencia de tipo pasa bajos como se muestra en la figura (b) siendo la pendiente del esquema, proporcional a la longitud de la línea, y en algunos casos tenemos rizados como los mostrados en la figura (c).

Para la transmisión de voz, es deseable la frecuencia de corte hasta 3400 Hz y para la transmisión de datos es muy importante tener una respuesta plana.

Los rizados en la respuesta de la línea tienen pocos efectos en la comunicación de voz, pero es muy importante no tenerlos en la transmisión de datos a alta velocidad.

De lo anterior, tenemos la necesidad de compensar - la respuesta en frecuencia con el fin de lograr la respuesta paso banda, de nominándose a esta acción "ecualización" y esta puede ser simple o compleja.

Para el caso de una respuesta con rizo se tiene la ecualización compleja y esta consiste en un compensador cuya ganancia esté concentrada en el punto de atenuación. Ver la acción de ecualización en la figura (d).

El caso más sencillo que consideramos es cuando la línea telefónica tiene una respuesta de pasa bajo y cuya pendiente es función de la longitud de la línea. Para ecualizar esta línea necesitaremos un compensador - cuya respuesta sea pasa altos. La acción de ecualización se muestra en la figura (e).

Este último procedimiento de equalización es el empleado en los amplificadores ALP.

FIG. A

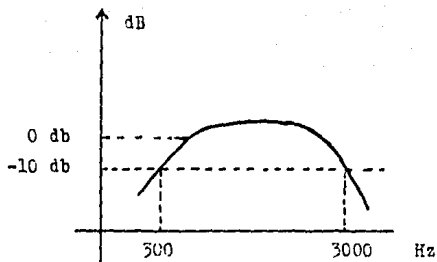


FIG. B

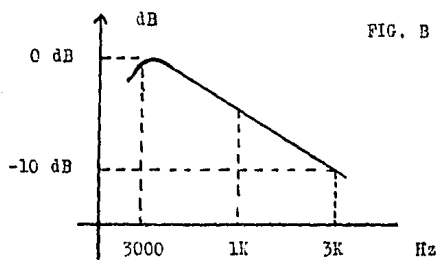


FIG. C

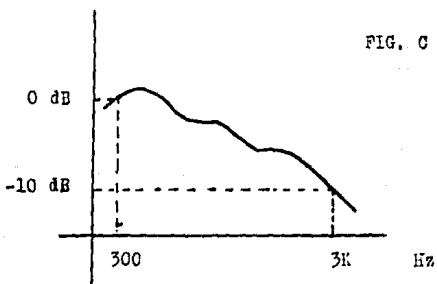




FIG. D

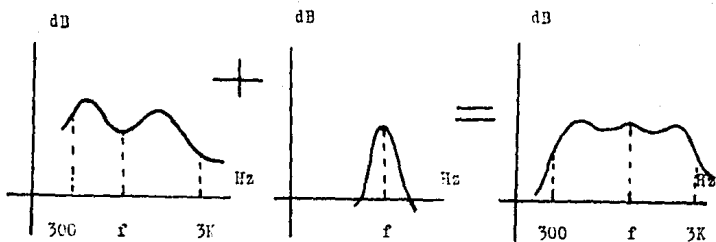
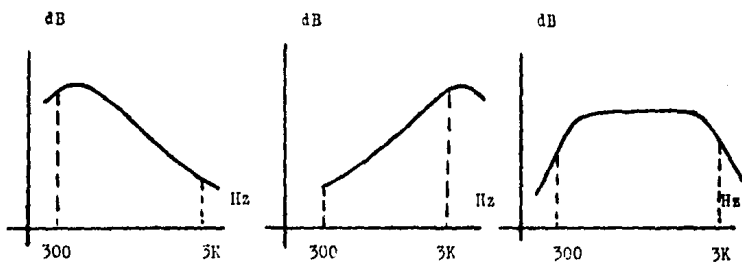


FIG. 3



## 4.2 CONDICIONES PREVIAS AL AJUSTE DEL ENLACE.

### 2.1 EN EL CONMUTADOR.

Para el conmutador verificar las opciones para la - señalización E&M y para que tenga una atenuación en la salida (Tx) de - 16 db.

### 2.2 PARA EL EQUIPO DE SEÑALIZACIÓN Y EL AMPLIFICADOR AIP.

El equipo de señalización debe estar conectado hacia el conmutador y al amplificador AIP.

Verificar que el equipo de señalización este siendo alimentado con 48 volts y el amplificador con 24 volts , entre los pines 16 y 17.

También hay que verificar la presencia del tono de 2600 Hz en la salida Tx a Telefonos en el amplificador.

### 2.3 PARA LAS LINEAS TELEFONICAS Y EL CANAL DE MICROONDAS.

Resulta conveniente verificar la calidad del enlace, el cual está constituido en algunos casos por líneas - privadas solamente y en otros por canal de microondas y líneas privadas en los extremos.

Un metodo sencillo, para verificar la calidad del - enlace, consiste en: revisar las formas de onda de señales de prueba a través del enlace, efectuandose esto, mediante la colocación de un generador con impedancia de salida 600 ohms en un extremo del enlace, y en el -

otro extremo, colocar un osciloscopio con una carga de 600  $\Omega$ , siendo esto para la línea de Tx y la acción - contraria para Rx. ( figura a ).

Poner el oscilador a 1000 Hz a 0 dBm, y verificar - los siguientes puntos.

1. El corrimiento en frecuencia, la frecuencia transmitida puede ser diferente a la frecuencia recibida en .05 % .
2. Golpeteo de fase, la frecuencia recibida no es estable en el cruce por cero. Esto es causado por inducciones en el enlace. ( figura b ).
3. La modulación ó golpeteos en la amplitud, la amplitud de la señal es inestable, la causa puede ser en microondas ó inducciones en línea. ( figura c ).
4. Mediante un barrido de frecuencia de 300 a 3400, - verificar que todas las frecuencias pasan en el canal de microondas, si una frecuencia no pasa, esto nos indica la presencia de un filtro en el canal.
5. Medir el ruido de fondo del enlace, para esta medición, se quita el generador y se corto circuitan los - dos terminales de la línea telefónica, con esto cualquier señal que aparece en el osciloscopio, es debida a señales inducidas ó levantadas en el enlace. Medir - en el osciloscopio la señal recibida.

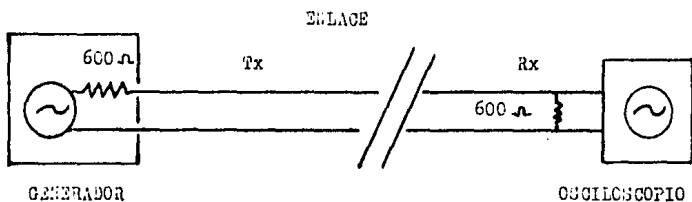


FIG. A

GOLPETEO DE  
FASE

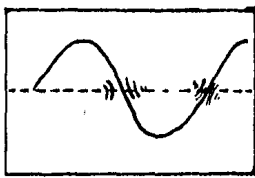


FIG. B

GOLPETEO EN AMPLITUD

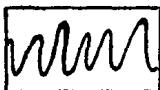


FIG. C

RUIDO DE  
FONDO

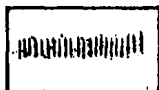


FIG. D

INDUCCIÓN DE 60 Hz.

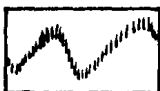


FIG. E

RUIDO IMPULSIVO

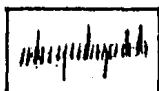


FIG. F

El nivel de ruido aceptable, deberá ser menor a -45 dbm (menor de 20 mv.). (figura d).

6. Con la misma acción anterior verificar la inducción de 60 Hz en la línea.

Inducción de la frecuencia de 60 Hz en la línea telefónica, esta frecuencia con el ruido de fondo, es causada por inducción ó por estar aterrizada (desalancada) la línea telefónica. (figura e)

7. También con la misma acción para medir el ruido de fondo se puede verificar la presencia del ruido impulsivo; este ruido es producido por radiación de motores ó chispas y aparecen en el osciloscopio como impulsos. El número de impulsos máximo debe ser de uno por cada 15 seg. ( figura f ).

## 2.4 VERIFICACION DE LA SEÑALIZACION E & M DEL CONMUTADOR.

### PARA EL HILO E:

Al tener energizado el equipo de señalizacion, el LED E de la tarjeta E&M debe estar activado (esto es debido a que no hay tono de señalizacion en la recepcion); al tomar la troncal con algun telefono, este debe indicar ocupado, indicando con esto, que la operacion del hilo E es correcta; en el caso de no indicar ocupado, - existe una falla en las conexiones de la tarjeta E&M o en la programacion del conmutador.

### PARA EL HILO M:

Verificar la salida del tono de 2600 Hz en la linea de Tx del amplificador ALP (si no esta, revisar las conexiones entre el amplificador y el generador de 2600 Hz)

Colocar el control de nivel de Tx al maximo en el sentido de las manecillas del reloj.

Conectar los hilos de Tx con Rx del amplificador, con esta accion el hilo E debe desactivarse.

Mover el control de nivel de Rx en el sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que el hilo E se active, al llegar a este punto adelantar de nuevo el nivel de Rx (en el sentido de las manecillas del reloj - hasta que se desactive E).

Con una extension del conmutador, tomar la troncal, al tomarla los LED E y M se activan y desactivan, el telefono indicara ocupado.

Con las dos últimas acciones anteriores, nos indica que la señalización E&M del conmutador esta correcta, en el caso contrario existe alguna falla en tarjetas, - conexiones o programación.

#### 4.3 ACTIVACION DEL ENLACE.

Una vez verificada la operación de la señalización, y si son aceptables los canales de Tx y Rx para el enlace, el siguiente paso es conectar en ambos extremos, las líneas telefónicas al equipo amplificador (ALP) y establecer el enlace. Es importante recordar que al entrar en operación el enlace no necesariamente necesita estar ecualizado,

A continuación se indican los pasos para establecer el enlace:

1. Colocar el preset de nivel Tx al máximo en el sentido de las manecillas del reloj.
2. Colocar el igualador de Tx a la mitad del recorrido.
3. Colocar el preset de nivel de Rx al mínimo (al tope en la dirección contraria a las manecillas del reloj).
4. Colocar el igualador de Rx también al mínimo.
5. Verificar la recepción del tono de 2600 Hz, procedente del otro extremo.
6. Conectar las líneas de Tx y Rx a los amplificadores.
7. Verificar que el led E este activado, si está desactivado solicitar al otro extremo que disminuya el nivel del Tx hasta lograr activar el led E.



8. Mover el preset Rx hasta lograr desactivar (apagar) el led E.
9. Hacer una llamada a través del enlace.
10. Establecida la comunicación, ajustar el nivel de voz mediante el tornillo del frente de la tarjeta osciladora, hasta que la recepción sea la adecuada.
11. Colgar uno de los teléfonos; el enlace debe quedar en disponible de nuevo; en caso contrario, verificar la supervisión del enlace.

Con los pasos anteriores el enlace queda disponible para voz, no necesariamente para datos.

#### 4.4 AJUSTE DEL ECUALIZACIÓN DEL CANAL.

Al estar el canal en disponible, en ambos lados del canal, existe el tono de 2600 Hz y este se corta al quedar establecido el enlace.

#### 4.5 ECUALIZACION DEL ENLACE.

1. Establecer una llamada en el enlace, establecido el enlace, el tono de señalización, ya no es transmitido.
2. Comunicarse en ambos extremos con la mesa de pruebas de microondas para ecualizar las líneas a microondas.

#### 4.6 AJUSTE DE LA LINEA DE TRANSMISION TX CON MICROONDAS.

1. Efectuar las conexiones siguientes; desconectar la línea TxC del conmutador y colocar en su lugar un oscilador con una impedancia de salida a 600 ohms, como se muestra en la figura.
2. Ajustar el nivel de la salida del generador (estando conectado) a 400 y a -16 dBm.
3. Colocar los igualadores Tx y Rx en el mínimo (al tope en el sentido contrario a las manecillas del reloj).
4. Conectar un osciloscopio en la línea Tx de teléfonos.
5. Ajustar el nivel de Tx hasta que la línea de teléfonos tengan 0 dBm.
6. Solicitar a microondas el nivel de la llegada (con la línea cargada a 600 ohms), en sus instalaciones, anotar este nivel, este nivel depende de la distancia entre microondas y el lugar del conmutador.
7. Ajustar el nivel de la salida del generador (estando conectado) a 2800 Hz. y a -16 dBm.
8. Solicitar a microondas el nivel de llegada en sus instalaciones (este nivel puede ser menor que el tono de 400<sup>Hz</sup>, depende de la distancia entre microondas y el conmutador).
9. Mover el igualador de Tx en el sentido de las mane-



ENLACE \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

REPORTADO POR \_\_\_\_\_

CANAL DE MICROONDAS \_\_\_\_\_

RESPUESTA EN FRECUENCIA

GRAFICA DE ATENUACION

f (Hz) NIVEL dBm

SIN COMPENSACION Y COMPENSADA

	Tx LP#	Rx LP#
300		
400		
800		
1 K		
1.6 K		
1.7 K		
2.4 K		
2.7 K		
2.8 K		
3 K		

RUIDO \_\_\_\_\_ S/N \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 4.7 AJUSTE DE LA LINEA DE RECEPCION.

1. Solicitar a microondas la transmisión por la línea Rx (lado conmutador) un tono de 400 Hz a 0 dBm.
2. Con un osciloscopio medir el nivel de recepción del tono en la línea Rx de teléfonos.
3. Con el osciloscopio conectado en RXT ajustar el nivel de Rx hasta tener +3 dBm.
4. Solicitar a microondas la transmisión por la línea Rx, un tono de 2800 Hz. a 0 dBm.
5. Con un osciloscopio medir el nivel de recepción del tono de 2800 Hz. en la línea de teléfonos y anotar en hoja de documentación del enlace.
6. Con el osciloscopio conectado en RXT ajustar el igualador de Rx hasta tener +3 dBm con esta acción queda compensada la línea de Rx.
7. Solicitar a microondas la conexión normal del canal.

#### 4.8 AJUSTE DE RECEPCION DEL ENLACE.

1. Con el oscilador conectado en TxC (desconectado en conmutador) ajustar el oscilador a 1 Khz. a -16 dBm.
2. En el otro extremo conectar el osciloscopio en RxC, mover el control de nivel de RCV de la tarjeta osciladora hasta medir -7 dBm.
3. Hacer la misma operación en ambos lados.
4. Hacer una gráfica de respuesta en frecuencia entre RxC y TxC transmitiendo a -16 dBm y barriendo en ciclos de 100 Hz.

NOTA: Es importante no transmitir el tono de 2600 -  
Hz pues se cortaría el enlace.

5. Hacerla para ambos lados del enlace.

## VI.5 AMPLIFICADOR ALF.

### 5.1 ESPECIFICACION DE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS CON SUS TOLERANCIAS:

#### IMPEDANCIA DE ENTRADA/SALIDA.

600  $\Omega$ , intercambiando conexiones.

#### MAXIMO CONSUMO DE CORRIENTE

6 mA ( 12 ).

20 mA ( 24 v.).

20 mA ( 48 v.), Opcion.

#### MAXIMO NIVEL DE SALIDA.

16 dBm.

17 dBm. opcion.

#### GANANCIA MAXIMA.

Con preset de igualación colocado en cero, dirección contraria a las manecillas del reloj.

14.8 dB a 1 KHz.

35 dB a 1 KHz. opción.

#### GANANCIA MINIMA.

-24 dB a 1 KHz.

-36 dB a 1 KHz. opcion.

#### PENDIENTES DE IGUALACION.

8.2 dB por decada a partir de 1 KHz.

#### NIVEL DE RUIDO DE SALIDA.

-65 dBm.

#### DIAFONIA

-66 dBm con 10 dBm en el amplificador adyacente.

#### ANCHO DE BANDA.

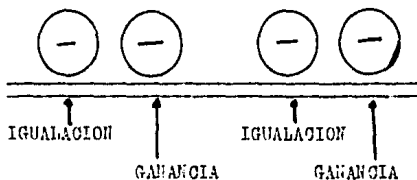
De 100 Hz. a 14 KHz.

5.2 TARJETA ALP.

	Tx	Rx
ENTRADA.....	53	15
	51	5
SALIDA.....	55	13
	49	7
SALIDA DESBALANCIADA.....	45	19
ENTRADA DESBALANCIADA.....	43	21
+12 , +46, +24 .....	17	
-12 , -24 .....	37	
-48 .....	35	
TIERRA INTERNA .....	29	

ALP

T  
O  
P



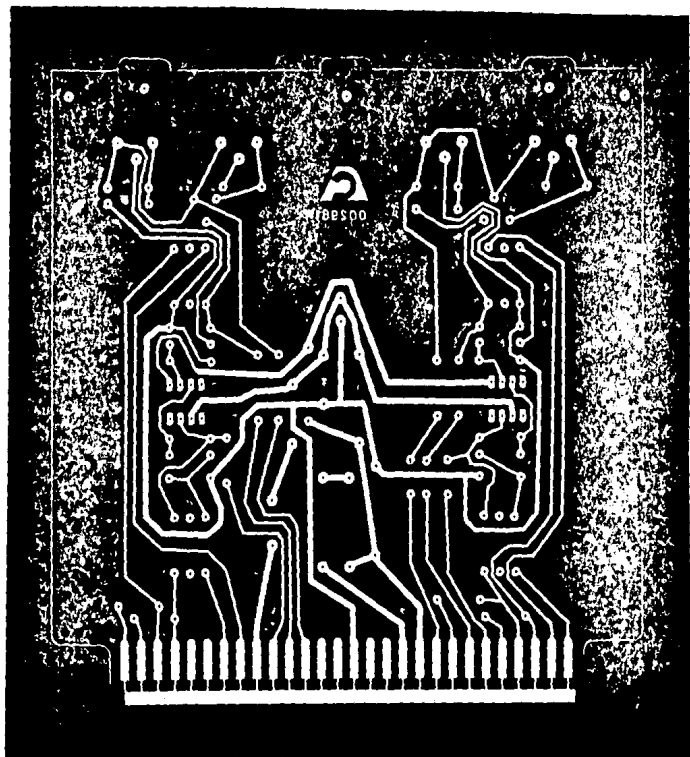


## 5.3 LISTA DE COMPONENTES AMP. E&amp;M

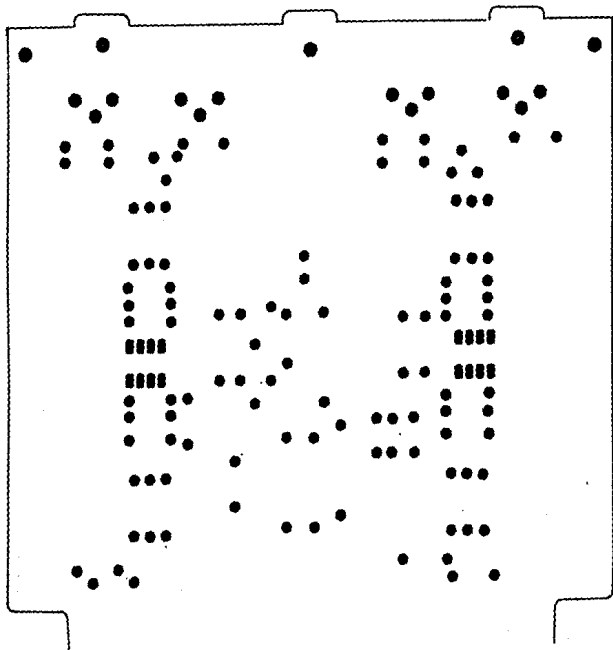
NUMERO DE REFERENCIA	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	COSTO
	002981	TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO	
RP1,RP3		POTENCIOMETRO 25 K	
RP2,RP4		POTENCIOMETRO 50 K	
R1 ,R'8		RESISTOR 560 $\pm$ 5% 1/4 W	
R2 ,R 9		RESISTOR 15K $\pm$ 5% 1/4 W	
R3 ,R10		RESISTOR 100 $\pm$ 5% 1/4 W	
R4 ,R11		RESISTOR 3.3 K $\pm$ 5% 1/4 W	
R5 ,R12		RESISTOR 3.3 $\pm$ 5% 1/4 W	
R6 ,R13		RESISTOR 150 K $\pm$ 5% 1/4 W	
R14,R7		RESISTOR 1 K $\pm$ 5% 1/4 W	
C 1,C 3		CAPACITOR 4.7 n F $\pm$ 10% 50V	
C 2,C 4		CAPACITOR 220 PF $\pm$ 10% 50V	
CI1,C12		AMPLIFICADOR COPERACIONAL 741	
T1,T2,T3,T4,		TRANSFORMADOR HY12	
R15,R17		RESISTOR 1K $\pm$ 5% 1W	
R16		RESISTOR 120 $\pm$ 5% 1W	
C 5		CAPACITOR 50 F 25VOLTS	
C 6		CAPACITOR 100 MF 25 VOLTS	
CR1		DIODO ZENER 1 N 47 42 A 12VOLTS 1W.	

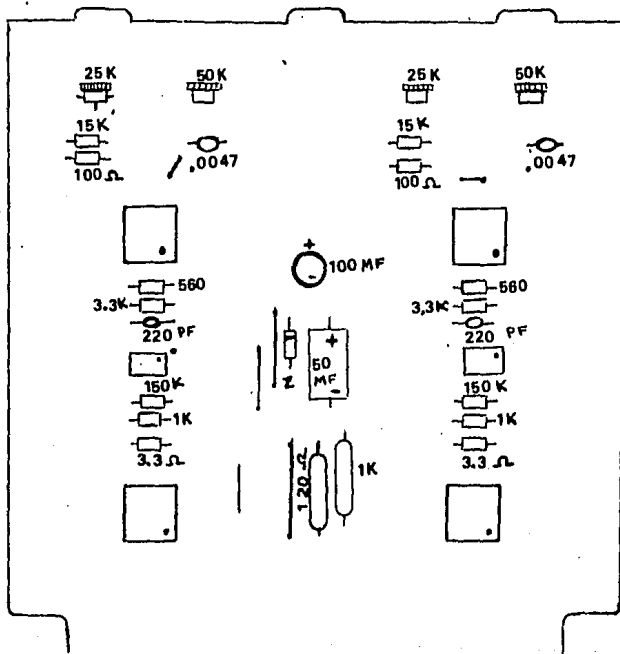


5.41 NEGATIVO DE TARJETA IMP.



● 1/8  
● 2/8  
● 1/32





**VII**  
**TABLAS**

TABLA DE RELACION DE VOLTAJES A DECIBELES.

Referencia 2.2 Volts. a 0 dBm

$$V_{RMS} = \frac{V_{pp}}{2.8284}$$

VPP	VRMS	DBM
22.000	7.778	+20
19.607	6.932	+19
17.475	6.168	+18
15.574	5.506	+17
13.881	4.907	+16
12.371	4.373	+15
11.026	3.898	+14
9.827	3.474	+13
8.758	3.096	+12
7.805	2.759	+11
6.957	2.459	+10
6.200	2.192	+09
5.526	1.953	+08
4.925	1.741	+07
4.389	1.551	+06
3.912	1.383	+05
3.486	1.232	+04
3.107	1.098	+03
3.069	1.085	+02
2.468	0.872	+01
2.200	0.777	000
1.960	0.692	-01
1.747	0.617	-02
1.557	0.550	-03
1.388	0.490	-04
1.237	0.437	-05
1.102	0.389	-06
0.982	0.347	-07
0.875	0.309	-08
0.780	0.275	-09
0.695	0.245	-10
0.620	0.219	-11
0.552	0.195	-12
0.492	0.174	-13
0.438	0.155	-14
0.391	0.138	-15
0.348	0.123	-16
0.310	0.109	-17
0.276	0.097	-18
0.246	0.086	-19
0.220	0.077	-20
0.196	0.069	-21
00.174	0.061	-22

VPP	VRMS	DBM
00.155	0.054	-23
0.138	0.048	-24
0.123	0.043	-25
0.110	0.039	-26
0.100	0.035	-27
0.090	0.031	-28
0.080	0.028	-29
0.070	0.024	-30
0.0620	0.022	-31
0.0552	0.019	-32
0.0492	0.017	-33
0.0438	0.015	-34
0.0391	0.013	-35
0.0348	0.012	-36
0.0310	0.010	-37
0.0276	0.009	-38
0.0246	0.008	-39
0.0220	0.007	-40



CODIGO DE COLORES.

Blanco .....	Azul
	Naranja
	Verde
	Cafe
	Gris
Rojo .....	Azul
	Naranja
	Verde
	Cafe
	Gris
Negro .....	Azul
	.
	.
Amarillo .....	Azul
	.
	.
Violeta .....	Azul
	.
	.

VIII  
CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

1. El diseño de una red de comunicaciones para voz y datos el principal problema es el costo.
  - a) El procesador central puede tener uno ó más CPU, cierta cantidad de memoria y periféricos.
  - b) El conmutador telefonico tiene que ser de preferencia electrónico con puertos de entrada y salida dependiendo del número de líneas telefónicas y teléfonos.
  - c) En el equipo de comunicaciones en general dependen de los modems, terminales, multiplexores, -- amplificadores, líneas privadas y públicas, canales de microondas y equipos de señalización.
2. Es necesario tener un perfecto conocimiento del funcionamiento de los dispositivos de la red para el desarrollo de un proyecto en toda su extensión.
3. En las líneas privadas y públicas y canales de microondas, su correcto funcionamiento en ocasiones no depende de nosotros por esta razón es necesario establecer una comunicación continua con los encargados de estas.
4. En esta obra se expone lo más importante en el desarrollo de una red, aunque aparenta ser sencillo se invirtió mucho tiempo en la recopilación de datos, en pruebas y análisis hasta poder dar una clara idea del correcto funcionamiento de esta. Mucha

información debido a su magnitud no es incluida en este estudio.

5. Al hacer un proyecto como el presente fué necesario el apoyo de una institución, tanto como en lo económico como en el aspecto práctico. La experiencia y el conocimiento dados por otras personas es invaluable.
6. El conocimiento adquirido en este trabajo no solo fue el desarrollar una red de comunicaciones, sino la necesidad de establecer la comunicación entre diferentes puntos para un mayor conocimiento y progreso.
7. La habilidad de comunicarse a mayor velocidad, -- transmitir datos a grandes distancias, tener la información al instante y procesarla de inmediato da como resultado un mayor poder en el desarrollo del ser humano.

## BIBLIOGRAFIA.

1. COMMUNICATION ENGINEERING.  
Everitt and Anner
2. TRANSMISION LINES.  
H. H. Skilling
3. LINEAS DE TRANSMISION.  
Schaum (Chipman)
4. FUNDAMENTALS OF ANALOG AND DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS.  
S. R. Simpson y G. R. Houts
5. INFORMATION TRANSMISSION, MODULATION AND NOISE.  
Mischa Schwartz
6. DIGITAL AND ANALOG COMMUNICATION SYSTEMS  
K. Sam Shanmugan
7. TRANSMISSION LINES.  
Johnson
8. TRANSMISSION LINES FOR DIGITAL AND COMMUNICATION NETWORKS.  
Richard E. Matick
9. INTRODUCCION A LA TEORIA Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES  
B. P. Lathi
10. PRINCIPLES OF COMMUNICATION.  
H. Taub y L. D. Schilling
11. SIGNAL ANALYSIS  
Athanasios Papoulis
12. ELEMENTOS DE INGENIERIA TELEFONICA.  
Enrique Herrera Perez
13. COMMUNICATION ELECTRONICS CIRCUITS.  
J. J. DeFrance