

LA SEGURIDAD EN LA TRANSMISION DE SEÑALES TELEGRAFICAS  
BAJO LAS INFLUENCIAS DEL TROPICO

TESIS DE GRADO  
PREVIA A LA OBTENCION DEL  
TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA

Por

Marcos Montenegro Tamayo

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA

Inv. No. ELEC. -013-1

" La Responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas  
expuestas en esta Tesis, corresponden exclusivamen-  
te al autor "

( Art. 6º del Reglamento de Exámenes y Títulos Profe-  
sionales de la Escuela Superior Politécnica del Li-  
toral ).



MARCOS MONTENEGRO TAMAYO


AUTOR

Guayaquil, Febrero de 1.975

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA

Inv. No. EIEC. - 013-1

DIRECTOR DE TESIS



ING. LUIS ANDRADE BAZAÑA

PROFESOR

.....

PROFESOR

.....

CAPITULO I

Lav. No. ELEC. - 013-1

INTRODUCCION.	PAG.
1.1. Consideraciones generales	1
1.2. Parámetros de las variaciones meteorológicas anuales y su influencia en los medios de transmisión.	6
1.3. Criterios del C.C.I.T.T.	8
1.4. Instrumentos de medición	12
1.5. Nomenclatura	16

CAPITULO II

PRINCIPIO DE TRANSMISION Y REDES TELEGRAFICAS.	
2.1. Generalidades	18
2.2. Telegrafía por impulsos de corriente continua	26
2.3. Telegrafía armónica y sistemas de V.F.T.	27
2.4. Tipos de modulación	28
2.5. Análisis de Fourier y espectro de frecuencias	29
2.6. Ancho de banda	31
2.7. Distorsión de transmisión	31
2.8. Margen de recepción	32

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE TRANSMISION POR LINEAS FISICAS O POR RADIO-ENLACES.	
3.1. Propiedades eléctricas de las líneas: constantes primarias y secundarias.	34
3.2. Análisis de atenuaciones	45
3.3. Niveles: Atenuación, amplificación y diagramas	47
3.4. Análisis de la diafonía: Directa e Indirecta	51
3.5. Perturbaciones:	55

\*\*\*\*\*



Univ. Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA  
Inv. No. ELEC-013-1 PAG.

CAPITULO IV

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS RECOMENDACIONES Y  
NORMAS DEL C.C.I.T.T. Y DEL C.C.I.R. PARA TRANS-  
MISIONES TELEGRAFICAS Y EL ESTADO ACTUAL DE RED  
REGIONAL. 63

4.1. En líneas físicas 63

4.2. En radio-enlaces 69

CAPITULO V

MEDIOS DE PROTECCION Y PRUEBAS PARA LA CONFIABI-  
LIDAD DE LOS SISTEMAS EN LA REGION 2 DEL ITEL.

5.1. En líneas aéreas con señales de corriente  
continua. 93

5.2. En líneas aéreas con señales de audiofre-  
cuencias. 99

5.3. En radioenlaces por S.H.F. o V.H.F. 104

CAPITULO VI

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES PARA APLICARSE EN  
LA MODERNA RED TELEX-GENTEX DEL ECUADOR.- 115

BIBLIOGRAFIA.-

## CAPITULO PRIMERO

### INTRODUCCION

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica  
BIBLIOTECA

Inv. No. ELEC. - 013-1

#### 1.1.- CONSIDERACIONES GENERALES:

Los principios básicos que han permitido el desarrollo de las Redes telegráficas junto a las telefónicas e independientes de las mismas radican especialmente en la transmisión de impulsos, estados susceptibles de discriminación (señal binaria) que se caracterizan mediante los símbolos 0 y 1, equivalente eléctricamente a los estados de corriente o falta de corriente, positiva o negativas, formando las 32 ( $2^5$ ) combinaciones diferentes correspondientes al Alfabeto CCITT N°2, a través de líneas o radio-enlaces.

Por consiguiente el tráfico telegráfico, preponderante con exceso, motiva a — que el Ecuador se desarrolle en este campo y realice un Programa Nacional respecto a la ejecución de una moderna Red Telex-Gentex a nivel Internacional, obra que ha sido llevada a efecto por la Planificación previa del Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL) y con la construcción, montaje y suministros de equipos por parte de la Compañía SIEMENS de Alemania.

El funcionamiento de los equipos, a través de los medios de enlaces existentes en nuestra Regional, es lo que me ha llevado a analizar la calidad y seguridad de transmisión que existen en nuestra zona territorial, que por su ubicación — en el globo terrestre nos definen como zona tropical.

Inicialmente se analizan los principios básicos de la transmisión telegráfica, lo que sirve para compenetrarse en la técnica en general utilizada en el tema. Los factores que intervienen en la calidad de transmisión se los describe y a



naliza e inclusive los que contribuyen al buen servicio, tales como el teleimpresor, la línea de abonado, la Central local, el sistema de alimentación y los circuitos de enlace, teniendo en cuenta que la calidad está definida prácticamente por el grado de distorsión permisible en las comunicaciones telegráficas.

Al comparar el estado actual de los medios de transmisión con las Recomendaciones y Normas del CCITT y del CCIR, se hace necesario conocer exactamente las ciudades y poblaciones que serán interconectadas mediante la distribución de la Red Telex, cuya ubicación geográfica se encuentra en la fig.(1:1), con las diferentes Centrales y lugares Remotos distribuidas en 3 zonas: tropical de 0 a 1500 m, con 35° a 20°C; subtropical de 1500 a 2000 m, con 20° a 15°C; y temperado de 2500 a 3500 m, con 15° a 10°C, es decir en Costa, Sierra y Oriente. Básicamente se describen los circuitos de funcionamiento y las pruebas a que fueron sometidos los nuevos equipos y sistemas telegráficos en condiciones desfavorables de ambiente y de tráfico, en función de los medios de protección que pueden soportar, especialmente contra las sobretensiones o sobreintensidades originadas principalmente por las perturbaciones atmosféricas y por la distribución de energía eléctrica próximas a las líneas de telecomunicaciones, en las redes donde se emplean a gran escala cables aéreos o líneas de hilo desnudos, como ocurre en las zonas rurales.

La rápida expansión de las Redes de telecomunicaciones y de distribución de energía eléctrica han actualizado los problemas de protección, sin embargo la investigación dentro de este campo y la determinación de eventuales normas han quedado dificultadas enormemente, por el hecho de que las condiciones climatológicas y geológicas, así como la realización de las redes mismas y las estipulaciones de servicio varían gradualmente de un lugar a otro, añadiendo que a menudo se carece de estadísticas sobre daños originados y las causas que lo producen.

De un estudio realizado por la República Federal de Alemania, se desprende que



el efecto de las variaciones bruscas de nivel en la distorsión depende en gran parte de que los demás canales del sistema se hallen o no en servicio, demostrándose que las variaciones de 0.5, 1 ó 2 ms de duración, introducen hasta un 25% de distorsión, si todos los canales están cargados se debe tener presente también, que la posible reducción del nivel de transmisión de los canales telefónicos soportes y de los telegráficos, podrían dar mejores resultados en las comunicaciones respectivas.

El problema de perturbaciones está siendo tratado en el CCITT, pero todavía no se han publicado recomendaciones vigentes para la elección o colocación de los protectores contra estas perturbaciones.

Con el transcurso del tiempo han surgido una serie de distintos procedimientos de transmisión para radio-enlaces, sin embargo, los métodos empleados actualmente para una transmisión telegráfica racional y segura por medio de radio-enlaces muestran una clara trayectoria que puede caracterizarse; sin restricciones fundamentales, por los puntos siguientes:

Empleo de modulación de frecuencia: Para ello se hace variar la frecuencia portadora de un canal teleográfico entre dos valores próximos entre sí, de acuerdo con los dos estados característicos del mensaje.

Empleo de procedimiento de diversidad: Siempre que la modulación de frecuencia no baste en la recepción simple para conseguir una correcta transmisión del mensaje, se emplea adicionalmente un procedimiento de diversidad. Con ello se saca utilidad al hecho de que, por lo general, una perturbación debida al fading no se presenta al mismo tiempo en dos antenas instaladas a suficiente distancia una de otra (diversidad de espacio), de manera que el mensaje puede recibirse correctamente, al menos, con una de las dos antenas. Del mismo modo, la transmisión de un mensaje mediante dos portadoras de distinta frecuencia conduce a resultados análogos (diversidad de frecuencia).

Empleo de códigos de seguridad: En los casos en que, a pesar de las medidas citadas, los errores de transmisión sean todavía demasiado frecuentes, se emplean



códigos más complicados que permiten reconocer dichos errores. Con el código de cinco unidades no es posible tal reconocimiento de errores, puesto que las 32-combinaciones posibles tienen ya aplicación. Por el contrario, si se toma como base un código de siete impulsos, y de las 128 ( $2^7$ ) combinaciones posibles solamente se utilizan aquellas 35 combinaciones, teniendo un buen margen para recibir errores falsos.

Empleo de sistemas sincronizados: Cuando dos instalaciones colaterales de transmisión telegráfica trabajan sincronizadas entre sí, es superflua la transmisión de los impulsos de arranque y de parada en dicha sección de transmisión. De esta manera se evitan las perturbaciones que, en caso contrario, podrían provocar el falso arranque o detención de la máquina receptora por la mutilación de un impulso de arranque o de parada en la vía radioeléctrica. A causa del elevado gasto que se requiere para estos equipos, la transmisión sincronizada sólo se emplea, por lo general, en aquellos casos en que es también necesario por otros motivos. Tal es el caso, por ejemplo, en un sistema con código de siete unidades y dispositivo de consulta automática, por ser imprescindible la coincidencia cronológica en el desarrollo de los procesos de repetición y que se aplicaría para el enlace con las Islas Galápagos.

Aprovechamiento múltiple de las vías de transmisión: Si se quieren transmitir varios mensajes independientes entre sí a través de un mismo radio-enlace, lo más sencillo es desplazar la frecuencia de una portadora audiófrecuente por cada uno de ellos. Como una transmisión telegráfica sólo necesita una estrecha banda de frecuencias, en una banda vocal de las que se dispone para enlaces radiotelefónicos (0,3 a unos 3 KHz), puede establecerse un gran número de canales telegráficos en frecuencias adyacentes. En tal caso se habla de sistema múltiple de frecuencia (sistema de telegrafía armónica).

En los sistemas sincronizados se suelen entrelazar cronológicamente varios canales, procedimiento que se denomina sistema múltiple de tiempo. Duplicando la velocidad telegráfica se agrupan en tal sistema dos transmisiones, de manera -



que después de cada signo de uno de los mensajes se transmite un signo del otro y viceversa. Dos de estos pares pueden agruparse cronológicamente volviendo a duplicar la velocidad telegráfica, y como es lógico, mediante transmisión alternativa de los diferentes impulsos. No resulta conveniente entrelazar de este modo más de cuatro mensajes telegráficos de 50 Bd. cada uno.

Combinación de sistemas múltiples de tiempo y de frecuencia: Como en los sistemas múltiplex de tiempo no es conveniente agrupar más de cuatro mensajes telegráficos, se emplea un sistema mixto de múltiplex de tiempo y de frecuencia para obtener una mayor concentración de comunicaciones. Así, por ejemplo si una banda lateral de un transmisor radiotelefónico debiera ser aprovechada de forma múltiple, se agrupan, a menudo, primeramente cuatro canales según el sistema múltiplex de tiempo. Al pasar simultáneamente al código de siete unidades - resulta una velocidad telegráfica de casi 200 Bd. Para la transmisión de un mensaje así agrupado basta una banda de frecuencia de 500 Hz. Con frecuencias adyacentes pueden transmitirse, por lo tanto, mediante múltiplex de frecuencia varios de estos grupos de 200 Bd. a través de un radio-enlace de banda lateral única. Este agrupamiento mixto de mensajes telegráficos se emplea desde hace algunos años en el tráfico de larga distancia, especialmente en el intercontinental.

Sin embargo para los sistemas de microondas, el grado de seguridad de funcionamiento se especifica como el porcentaje de tiempo durante el cual puede utilizarse el peor de los canales, teniendo en cuenta siempre la relación S/R, que caracteriza al sistema y lo que da la confiabilidad necesaria para una buena transmisión.

Para finalizar se realizan las observaciones generales en todo el sistema aplicado a lo propuesto y se hacen las recomendaciones que podrían ser utilizadas en base al esfuerzo como aspiración máxima a contribuir en algo para el desarrollo y consultas que a bien tuvieren en la ESPOL así como en el IETEL, al que actualmente pertenezco.



1.2.- PARAMETROS DE LAS VARIACIONES METEOROLOGICAS ANUALES Y SU INFLUENCIA EN  
LOS MEDIOS DE TRANSMISION:

El clima es uno de los elementos y sin duda el más importante del medio-físico en que se desarrolla no solamente las comunicaciones sino la vida misma. Es el resultado de varios factores tales como la latitud, la altura, los vientos y la precipitación atmosférica.

La variación térmica en el País se opera de acuerdo con la escala formulada — por el sabio geógrafo Teodoro Wolf, en que por cada 200 m de elevación disminuye  $1^{\circ}$  de temperatura, teniendo como  $26^{\circ}\text{C}$ , la media térmica sobre el nivel del mar.

El territorio ecuatoriano está ubicado en plena zona tórrida, comprendida entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, caracterizado por un calor intenso, puesto que los rayos solares caen perpendicularmente todo el año, y surcado por la elevadísima cadena de los Andes. De la combinación de estas dos circunstancias surge en nuestro suelo una variadísima gama de climas, desde el tropical ardiente en las regiones bajas hasta el glacial en las cumbres de las montañas. En cambio carecemos prácticamente de las Estaciones que en otras latitudes son un elemento esencial del clima, considerando que todo el año las temperaturas se mantienen más o menos uniformes, no llegando a más de  $2^{\circ}\text{C}$ , la diferencia entre el más caluroso y el más frío. La única diferencia apreciable estriba en las lluvias, que aumentan al producirse los equinoccios, es decir en el paso del Sol por el Ecuador (fines de Marzo y Septiembre); y que disminuyen al producirse los Solsticios, o sea la época en que el sol aparentemente se aleja hacia los trópicos (fines de Junio y Diciembre), produciendo el largo período seco, en la primera época, impropriamente llamado verano, y el lluvioso con cortos veranillos, en la segunda, impropriamente llamado invierno, correspondiendo las menores temperaturas al primero y las mayores al segundo, dato que pueda considerarse contradictorio fuera del País.

De acuerdo con tales observaciones, nuestro territorio se divide en diversas -

zonas, o mejor pisos climatéricos, según la mayor o menor altura sobre el nivel del mar.

Desde el punto de vista de la distribución de las bandas de frecuencia, se ha dividido al mundo en 3 Regiones, perteneciendo nosotros a la Región 2, con su zona tropical extendida entre los trópicos y pudiendo llegar hasta el paralelo  $33^{\circ}\text{N}$ , por acuerdos especiales concluidos entre los Países interesados de esta Región, la misma que está limitada al Este, por la línea B, que parte del Polo Norte, aproximadamente recorre el Océano Atlántico hasta llegar al Polo Sur y al Oeste por la línea C, la que también parte del Polo Norte y recorre el Océano Pacífico zigzageando hasta llegar al Polo Sur, es decir que estas 2 líneas imaginarias encierran al Continente Americano en su totalidad, a la vez que está influenciada por los vientos y las corrientes marinas que favorecen las condiciones climáticas de esta zona.

Las características eléctricas del suelo o de cualquier otro medio se las expresan por las constantes: permeabilidad relativa, constante dieléctrica y resistividad, dependientes no solamente de la naturaleza del suelo, sino también de la humedad y temperatura, siendo estos parámetros quizás los más importantes que influyen en la propagación. Los demás factores que intervienen son la frecuencia, la estructura geológica del terreno, el grado de penetración efectiva y la dispersión lateral de las ondas.

También es necesario tener en cuenta la absorción de energía por la vegetación, edificios y demás obstáculos existentes en la superficie del suelo.

En la propagación a través de las regiones no ionizadas de la atmósfera, las variaciones especiales del índice de refracción pueden originar refracciones y dispersiones de las ondas. Por otra parte, los gases atmosféricos y las precipitaciones dan lugar a una absorción que puede ser importante en frecuencias superiores a 1 GHz, teniendo en cuenta que el oxígeno, el vapor de agua, la lluvia y las nubes absorben las ondas eléctricas de frecuencias superiores a 100 MHz, considerando que la atenuación por gotas de agua en suspensión o por



lluvia es mayor, en general, que la absorción por el oxígeno y el vapor de agua reunidos, llegando a ser especialmente considerable en frecuencias superiores a 3 GHz. La atenuación es originada por la absorción de la energía en las gotas de agua y, a la vez, por la dispersión de la energía fuera de los lóbulos de las antenas.

La irregularidad y los accidentes del terreno, es decir su rugosidad y también los obstáculos artificiales tales como puentes y líneas de alta tensión, intervienen directamente en la propagación por trayecto terrestre.

Sin embargo, en nuestros casos considerados se nota que las atenuaciones existentes en dichos tramos, no se ven afectados enormemente por estos factores, - obteniéndose en general una buena relación S/R, que permite una buena interconexión dejando constancia que en ciertos casos, el ruido sí afecta al canal - propiamente utilizado.

Además, la temperatura ambiente, no afecta grandemente a las resistencias óhmicas que presentan las líneas físicas respecto a la variabilidad de este parámetro, que por supuesto también nos permite una excelente comunicación telegráfica. De todas maneras, la Casa suministradora, ha enviado todos los equipos de transmisión y conmutación, con todas las precauciones del caso, es decir tropicalizadas, con el objeto de que puedan funcionar perfectamente en la Región en que nos desarrollamos.

### 1.3.- CRITERIOS DEL CCITT:

La seguridad en la transmisión está relacionada intrínsecamente por la calidad de la misma y por consiguiente en la distorsión telegráfica que se presentan en las respectivas comunicaciones.

De acuerdo a la Recomendación R-51, es conveniente utilizar un texto que pueda recibirse en aparatos arrítmicos y que además presenten una sucesión de combinaciones capaces de ocasionar generalmente la distorsión máxima, correspondiente a la siguiente secuencia de señales: letras, S, retroceso de carro, cambio de línea, Q, cifras, espacio, 9, es decir SQ9.



También se ha normalizado un texto internacional, para la medición del margen de un teleimpresor, según R-52 y señalado por las Administraciones explotadoras, cuyo texto es generalmente:

"THE QUICK BROWN FOX JUMPS OVER THE LAZY DOGS".

Según Recomendación R-57, a continuación se tienen los siguientes límites de distorsión, válidos para aparatos arrítmicos y canales de 50 Bd.

- a) Límite de grado de distorsión arrítmica global, a la entrada de la FLE, incluido el efecto de la distorsión en la transmisión del equipo transmisor: 12%.
- b) Límite del grado de distorsión isócrona y arrítmica propia, en texto normalizado de la sección interurbana de la comunicación, en un canal de WT: 10% y 8%, respectivamente.
- c) Límite del grado de distorsión arrítmica global de la modulación, que pueda estar presente en la entrada de la sección local de la comunicación: 30%.

Estas normas no tienen en cuenta la posibilidad de insertar repetidoras regeneradoras en los circuitos, además se basan en el supuesto de que la distorsión introducida por la sección global del circuito es despreciable, y de que, en caso contrario, las Administraciones se consultan para determinar las distorsiones admisibles, teniendo presente, que en ningún caso, el grado de distorsión arrítmica en servicio, introducido por la sección interurbanas, no deberá exceder el límite de 28%.

El grado convencional de distorsión tolerable, para el que la probabilidad de rebasamiento tiene un valor muy pequeño para una observación prolongada, será de 1 por 100.000 señales telegráficas, según R-54 y mediante R-55 este valor podría variar si las Administraciones así lo desearan, es decir que la proporción de errores debidos a las interrupciones o ruidos en los circuitos telefónicos soporte de sistemas telegráficos no deben exceder ese valor.

La distorsión telegráfica depende de 2 factores: la variación del nivel, que modifica la duración del elemento, y el ruido que originan las demás tonalidades transmitidas por la misma línea y producido por la variación bruscas de ni

vel.

La influencia del primer factor, varía con el tiempo durante la variación del nivel y el segundo factor tienen fácil explicación, porque se trata de un fenómeno transitorio provocado por una variación brusca del nivel. El espectro del ruido es continuo e influye en los demás canales. La fase de las tonalidades transmitidas por todos los canales es aleatoria, de modo que la tensión global de las tonalidades de una línea está constantemente sujeta a fluctuaciones. De producirse una variación brusca de nivel cuando la tensión llega al máximo, el ruido también alcanza un valor máximo.

El ruido se produce probablemente en los 2 puntos de inversión de la variación y su duración viene determinada por las características de la línea y del equipo.

Como la duración de la variación está comprendida entre 2 y 6 ms, se produce la tensión máxima del ruido por superposición de 2 ruidos, uno correspondiente al principio y el otro al final de la variación.

Para medir por separado el grado de distorsión características, asimétrica y fortuita de una modulación o de una restitución telegráfica, se recomienda el método, que según R-4 radica en medir el grado de distorsión total en el sincronismo con el texto SQ9; además también se mide el grado de distorsión con señales simétricas obteniéndose la suma de los grados de distorsión asimétrica y fortuita, para finalmente reducir al mínimo este valor y obtener por diferencia la distorsión característica.

En las Centrales de Commutación, la selección automática de los abonados a la Red Telex se efectuó mediante disco dactilar o generadores de impulsos, para realizar únicamente llamadas de orden local o nacional y según la Recomendación U-2, la velocidad de selección debe estar normalizado en 10 impulsos por segundo, con una tolerancia del 10%.

Se debe señalar también, que el Plan de numeración Nacional, se acoge a lo recomendado en U-7 y en algo a la telefonía, ya que la identificación de nue-



tra Región es 04 y la Región 1, 02; es decir que la segunda cifra identifica - las llamadas interiores.

Desde el punto de vista de la calidad de transmisión, de los conjuntos termina- les arrítmicos se utilizan el alfabeto telegráfico internacional N° 2, se reco- mienda mediante la S-3, las características siguientes:

a) De los aparatos: La velocidad nominal será de 50 Bd.

La diferencia entre la velocidad de modulación media real y la velocidad nomi- nal no debe exceder  $\pm 0.75\%$ .

La duración nominal del ciclo de transmisión sea de 7,4 unidades como mínimo y la del elemento de parada de 1.4.

b) De transmisión de los conjuntos terminales: El grado de distorsión arrítmi- ca global de las señales transmitidas, medida a la salida del conjunto termi- nal no debe exceder de 10%.

c) De recepción de los conjuntos terminales: El margen efectivo neto, medido a la entrada del conjunto terminal, no sea inferior al 35%, para señales proceden- tes de un transmisor con un ciclo nominal de transmisión igual o superior a 7- unidades.

Como en la instalación de los abonados Telex o Gentex, se utiliza Teleimpreso- res SIEMENS T-100, éstos si están normalizados, respecto a la recomendación - S-5, en cuanto se refiere al número de caracteres que puede contener un ren - glón de texto, previo al accionamiento de timbres, para efectuar el retroceso- de carro, cambio de renglón, etc., de acuerdo a las normas previstas.

Sin embargo, también se ha tomado en consideración la recomendación S-6 tenien- do en cuenta que éstos aparatos arrítmicos pueden recibir comunicaciones sin - la intervención de un operador, ventaja que es aprovechada por los abonados Te- lex al servicio internacional, por lo que es conveniente que el abonado llaman- te pueda verificar la identidad de su corresponsal, en el caso de no obtener - alguna repuesta, para lo cual se provee a estos aparatos de un distintivo "an- swerback", constituido por una serie de 20 señales a saber: letras o cifras, re



proceso de carro, cambio de renglón, 16 señales a elección del abonado y de las Administraciones, y nuevamente letras; teniendo presente que siempre esas 16 posiciones deben ser ocupadas aunque sea con "letras", con el objeto de que el abonado solicitante tenga la posibilidad de observar claramente el final de la transmisión del distintivo solicitado.

#### 1.4.- INSTRUMENTOS DE MEDICION:

a) Distorsiómetro Telegráfico 2 Hl.- Es adecuado para trabajos de mantenimiento en las redes de telegrafía y transmisión de datos, pudiendo adaptarse a las diferentes condiciones de medición de los sistemas de transmisión en el margen de velocidades telegráficas de 30 a 10.000 Bd.

Según la clase de servicio puede utilizarse el equipo para medir la distorsión aritmética en el código de 5 a 8 impulsos, la distorsión isócrona individual, - por ejemplo en los circuitos de abonados, en los circuitos locales de telegrafía armónica o en los puntos de unión entre el equipo terminal de datos y el - modem.

Gracias a la indicación analítica del resultado de medición (se representa el comienzo de cada impulso) resulta posible, por una parte, ajustar con precisión las secciones de transmisión, y por otra, comprobar rápidamente la probable - fuente de errores.

El distorsiómetro representa los valores de medición como trazos verticales lu minosos en la escala lineal de la pantalla de su tubo de rayos catódicos. Además de la magnitud y del sentido de la distorsión de cada comienzo de impulso - puede reconocerse también su polaridad (altura distinta en trazos marcados). Es permite sacar conclusiones sobre la clase de distorsión, su desarrollo en - el tiempo y sus causas.

El circuito de entrada del distorsiómetro no está puesto a tierra y puede commu narse para condiciones en serie, en paralelo, o como terminación, adaptándose a las condiciones habituales en los sistemas de teleimpresión y en los puntos - de unión de los sistemas de datos (por ejemplo según la recomendación V.24 del

CCITT)

El generador de impulsos de cadencia, con oscilador controlado a cristal, proporciona una serie de las velocidades telegráficas fijas recomendadas por el CCITT entre 50 y 9600 Bd. Si se excita con un oscilador externo puede emplearse dicho generador para velocidades telegráficas cualesquiera entre 30 y 10.000 Bd.

b) Generador de señales de Teleimpresión 79/200:

El generador de señales de teleimpresión (T send 79b) ofrece múltiples aplicaciones para mediciones en equipos de teleimpresión, sistemas telegráficos o vías completas de transmisión. Emite señales de corriente simple sin distorsionar y puede commutarse para velocidades telegráficas de 45, 50, 75, 100 ó 200 Bd. Además pueden obtenerse señales con velocidad telegráfica discrecional comprendida entre 10 y 5000 Bd. aplicando una frecuencia de mando. Tales señales suelen emplearse para comprobar vías de transmisión de datos.

El generador de señales transmite, ya sea aisladamente (transmisión breve) o de forma periódica (transmisión permanente), un texto de prueba compuesto de ocho señales (Let., S, Retroceso del carro, Cambio de renglón, Q, Cif, Esp/, 9) o una combinación telegráfica ajustable (cualquier señal de código de 5 unidades) con impulso de arranque e impulso de parada del 100 %, 150 % ó 200 %.

La combinación telegráfica ajustable puede ser transmitida en sucesión ininterrumpida o alternativamente con un impulso de corriente de polaridad de parada de igual duración que un signo. Aparte de ello pueden transmitirse las series de impulsos de prueba 1:1, 2:2, 1:6 y 6:1, así como corriente de polaridad permanente de parada o de arranque.

Las señales telegráficas a transmitir se forman en un circuito electrónico que consta principalmente de válvulas rectificadoras, cuyas características pertenecen a dobles triodos CCa.

El funcionamiento del equipo es prácticamente independiente de las fluctuaciones de la temperatura y de la tensión de la red.



c) Medidor de Transmisores de Teleimpresión 125:

Por ser un equipo de medición universal permite enjuiciar de forma completa — los transmisores y circuitos de transmisión en las instalaciones de teleimpresión. Por sus múltiples posibilidades, es apropiado este aparato para el servicio de medición y mantenimiento, así como para los talleres de reparaciones y campos de pruebas.

Con él pueden medirse la distorsión isócrona (sincronismo, general) en el margen de 100% y en el de 20% y también las distorsiones arrítmicas (distorsiones de referencia) en los márgenes de medición  $\pm 10\%$  y  $\pm 5\%$  de la duración de un impulso.

Para otra clase de servicio pueden hacerse también mediciones con descomposición de las señales. Así mismo pueden oscilografiarse también el funcionamiento de los contactos y las señales de teleimpresión.

El equipo tiene dos entradas electrónicas: Una entrada para hacer mediciones en circuitos de corriente doble para tensiones entre  $\pm 10$  y  $\pm 80$  v y otra para medir contactos sin cablear.

Al hacer mediciones de distorsión se marcan los impulsos de medición obtenidos de los comienzos de los impulsos telegráficos en la pantalla de un tubo de rayos catódicos y se traza al mismo tiempo una escala electrónica en la pantalla. Por consiguiente, puede leerse el resultado sin error de paralaje. La escala cuenta con divisiones de 1% y de 10% que se obtienen de una cadena divisora de frecuencia por lo que no es necesario calibrar el aparato.

Mediante el ensanche de escala (margen del 20% ó del 10%) puede facilitarse — considerablemente la lectura de los valores de medición. En el caso de descomposición de las señales se registra un impulso de medición en una línea propia (margen del 10%) por cada comienzo de impulso de la señal a medir. Para juzgar el comportamiento de contactos de transmisión puede obtenerse el oscilograma de la curva de la tensión manipulada correspondiente a una señal de teleimpresión. En otra clase de servicio, el oscilograma de la corriente de un circuito tele-

gráfico local permite reconocer la eficacia del dispositivo apagachispas y del antiparasitario, así como la influencia del electroimán de recepción.

Para medir señales de teleimpresión es excitado el electroimán de recepción — por una fuente de alimentación incorporada en el medidor de transmisores. Esta corriente de retención es ajustable entre 30 y 60 mA pudiendo invertirse la polaridad de la misma con una tecla para comprobar el teleconector en el caso de que exista. Un instrumento de medida indica el valor de la corriente ajustada — en magnitud y sentido.

Mediante una commutación, el medidor de transmisores de teleimpresión puede emplearse discrecionalmente para medir señales del código de 5 ó 6 unidades. Se ha diseñado para velocidades telegráficas de 40 a 100 Bd pudiendo ajustarse con un commutador rotativo 50, 75 y 100 Bd. Para otras velocidades telegráficas que difieren de los valores citados en más de un 1%, se requiere un adaptador enchufable especial. Mediante regulación fina pueden variarse todas las velocidades en un  $\pm 1,5\%$ , aproximadamente, para adaptarse el medidor a la velocidad telegráfica real existente del transmisor.

d) Transmisor de Alternancias WS 1000:

El transmisor de alternancias W1000 de corriente doble sirve para comprobar y neutralizar los canales de telegrafía armónica (WT). Genera alternancias de corriente doble en las relaciones de manipulación de 1:1 y 2:2, que pueden transmitirse a 50, 100 ó 200 Bd. Las salidas son a prueba de cortocircuitos. Con un transmisor de alternancias pueden excitarse 24 transmisores de telegrafía armónica, como máximo.

Tiene una variación de velocidad telegráfica  $\pm 1\%$ ; la dependencia con la temperatura varía entre  $-5$  y  $+ 50^{\circ}\text{C}$ , siendo  $\pm 1\%$ ; y la asimetría de la alternancia es  $< 1\%$ .

e) Hipsómetro PM 1000:

El Hipsómetro PM 1000 sirve para ajustar el nivel y supervisar los sistemas de telegrafía armónica. Puede emplearse también como amplificador para elevar el nivel aplicado a los jacks de medición selectivos de los canales de manera que



puedan conectarse directamente frecuencímetros corrientes.

La impedancia de entrada puede commutarse a un valor elevado ó a 600  $\Omega$  para conectar el objeto a medir. El Hipsómetro puede suministrarse con escala en Db o en N.

El margen de frecuencias es de 250 Hz a 7 KHz; el error de medición para 1 KHz y 20°C, en el margen de medición y desviación de la aguja 0 dB es  $\pm 0.2$  dB; el error del divisor es de  $\pm 0.2$  dB; y la influencia de la temperatura en la indicación en el margen - 10°C a + 55°C, referida a 20°C y desviación máxima es de 0.2 dB/10°C.

f) ZPE / ZPS.

El ZPE (Pos. 124), es un Receptor Central de Prueba, sirve para comprobar el - transmisor automático o manual del teleimpresor, al enviar "RYRYRY" por tecla- do o por cinta y recibir el grado de tolerancia, debiendo ser equilibrado, por ejemplo: 01 01.

El ZPS (pos. 120, 121 y 122) es un Transmisor Central de Prueba, que de acuer- do a las posiciones correspondientes sirven para comprobar el rango de recep- ción del teleimpresor con todos los símbolos; con texto "CCITT" y determinar - el porcentaje de distorsión.

#### 1.5.- NOMENCLATURA:

Por el empleo de equipos SIEMENS de Alemania, se hace necesario observar la simbología utilizada:

Ts/T100	Teleimpresor (SK=contacto de emisión; EM= relé de recepción)
A	Corriente de operación (Arranque)
Z	" " reposo (parada)
DCTs	Terminales Telegráficos de corriente continua
VFTs	" " " frecuencia vocal
IT	Telegrafía por impulsos
VT	Circuitos Fantasmas
AT	" Superfantasmas

T58/T56	Terminales o convertidores telegráficos
TAN	Convertidor automático telegráfico
ANB	Módulo de conexión del TAN
SW	Transformador de tensión
$T_{r,L}$	Elemento de tiempo
TP	Filtro Pasabajo
..	
US	Protector contra sobretensión
WT	Telegrafía armónica
TSD	Transmisor de WT
TEM	Receptor de WT
FLE	Unidad de línea interurbana
PAS	Alarma de nivel
TSV	Fuente de alimentación
ESK	Relé rápido con contactos de metal precioso
ETS	Repetidor telegráfico electrónico.
FM	Modulación de frecuencia
Bd	Baudios (velocidad telegráfica)
TWK D2	Central Nodal de Commutación Automática
TWK 9	" Terminal
TWK L	Concentrador de Líneas.
Ue(k)	Traslador ( ocupado en sentido de entrada )
Ue (g)	Traslador ( ocupado en sentido de salida )
Rg	Registro
Rg - NW	Circuito de vías de registro
W - NW	Circuito de vías de conexión
TA	Línea de abonado
WN	Circuito de vías de conexión



## CAPITULO SEGUNDO

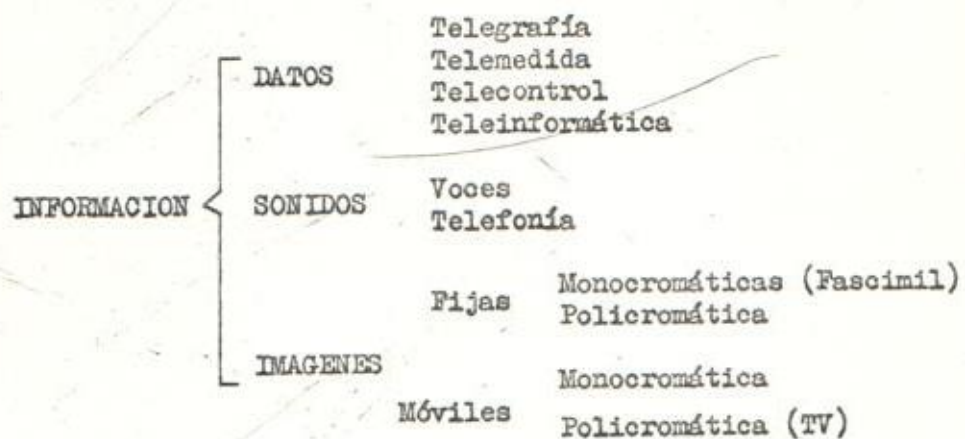
### PRINCIPIOS DE TRANSMISION Y REDES TELEGRAFICAS.

#### 2.1.- GENERALIDADES:

La comunicación eléctrica tiene por objeto el estudio de la construcción y del funcionamiento de sistemas aptos para transmitir informaciones utilizando las propagaciones de la energía electromagnética.

Se entiende por "INFORMACION" aquello que viene percibido por el hombre a través de los sentidos, cuando aumenta su conocimiento del mundo externo o aquello que viene introducido en un mecanismo para influenciar su funcionamiento, de aquí que la "Información" puede ser de tipo perceptivo (hombre) o del tipo regulativo (máquina).

Una de las subdivisiones de la información es:



Los posibles medios transmisibles de las Comunicaciones son:

a) Comunicación por hilo: Cuando el medio de transmisión está constituido por líneas metálicas aisladas entre ellas o con el ambiente, que pueden ser de doble hilo o cable.

b) Comunicaciones por radio: Se obtienen por ondas electromagnéticas de radio-

cuyos valores van desde décimas de KHz a décimas de GHz o por radiaciones ópticas cuya energía emitida tiene una longitud de onda desde 300 micrones hasta sólo 0.5 micrón.

Por lo tanto el medio transmisivo consta de un órgano irradiante (antenas o lentes ópticas), de un espacio no delimitado, en el cual se propaga la onda, y por último de un órgano captante (antena o lente óptico).

c) Comunicaciones por guía de ondas: La energía se propaga como onda electromagnética en un dieléctrico delimitado por superficies metálicas óptimamente conductoras, o también de un dieléctrico que tenga características diferentes del espacio circundante, por lo cual la superficie de separación hace de pantalla. Las frecuencias utilizadas son del orden de los MHz y establecidas en relación a la guía.

Excluimos por lo tanto al Radar, en el cual el medio transmisivo juega el papel de fuente de información.

#### 2.1.1.- Definiciones Telegráficas:

Sistema de Telecomunicación que permite obtener la transmisión y reproducción a distancia del contenido de documentos, tales como manuscritos, impresos o imágenes fijas ó la reproducción a distancia de cualquier información.

TELEX: Proviene de TELEPRINTER Y EXCHANGE y se la define como un servicio telegráfico para uso particular o privado.

GENTEX: Proviene de GENERAL TELEGRAPH EXCHANGE, definiéndose como el servicio telegráfico para uso público.

Unidad de velocidad telegráfica: 1 Baud (Bd) = 1 bit/seg.

Bit = binary digit (decisión binaria).

#### 2.1.2.- Redes Telegráficas:

Al considerar el aspecto topológico su clasificación radica en:

Conexiones punto a punto: En las cuales las transmisiones suceden solamente entre A y B o viceversa; y



Conexiones Circulares: En las cuales los mensajes emitidos por una sola estación emisora vienen simultáneamente recibidas por varias estaciones receptoras.

De acuerdo a la utilización misma se tiene:

Redes Commutadas: Aquellas formadas por varias uniones de punto a punto, siendo cada localidad emisora ó receptora, se subdividen en:

Acéntrica: Cuando se efectuaren conexiones directas dos a dos.

Monocéntricas: Tiene un único centro en el cual existen los órganos necesarios para efectuar las conexiones de unión de dos a dos, llamándose "CENTRAL DE COMMUTACION".

Policéntricas: Que tienen varios centros debido a la posición topográfica de los diversos medios, a la economía e instalación, etc.

De allí que en Telegrafía se usan generalmente las diferentes clases de interconexiones y redes, que no es otra cosa que permitir el paso de la señal telegráfica desde un puesto de abonado a otro, pasando por las líneas y Centrales de Commutación respectiva, cuya ulterior clasificación es:

a) Conexiones Unidireccionales: De A a B y no viceversa.

Mediante una conexión genérica cuyo esquema se encuentra: Ver fig. (2:1)

La fuente es el órgano o el ser pensante que emite la información que debe llegar a un punto distante utilizando la energía electromagnética, siendo necesario que esa información o mensaje natural sea convertida en mensaje eléctrico-variable en el tiempo mediante un trasladador de emisión.

Es evidente que la información emitida como mensaje eléctrico a través del medio transmisor, llegará al puesto receptor en donde también habrá un trasladador receptor que por supuesto es el órgano de recepción de la información.

Dado que se encuentran muchos inconvenientes en la propagación de la energía, como la atenuación y la distorsión, éstos son separados mediante amplificadores a lo largo del trayecto, además, como un mensaje eléctrico que sale del trasladador no puede propagarse directamente en el medio transmisor, es necesario mo-

ular y multiplicar, que por supuesto en recepción se demodulará y multiplicará mediante el esquema: Ver fig. (2:2).

El Modulador convierte el mensaje eléctrico en una señal idónea para ser transmitida en el medio, generalmente sirve para utilizar un único medio transmisor para la propagación simultánea de demás señales distintas. Además es necesario una transformación, cuyos órganos esencialmente son moduladores que se los conoce como múltiplex transmisores o receptores.

El Demodulador, realiza el proceso contrario al Modulador, es decir que recibirá una corriente de alta frecuencia variable en el tiempo teniendo que sacar de ésta una corriente que varíe lentamente, reproduciendo las variaciones del mensaje eléctrico.

Suponiendo que en la localidad que se transmite existan más fuentes emisoras, todas a distintos destinatarios vecinos entre si, se puede alcanzar una economía si usamos un único medio transmisor para enviar simultáneamente todas las señales relativas a los varios trasladores, pero sin confundirse uno con otro, es decir utilizando un MULTIPLEX Emisor que tiene muchas entradas y una sola salida y por supuesto al otro lado también existirá el Múltiplex Receptor.

El medio transmisor que deben llevar todos los mensajes simultáneamente, o sea una señal compleja debe ser técnicamente más desarrollado que los simples, para así permitir transmisiones sin alteraciones notables que pudieran causar confusión en la separación de los mensajes. De todas maneras resulta más económico, que si se repitieran todas las singulares uniones, teniendo muy en cuenta, si el gasto del medio complejo más relativo a los Múltiplex es inferior a las uniones separadamente, y considerando si las dos localidades son cercanas entre si, lejanas o intercontinentales, en donde se justifica enormemente.

Para nuestro caso, utilizaremos un Múltiplex que recoge las emisiones de 24 canales telegráficos, y hacen de él una señal idónea para ser transmitida en un canal telefónico, entonces el medio transmisor viene seguido por una señal que tiene notable complejidad como producto de la combinación de varias seña-



les que provienen de la transformación de mensajes telefónicos y telegráfi-  
cos. Ver fig. (2:3).

Prácticamente, se utilizan las siguientes comunicaciones unidireccionales: —

Simplex: Se la usa para comunicaciones entre agencias y periódicos, para meteo-  
rología, etc., y en general para cuando se desea escribir a varios abonados a-  
la vez. Ver fig. (2:4).

Duplex: Se usa para casos en que hay gran intensidad de tráfico con cinta per-  
forada (Autotransmisión). Ver fig. (2:5).

b) Conexiones Bidireccionales: De A a B y viceversa, cuya división es:

Simplex o semiduplex: Cuando las transmisiones en los 2 sentidos se hacen alter-  
nativamente, utilizadas en Telegrafía Comercial y privada, siendo la más usada  
para servicio TELEX. Ver fig. (2:6).

Duplex: Cuando son simultáneas, pudiendo obtenerse por la sobreposición de-  
2 circuitos con los elementos cambiados y por consiguiente la señal irá de un-  
sentido a otro y viceversa. Ver fig. (2:7).

Tomando en consideración las redes conmutadas descritas anteriormente y además,  
el número y la distribución geográfica de los abonados en Zonas o Regiones dis-  
tintas y tratando de reducir a un mínimo las operaciones de conmutación con un  
mejor rendimiento de las líneas de enlace para satisfacer las exigencias econó-  
micas. Se esquematiza la Red Nacional Telex Gentex a varios niveles. Ver fig.-  
(2:8).

#### 2.1.3.- Centrales de Conmutación:

Cuando en un Servicio Telegráfico se prevee que dos o más usuarios ten-  
gan la posibilidad de interconectarse entre si, es necesario poder efectuar u-  
na conmutación de cada abonado con los demás.

Cada una de las líneas utilizadas tendrá un extremo conectado al aparato del u-  
uario, que para nuestro caso es un TELEIMPRESOR, mientras que al otro extremo  
será llevado a un centro que lo llamaremos CENTRO DE COMMUTACION.

La Conmutación se efectúa mediante un conjunto de equipos que constituyen la -

CENTRAL DE COMMUTACION, las mismas que se han desarrollado sobre todo, al iniciarse la utilización de los teleimpresores por parte del público; normalmente constituidos por entidades Oficiales, Empresas de Servicio Público como terrestres, marítimos o aéreas, Empresas Industriales y Comerciales. Por esta razón a los usuarios se los denomina generalmente como suscriptores o ABONADOS TELEEX, considerando que tienen que pagar tarifas mensuales.

#### 2.1.4.- Elementos de una Red con Centrales de Commutación.

Al enfrentarse al estudio de los varios sistemas de commutación telegráfica se consideran conocidos los elementos básicos que en conjunto con las Centrales de Commutación constituyen una Red Telegráfica. No obstante seguidamente se destacan las características fundamentales y las respectivas funciones cumplidas por los diferentes elementos, de acuerdo a las recomendaciones del CCITT ya prácticamente generalizadas.

##### 2.1.4.1.- El Teleimpresor: (TS)

Se utiliza para los puestos de abonados, para los operadores de Central y eventualmente como monitor de Control. Consta de las siguientes partes principales: emisor, receptor, teclado y equipo motor.

El emisor será representado en los esquemas eléctricos como un contacto de reposo. Igualmente el receptor se representará como un electroimán. Los impulsos emitidos corresponden al alfabeto de 32 combinaciones "Código Internacional N° 2", y a una velocidad telegráfica de 50 Bd.

Para la transmisión manual están provistos de teclado, para la transmisión automática de cinta perforada que se la acopla a un autoemisor; el contacto de emisión queda en este caso en serie con el electroimán receptor. También es posible acoplar un perforador para la recepción con cinta perforada.

El receptor determina la calidad del teleimpresor y se le exigen 3 características: suficiente dureza mecánica; seguridad de funcionamiento y tolerancia para la recepción correcta de signos. Es decir que tiene que escribir el signo correcto, aunque éste venga acompañado de distorsión, que según el CCITT, la



máxima permitida entre 2 aparatos es de 35%,

El teclado tiene como misión situar el equipo emisor en una determinada posición cuando una tecla es accionada.

El equipo motor consta de un motor-commutador o un motor sincrónico que tiene un consumo de 40 a 100 wattios.

El teleimpresor es un aparato arrítmico, que no requiere un sincronismo absoluto y una correspondencia de fase entre correspondientes.

Se basa entonces en el principio de arranque y parada (START/STOP) que reduce el desfase máximo al valor debido a disparidad de velocidad de los motores de los teleimpresores correspondientes en la diferencia de tiempo necesaria para la transmisión de un carácter y el tiempo en que se lo recibe. Es decir que tanto el mecanismo de recepción como el de emisión deben tomar siempre la misma posición inicial antes de recibir o transmitir un signo, aún en el caso en que el motor del Ts. esté en funcionamiento. Al ser utilizado el Ts. en una red de commutación con interconexión directa, se empleará sin teleconector mecánico, ya que para la conexión así como para la desconexión se utiliza un teleconector eléctrico.

#### 2.1.5.- Medios de Transmisión:

a) Líneas Físicas: Normalmente pares de cables telefónicos para enlace de los puestos de abonado con la Central. En este caso funcionan con alimentación de la línea desde la Central y a corriente continua con manipulación por interrupción o por corto circuito.

Al ser utilizadas como enlaces interurbanos entre Centrales o para conectar abonados remotos, la transmisión se efectuará con equipos duplex o de telegrafía-infracústica sobre circuitos físicos o fantasmas, utilizando impulsos de corriente doble.

b) Canales Telegráficos: Obtenidos con sistemas de telegrafía armónica con modulación de amplitud o frecuencia, utilizando un canal telefónico. Este puede ser a baja frecuencia o de onda portadora o de cualquier otro sistema. Al disponer de un canal telefónico con un ancho de banda de 300 a 3.400 Hz se podrán reali

zar hasta 24 canales telegráficos, que admiten una velocidad de 50 Bd, modulando frecuencias de 420 a 3.180 Hz distanciadas en 120 Hz una de otra.

c) Sistemas de Transmisión: En las redes que proveen la interconexión directa entre abonados se utilizarán para las conexiones de larga distancia circuitos duplex. Sin embargo en la práctica se efectuarán en uno u otro sentido alternativamente circuitos semi-duplex.

En este tipo de redes, los abonados locales son conectados a las Centrales — con un par de la Red urbana telefónica que permiten la transmisión en ambos — sentidos aunque solo en semi-duplex. No obstante hay casos en que los abonados estarán conectados con sistemas duplex, utilizando separadamente la transmi — sión en ambos sentidos, lo que corresponde a tener 2 circuitos simplex.

Necesariamente el abonado que funciona en duplex tendrá entonces un aparato pa — ra la Transmisión y otra para la Recepción siempre que, utilizando un único a — parato, no renuncie al control de su propia transmisión.

#### 2.1.6.- Circuitos Telegráficos:

Como la distancia máxima depende de la tensión suministrada en la línea de la resistencia de ésta y de la intensidad que necesita el electroimán, sabiendo que se requieren de 40 mA, es necesario aumentar la tensión cuando la — distancia aumenta.

Local: A la distancia entre el Ts y el primer repetidor.

Lejano: Al que contiene varios locales.

De allí que analizando económicamente se escoge la transmisión de acuerdo a — las necesidades y especialmente a las distancias de los suscriptores de acuer — do a la Central terminal, por lo tanto se formarán los circuitos punto a pun — to o un enlace entre una estación suscriptor y una central, teniendo en cuen — ta siempre la seguridad.

Y tomando como referencia a la señalización "B", modo basado en el CCITT, asu — mimos 2 estados de corriente: A (START) y Z (STOP).

Por lo tanto la transmisión telegráfica puede ser: mediante terminales de co —



corriente continua (DCTs) o de frecuencia vocal (VFTs).

En los DCTs, los relés polarizados, son usados para reconvertir los pulsos de corriente A y Z que convergen sobre el circuito local a pulsos DC (corriente-polar, o neutral) y aplicados a la línea de larga distancia.

En VFTs, son usados para representar a los pulsos de corriente A y Z fluyendo sobre el circuito local, permitiéndonos algunas conexiones sobre una línea de larga distancia, al utilizar diferentes frecuencias de voz, ver fig. (2:9)

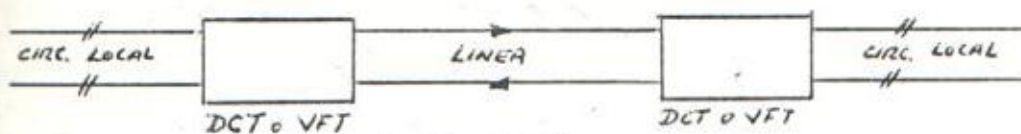


FIG (2:9)

### 2.2.- TELEGRAFIA POR IMPULSOS DE CORRIENTE CONTINUA (IT)

Se denomina a las comunicaciones telegráficas que se alimentan por fuentes de c.c. pudiendo ser por corriente sencilla de una sola polaridad, en trabajo o en reposo o de doble polaridad, representadas en la fig. (2:10).

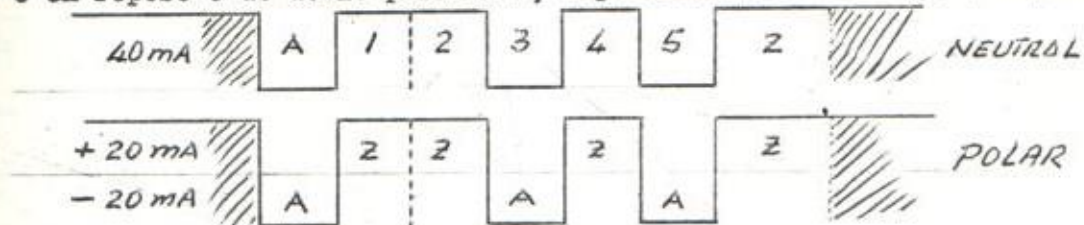


FIG (2:10)

Por razones económicas los circuitos telegráficos por DCT suelen establecerse por los telefónicos existentes y es por esto que deben estar bien equilibradas y filtradas las líneas para que las corrientes telegráficas no ocasionen distorsiones en las telefónicas.

Dos métodos son empleados para permitir la transmisión telegráfica y telefónica por conductores comunes:

a) Transformación telegráfica: puede ser por Operación Simultánea, Circuitos - Fantasmas (VT) y Circuitos Superfantasmas (AT); y,

b) Separación de Frecuencias; pueden ser por Telegrafía superpuesta (UT).

En la Operación Simultánea sobre una línea telefónica la c.c.transmitida fluye a través de la línea como señal neutral, proceso que es en semiduplex, por que

Los abonados transmiten sus mensajes alternativamente, teniendo en cuenta - que el retorno es por tierra.

Los circuitos fantasma y superfantasma: Generalmente se realiza por conductores de cable tal como para telefonía e inclusive el superfantasma (AT) del que se obtiene un circuito telegráfico por cada 6 conductores de telefonía.

La Telegrafía superpuesta: Se la usa para la transmisión de un canal telegráfico en la parte superior o inferior de la Banda de frecuencia vocal de 300 a - 3.400 Hz. De allí que se llama sub o superaudiotelegrafía, aumentando por consiguiente las posibilidades de las comunicaciones telegráficas en un canal telefónico.

### 2.3.- TELEGRAFIA ARMONICA Y SISTEMAS DE VFT.: (WT)

Denominase a la conversión de señales telegráficas y de datos ofrecidas en corriente continua (simple y doble), en señales audiofrecuentes, las mismas que al ser transmitidas a una estación colateral, vuelven a convertirse en señales de c.c.

Se usa con el objeto de evitar la elevada distorsión producida por la formación de varios circuitos de impulsos de c.c., los cuales tienen limitadas posibilidades: una de ellas es de mantener distancias cortas entre los puntos de repetición con la finalidad de disminuir la resistencia de línea.

La característica de VFT es el uso de la banda de frecuencia vocal para la - transmisión telegráfica.

El CCITT ha determinado en usar 60 Hz para múltiplo del esquema de frecuencia, por eso, la mínima frecuencia es 420 Hz (7x60), teniendo una separación de - 120 Hz (2x60), siendo numerados del 101 al 124, cuya distribución es:

$f_0 = 300 \text{ Hz}$	.....
$f_1 = 420 \text{ Hz (7x60)}$	.....
$f_2 = 540 \quad (9x60)$	$f_{24} = 3180 \quad (7+46)60$



$$f_3 = 660 \quad (11 \times 60)$$

$$f_{25} = 3300$$

Se nota que para requerimientos especiales es posible utilizar a las  $f_0 = 300$  y  $f_{25} = 3300$  Hz.

#### 2.4.- TIPOS DE MODULACION:

Basados en que los pulsos de corriente A y Z llegan por medio de un circuito local al modulador para convertirlos en señales de VFT, se produce la modulación de amplitud siendo el procedimiento más antiguo y que consiste en acoplar y desacoplar la frecuencia armónica de acuerdo a las señales de c.c. que llegan del circuito local. Es decir que un estado de c.c. corresponderá a un "tono" VFT y el otro estado c.c. al "no tono" de VFT, de allí que se lo conoce como AM - VFT o Sistemas VFT por un solo tono. Además que según las recomendaciones del CCITT el sistema debe trabajar sin frecuencia armónica en la polaridad de "arranque" y con frecuencia en la polaridad de "parada".

En los últimos tiempos se ha perfeccionado el procedimiento y por lo tanto se ha generalizado el sistema de Modulación de frecuencia, siendo utilizado en nuestra red con los equipos de WT 1000/FM 120 cuyas ventajas son las siguientes:

- a) Permiten el uso de mayores velocidades telegráficas.
- b) Pueden soportar tensiones parásitas con las consiguientes fluctuaciones de atenuación; y
- c) Permiten las variaciones de frecuencia de hasta  $\pm 30$  Hz, compensadas mediante un corrector de frecuencia.

Cuando hay muchas perturbaciones o cuando muchas secciones del WT 1000 están conectadas se recomienda el uso del FM 240.

Con este procedimiento de FM, la frecuencia se desplaza  $+30$  Hz ó  $-30$  Hz en relación con la frecuencia base o fundamental de acuerdo con las señales de c.c. del circuito local.

Según el CCITT corresponde polaridad de "arranque" a la frecuencia más elevada y la polaridad de "parada" a la frecuencia inferior.

Los sistemas basados en Modulación de fase se han usado apenas en telegrafía. Las entradas de los canales de WT se alimentan con c.c. Las salidas también su ministran c.c. con una intensidad de 20 mA.

2.5.- ANALISIS DE FOURIER Y ESPECTROS DE FRECUENCIA:

Tomando en consideración de que solamente usaremos FM, nos corresponde únicamente analizar este sistema, utilizando la señal de corriente polar, que no es otra cosa que una curva periódica en el tiempo, la misma que puede ser representada como la suma de la función Seno, y que para obtenerla, se la analiza por el método de Fourier, teniendo como características las siguientes:

Velocidad telegráfica 50 Bd (20 ms).

Frecuencia fundamental de 30 Hz en base al desplazamiento de frecuencia.

Amplitud  $2\frac{A}{\pi}$

Análisis de la onda cuadrada: Ver fig. (2:11)

Por la serie de Fourier:

$$f(t) = K + a_1 \cos Wt + a_2 \cos 2Wt + a_3 \cos 3Wt + \dots + a_n \cos nWt + b_1 \sin Wt + b_2 \sin 2Wt + b_3 \sin 3Wt + \dots + b_n \sin nWt.$$

de donde: para calcular c/u de los coeficientes:  $K = \frac{1}{2} a_0$

$$a_n = \frac{\int_0^{2\pi} f(t) \cos nwt dt}{\pi}$$

$$b_n = \frac{\int_0^{2\pi} f(t) \sin nwt dt}{\pi}$$

Y para nuestro caso, tomando un ciclo es decir de 0 a  $\pi$  y de  $\pi$  a  $2\pi$ .

$$f(t) \begin{cases} A/2 & 0 < t < \pi \\ -A/2 & \pi < t < 2\pi \end{cases}$$

Reemplazando:

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{A}{2} \cos nwt dt + \frac{1}{\pi} \int_{\pi}^{2\pi} -\frac{A}{2} \cos nwt dt$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{A}{2} \sin nwt dt + \frac{1}{\pi} \int_{\pi}^{2\pi} -\frac{A}{2} \sin nwt dt$$

Integrando:

$$a_n = 0 \quad (\text{no hay valores Cos})$$

$$b_n = \frac{A}{n\pi} (1 - \cos n\pi)$$

Dando valores a n:

Para n=1  $b_1 = \frac{A}{\pi}$

n=2  $b_2 = 0$

n=3  $b_3 = \frac{2A}{3\pi}$



$n=4$

$b_4=0$

$n=5$

$b_5=2\frac{A}{5\pi}$

Así sucesivamente y como  $K = 0$

nos queda:

$f(t) = 2\frac{A}{\pi} (\text{Sen } \omega t + \frac{1}{3} \text{Sen } 3\omega t + \frac{1}{5} \text{Sen } 5\omega t + \dots)$

Equación en la que al sumar las armónicas, cuando  $n \rightarrow \infty$ , la onda se hará cuadrada. Ver fig. (2:12) cuya forma es una buena aproximación con  $n=5$ .

Como la modulación es en frecuencia hay que tomar en consideración todos los aspectos que este tipo de modulación requiere para obtener el espectro correspondiente:

Salida del modulador  $a(t) = a_0 \cos[\omega_m(t)t + \phi_0]$   $\omega_0 = \text{constante}$   
 $K_2 = \text{cte del sist.}$

Señal modulante  $m(t) = f(t)$

Señal modulado  $s(t) = a_0 \cos \theta(t)$

Frecuencia instantánea  $\omega_i = \omega_0 + K_2 f(t)$  ;  $\theta(t) = \int \omega_i dt$   
 $\theta(t) = \omega_0 t + \theta_0 + K_2 \int f(t) dt$

Considerando que estamos en banda estrecha FM tiene que cumplirse posteriormente que:

$K_2 \int f(t) dt \ll \pi/2$  y  $\theta_0 = 0$

Reemplazando  $\theta(t) = \omega_0 t + K_2 \int f(t) dt$

y como  $f(t)$  es una onda cuadrada en función seno, se tiene:

$\theta(t) = \omega_0 t - \frac{K_2}{\omega_m} \frac{2A}{\pi} (\cos \omega_m t + \frac{1}{3} \cos 3\omega_m t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_m t)$

Reemplazando en  $S(t)$  y haciendo  $a_0 = 1$

$S(t) = \cos \theta(t)$

donde:  $S(t) = \cos \left[ \omega_0 t - \frac{K_2}{\omega_m} \frac{2A}{\pi} (\cos \omega_m t + \frac{1}{3} \cos 3\omega_m t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_m t) \right]$

pero como  $\frac{K_2}{\omega_m} \ll \frac{\pi}{2} = 0$ ,  $\cos 0 = 1$ , y aplicando la condición de que  $\text{Sen } X = X$  cuando  $X \rightarrow 0$ .

Entonces:  $S(t) = \cos \omega_0 t + \frac{K_2 2A}{\omega_m \pi} \left[ \text{Sen}(\omega_0 \pm \omega_m)t + \frac{1}{3} \text{Sen}(\omega_0 \pm 3\omega_m)t + \frac{1}{5} \text{Sen}(\omega_0 \pm 5\omega_m)t \right]$

que nos sirve para graficar el espectro respectivo. Ver fig. (2:13)

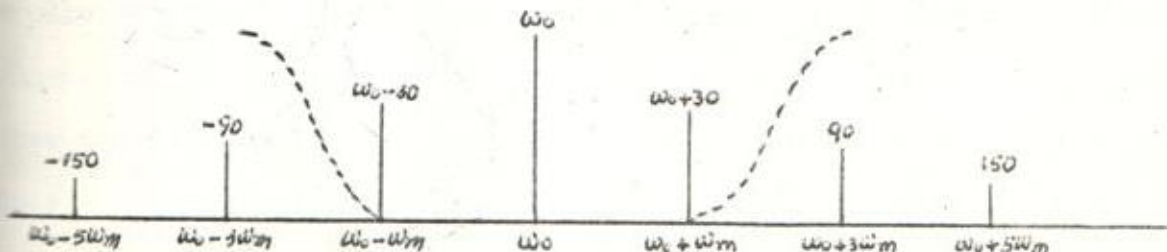


FIG (2:13)

## 2.6.- ANCHO DE BANDA:

Mientras que en telefonía para la transmisión de la voz se considera necesario un ancho de banda de 300 a 3400 Hz, en telegrafía, usando la velocidad generalizada de 50 Bd a la cual le corresponden impulsos de 20 ms, el ancho de banda mínimo necesario es de 80 Hz, que se lo calcula de la manera siguiente:- Considerando el filtro de modulación según fig.(2:14) es decir donde ésta varía debido a los transientes del filtro y llamando  $\zeta$  al tiempo, en segundos, - que decae como función de B, ancho de banda del filtro y que tiene una tolerancia del 40%, es decir que permite hasta el 60% de filtración.

Se tiene  $B\zeta = 1$

Para impulsos de 20 ms:  $\zeta = 12 \text{ ms } (60\%T) = 0.6T$

Por lo tanto:  $B = \frac{1}{\zeta} = \frac{1}{0.6T}$

Pero  $T = \frac{1}{v}$  que es la duración del bit más corto

Reemplazando:  $B = \frac{1}{0.6 \frac{1}{v}} = \frac{1.6v}{1} = 1.6 \times 50 = 80 \text{ Hz}$

## 2.7.- DISTORSION DE TRANSMISION:

Los instantes de transición entre los intervalos de los pulsos de corriente y no corriente y viceversa son conocidos como las características instantáneas, consideradas de tal manera que coincidan con el momento en que la curva de la corriente cruce el valor  $I_h$  del selector magnético y que las transiciones no ocurran abruptamente, como se muestra en la fig.(2:15)

Además como  $v = 50 \text{ Bd}$ , las características instantáneas coincidirán con 20, 40, 60, 80, 100 y 120 ms.

En la retransmisión, el signo telegráfico puede sufrir alteraciones de tiempo con relación a los puntos característicos debido a las constantes eléctricas - de los circuitos y a las constantes mecánicas de los relés.

Algunas de las características son adelantadas y se llamarán ( $t_v$ ) y otras ocurren después y se llamarán ( $t_n$ ). La máxima desviación encontrada en un período de tiempo expresado como un porcentaje del pulso T, se lo llama distorsión de



Start-Stop, o arrítmica ( $\delta_{st}$ ) y es la que será determinada en una comunicación telegráfica, por lo que tendremos:  $t_v$  máxima (adelantada) y  $t_n$  máxima (atrasada) en ms, de donde:

$$\delta_{st} = \frac{t_n \text{ máx}}{T} \times 100 \%$$

$$\delta_{st} = \frac{t_v \text{ máx}}{T} \times 100 \%$$

Cuando la alteración de tiempo es constante durante la reproducción de signos en la transmisión, la recepción no sufrirá ninguna variación.

Y al considerar aisladamente la suma de las variaciones máximas por unidad de impulsos durante la reproducción y los correspondientes puntos característicos durante la emisión, la distorsión se convierte en isócrona, cuya relación es:

$$\delta = \frac{t_v + t_n}{T} \times 100 \%$$

#### 2.7.1.- Tipos de Distorsion:

Asimétrica: Es la distorsión en la que el impulso de arranque se alarga a costa del impulso de parada o viceversa y se origina por:

- a) Ajuste asimétrico del relé teleográfico
- b) Desigualdad de tensiones de las baterías telegráficas respecto a tierra.
- c) Desnivel de trabajo en dúplex.

Fortuita: Se origina cuando el retraso de tiempo durante la reproducción de 2 unidades de impulsos consecutivas varían irregularmente entre 2 valores máximos y las causas son:

- a) Vibraciones de los contactos, sucios o fogueados
- b) Interferencias debidas a cables de alto voltaje
- c) Variaciones de las revoluciones del motor
- d) Desnivel del trabajo en dúplex.

Característica: Se origina al pasar de Start a Stop o viceversa y el valor máximo de la corriente no se alcanza debido a las inversiones del circuito y al resultado de los transientes, especialmente en los filtros, de allí que depende de la velocidad de transmisión y del texto.

#### 2.8.-MARGEN DE RECEPCION:

El margen de recepción de un aparato teleográfico, representa el grado máximo de distorsión del circuito en cuya extremidad se encuentra, que es comparti

Se con la traducción correcta de todas las señales que posiblemente pueda recibir.

Retardo ( $t_a$ ) al tiempo de prueba en el cual es comprobada la señal, con una duración de 2 ms, tendremos: que el  $t_{máx.}$ , desplazamiento permisible de las características instantáneas, medidas en porcentaje de longitud del período T del pulso estará determinado por (margen de recepción)  $\mu$ :

$$\mu = \frac{t_{máx.}}{T} \times 100$$

$$t_{máx.} = \frac{T - t_a}{2} \text{ (ms)}$$

Debido a que los aparatos telegráficos acusan la unidad de impulso en el centro de éste, se obtiene el margen teórico de 50 %, que sería la fig. (2:16), no sin antes observar que el CCITT permite un rango mayor que 35 %.

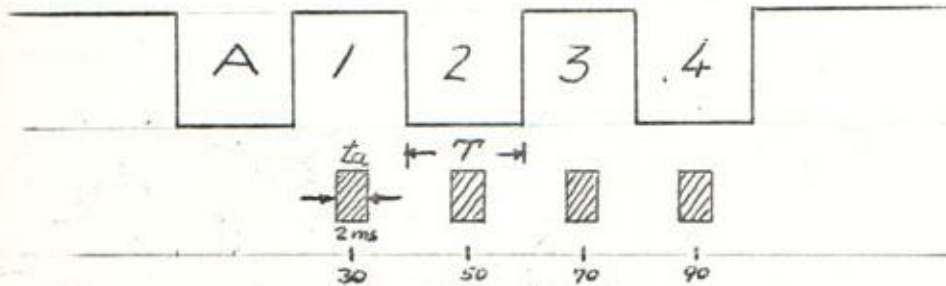


Fig. (2:16)



## C A P I T U L O      T E R C E R O

### DESCRIPCION DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE TRANSMISION POR LINEAS FISICAS O POR RADIO - ENLACES.

#### 3.1.- PROPIEDADES ELECTRICAS DE LAS LINEAS: Constantes Primarias y Secundarias

Las líneas destinadas a transmitir una señal telegráfica o telefonía están constituidas actualmente en base a 2 conductores metálicos, anteriormente se utilizaba un solo conductor y a la tierra como retorno, Pero ni aún cuando la línea hecha de 2 conductores se pueden evitar las perturbaciones y que para disminuirlas debe procurarse que aquellos sean iguales, además simétricos con relación a tierra y a otros conductores similares.

Las líneas de 2 conductores se constituyen ya como líneas aéreas (cables desnudos) que se colocan en postes, ya como cables, que se colocan bajo tierra (cables subterráneos), ya en el fondo del mar (cables submarinos), ya en postes (cables aéreos), pero independientemente de su constitución, están caracterizados por las propiedades que se manifiestan en la transmisión de la señal eléctrica, enunciándolas de la siguiente manera:

- a) El conductor presenta una Resistencia óhmica cuando circula una corriente debido a un voltaje aplicado.
- b) La dispersancia existente entre los 2 conductores debido a la diferencia de potencial, provoca una circulación de corriente de uno hacia el otro.
- c) La autoinducción provocada por la circulación de corriente del otro conductor; y,
- d) La diferencia de potencial existente entre los 2 conductores, genera un campo eléctrico que viene a producir los efectos de un condensador.

De esto resulta que la línea de transmisión presenta una cierta influencia sobre la señal, la cual arribará al extremo del circuito con valores de tensión-

y de corrientes diferentes de las aplicadas al comienzo.

Es decir que la resistencia, dispersancia, inductancia y capacitancia son valores proporcionales a la longitud del tramo de la línea considerado, y que caracterizadas por las grandezas referidas toman el nombre de Constantes Primarias, dependientes de la naturaleza, dimensiones del conductor y del dieléctrico.

Además la constante de transmisión con la impedancia característica nos dan las Constantes Secundarias, que son suficientes para determinar las propiedades de transmisión de la línea.

### 3.1.1.- Cálculo de la Ecuación del Teléfono y del Telegrafista:

Considerando la línea dividida en pequeñas secciones según fig. (3:1).

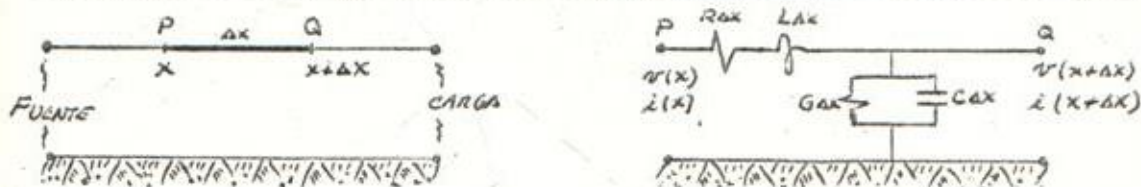


Fig. ( 3:1 )

Se supone que el conductor no está aislado perfectamente por lo que hay capacitancia y derivaciones a tierra, a parte de considerarlo como la suma de ilimitados números de cuadripolos formados por la resistencia y la inductancia longitudinal y de la impedancia transversal compuesta por la conductividad en paralelo con la capacitancia. De allí se la considerará como un cuadripolo con las características que a ellos les conciernen.

$x$  = distancia a la entrada de la línea.

$v(x,t)$  = potencial en un punto del conductor en un instante cualquiera.

$i(x,t)$  = intensidad de la corriente en un punto del conductor en un instante cualquiera.

$R$  = Resistencia del conductor por unidad de longitud.

$L$  = Inductancia del cable por unidad de longitud.

$G$  = Conductancia al suelo por unidad de longitud.

$C$  = Capacitancia respecto al suelo por unidad de longitud.

Ahora bien el potencial en  $Q$  es igual al potencial en  $P$  menos la caída de potencial a lo largo del elemento  $PQ$ .



Por tanto refiriéndose al circuito equivalente representado en la fig. (3:1)

$$(3.1.1.) \quad v(x+\Delta x) = v(x) - (R\Delta x)i - (L\Delta x) \frac{\partial i}{\partial t}$$

Dividiendo (3.1.2.) para  $\Delta x$  y después  $\Delta x \rightarrow 0$

$$(3.1.2.) \quad \frac{\partial v}{\partial x} = -Ri - L \frac{\partial i}{\partial t}$$

Análogamente la intensidad de corriente en Q es igual a la intensidad en P menos la corriente, perdida por derivación a tierra y la pérdida de corriente aparentemente debida a la variación de la carga acumulada en el elemento; y, refiriéndose nuevamente a la fig. (3:1), tenemos:

$$(3.1.3.) \quad i(x+\Delta x) = i(x) - (G\Delta x)v - (C\Delta x) \frac{\partial v}{\partial t}$$

$$(3.1.4.) \quad \frac{\partial i}{\partial x} = -Gv - C \frac{\partial v}{\partial t}$$

Derivando la (3.1.2.) con respecto a  $x$ , la (3.1.4.) con respecto a  $t$ :

$$(3.1.5.) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = -R \frac{\partial i}{\partial x} - L \frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t}$$

$$(3.1.6.) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial t \partial x} = -G \frac{\partial v}{\partial t} - C \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$$

Eliminando entre estas 2 ecuaciones el término  $\frac{\partial^2 i}{\partial x \partial x} \equiv \frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t}$  y sustituyendo después  $\frac{\partial i}{\partial x}$  por la (3.1.4.) se encuentra que v verifica la ecuación.

$$(3.1.7.) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + (RC + GL) \frac{\partial v}{\partial t} + RGv$$

Derivando la (3.1.2.) con respecto a t y la (3.1.4.) con respecto a x y eliminando después las derivadas de v se obtiene una ecuación similar para i.

$$(3.1.8.) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + (RC + GL) \frac{\partial i}{\partial t} + RGi$$

Las ecuaciones (3.1.7.) y (3.1.8.) se conocen como las Ecuaciones de Teléfono. Merecen destacarse 2 casos especiales de las ecuaciones del teléfono.

a) Cuando las pérdidas por derivación a tierra y por inductancia son despreciables, es decir si  $G = L = 0$ , como ocurre por ejemplo en los cables coaxiales, las ecuaciones (3.1.7.) y (3.1.8.) se reducen, respectivamente a

$$(3.1.9a) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = RC \frac{\partial v}{\partial t} \quad (3.1.9b) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = RC \frac{\partial i}{\partial t}$$

Estas son las ecuaciones conocidas del Telegrafista.

b) A frecuencias elevadas, el factor que se introduce al derivar con respecto al tiempo es muy grande. Por tanto los términos en que aparecen v y  $\frac{\partial v}{\partial t}$  ó i y  $\frac{\partial i}{\partial t}$  son muy pequeños en relación con los que contienen las correspondientes deriva

las segundas  $\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$  y  $\frac{\partial^2 i}{\partial x^2}$ . En este caso las ecuaciones (3.1.7.) y (3.1.8.), se reducen respectivamente a:

$$(3.1.10a) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \quad (3.1.10b) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 i}{\partial t^2}$$

Cada una de estas ecuaciones constituye un ejemplo de la ecuación unidimensional de la onda, pues  $1/\sqrt{LC}$  tiene, efectivamente dimensiones de velocidad. Estas ecuaciones suelen obtenerse naturalmente a cualquier frecuencia con  $R=G=0$ . Si la resistencia, la inductancia, la conductancia y capacitancia se dividen regularmente a lo largo de todo el conductor se dice que éste es homogéneo.

### 3.1.2.- Cálculo de las Constantes Primarias de una línea Homogénea.

a) Resistencia (ohm/Km) conductor doble: La Resistencia en corriente continua se la calcula mediante la fórmula:

$$(3.1.11.) \quad R_{cc} = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\frac{\pi}{4} \phi^2}$$

Siendo  $\rho$  la resistividad del material del conductor a la temperatura considerada en ohm/m,  $\phi$  el diámetro del conductor en mm, y L la longitud en mts.

Para un circuito fantasma la  $R$  es la mitad de la real correspondiente.

La Resistencia en corriente alterna, especialmente para frecuencias elevadas, va calculada teniendo en cuenta el efecto pelicular; para frecuencias bajas es insignificante en el cobre pero considerable en conductores de hierro, La R en corriente alterna a frecuencia F(KHz), es la resistencia en corriente continua en función del parámetro.

$$(3.1.12.) \quad y = \sqrt{\frac{\mu_r F}{\rho 10^8}} \phi \quad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

donde  $\mu_r$  es la permeabilidad magnética relativa al viento, este valor es generalmente igual a 1 y el de  $\rho = 1.73 \times 10^{-8}$  para cobre a 20°. Para cualquier otro material a otra temperatura corresponderá otro valor de  $\rho$ . De allí que para conductores cilíndricos rectos homogéneos y mediante dia gramas de aproximación para el parámetro (y), podemos obtener fácilmente esta relación.

$$(3.1.13.) \quad \frac{R_{ca}}{R_{cc}} = 0.25 + \frac{\pi}{20} y$$

b) Dispersancia o Conductividad ( $\mu S/Km$ ) conductor doble: La distorsión de la corriente continua es generalmente insignificante y se puede prescindir de ella,



mientras que hay valores bastantes altos para las líneas aéreas que varían — tanto con la frecuencia como con las condiciones atmosféricas.

Es decir que todo conductor aislado por el aire u otro dieléctrico habrá de experimentar pérdidas de corrientes a lo largo de su longitud; pero por no ser ningún dieléctrico perfectamente aislante, los conductores tienen diferentes resistencias debido a dichas pérdidas, cuyas resistencias se las denomina de aislamiento.

La dispendancia de un circuito en corriente alterna se define como la inversa de la Resistencia de Aislamiento.

Consideremos a la línea de transmisión como un Condensador y con 2 Resistencias en paralelo de las cuales una corresponde a la Resistencia de Aislamiento en c.c. y la otra a la absorción del dieléctrico. Como la primera es muy grande con relación a la segunda se la puede despreciar teniendo en cuenta su conexión en paralelo.

La conductividad principal entre los conductores depende de las pérdidas dieléctricas.

Como el ángulo de pérdida es relativamente constante en diferentes frecuencias, la conductividad será proporcional a la frecuencia.

Las pérdidas o energías disipadas en un dieléctrico para un potencial alterno se puede escribir:

$$(3.1.14.) \quad g = K_1 + K_2 W + K_3 W^2$$

Cuyo primer término independientemente de la frecuencia representa la pérdida en c.c. Este término es completamente despreciable en los cables bien construídos. Si  $K_2 W$  es muy grande con relación a la pérdida constante  $K_1$  (lo que ocurre en la mayoría de los dieléctricos empleados en los cables telefónicos a frecuencias bajas), la pérdida total en el dieléctrico será:  $G = WCK_2$ , si  $C$  se expresa en  $\mu f/Km$  se obtendrá  $G$  en  $\mu S/Km$ , siendo  $K$  la constante o factor de pérdidas que para conductores desnudos depende principalmente del clima, insignificante en tiempo seco y considerable en tiempo húmedo, también influye la natu-

raleza del aislamiento.

Con escarchas, el factor de pérdida de la capa de hielo es especialmente importante y puede causar en altas frecuencias, una atenuación que es mucho más grande que la normal.

En cables aislados con papel, el factor de pérdidas es del orden del 0.3% a 600 Hz y 1.5% a 100 KHz. El factor de pérdida del polietileno es solo 0.03% para todas las frecuencias.

La constante  $K_3$  es muy pequeña por lo que el término  $K_3 W^2$  es depreciable para las frecuencias vocales sin embargo para las altas frecuencias es aceptable.

c) Inductancia (mH/Km) conductor doble: El valor de la inductancia de un conductor doble simétrico se obtiene mediante el flujo total del circuito, es decir a la parte existente del espacio externo al conductor y a la parte interna del mismo, cuyo primer término está dado por la relación:

$$(3.1.15) \quad L = \frac{\mu_a}{\pi} \ln \frac{2d}{\phi}$$

Siendo  $\mu_a$  la permeabilidad absoluta del medio,  $d$  la distancia entre los ejes de los conductores y  $\phi$  el diámetro del conductor (suponiéndolo pequeño respecto a  $d$ ) y suponiendo nulo el efecto de la tierra y de los otros conductores.

El segundo término depende de la Ley de distribución de la corriente en el seno del conductor y varía con la frecuencia.

Para distribución uniforme o sea a baja frecuencia, tal valor es  $\mu_a/4\pi$  (que es bastante pequeño con relación al otro término) mientras que para alta frecuencia tiende a anularse.

Por lo tanto, para las bajas frecuencias tendremos; agregando a la (3.1.19)

$$(3.1.16) \quad L = \frac{\mu_a}{4\pi} + \frac{\mu_a}{\pi} \ln \frac{2d}{\phi}$$

$$(3.1.17) \quad L = \mu_r + 4\mu_r \ln \frac{2d}{\phi}$$

En donde  $\mu_r$  = permeabilidad del conductor.

$\mu_r$  = " " medio que lo rodea.

El primer término representa la inductancia interna del conductor y proviene de las líneas de fuerza que van por dentro de los conductores. El segundo término representa la inductancia externa provenientes de las líneas de fuerza —



que van entre los conductores. En frecuencias muy altas, en las que la corriente se dirige a la superficie del conductor, la inductancia interna será 0.

En conductores de cobres desnudos, la inductancia interna es en general depreciable comparada con la externa. Sin embargo es considerable en conductores de hierro. En un conductor de cobre desnudo la inductancia es del orden de 2,5  $\mu\text{H}/\text{Km}$  y en cable de aproximadamente 0,7  $\text{mH}/\text{Km}$ .

En circuitos fantasmas puede considerárselos constituidos en paralelo con el circuito real y por eso la inductancia del propio conductor y  $M$  el coeficiente de inductancia mutua, resulta:  $(L-M)/2$ .

El valor de  $M$  (teniendo en cuenta el flujo externo del conductor) resulta:

$$(3.1.18) \quad M = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln 2$$

d) Capacitancia ( $\mu\text{f}/\text{Km}$ ) conductor doble: La capacidad para un conductor doble de línea aérea está dada por:

$$(3.1.19) \quad C = \frac{\pi \epsilon_a}{\ln\left(\frac{d}{\phi} + \sqrt{\left(\frac{d}{\phi}\right)^2 + 1}\right)} \quad \epsilon_r = \frac{\epsilon_a}{\epsilon_0}$$

Y aproximadamente cuando  $d/\phi \gg 1$ , se tiene:

$$(3.1.20) \quad C \cong \frac{\pi \epsilon_a}{\ln \frac{2d}{\phi}}$$

donde  $\epsilon_a$  = permitividad absoluta del medio que rodea.

$d$  = distancia entre los ejes de los conductores.

$\phi$  = diámetro del conductor.

El circuito fantasma tiene una capacidad aproximadamente de 2.3 veces que el circuito real.

La capacidad de un circuito en cable es mucho mayor que la de un circuito aéreo ya que  $\epsilon$  es mayor y  $\phi$  mucho menor para un mismo radio de los conductores. Es importante que la capacidad sea la más pequeña posible disponiendo de un aislante cuya constante dieléctrica sea muy pequeña, encontrándose que el papel tiene  $\epsilon = 1.55$  y como los cables están protegidos por plomo o polietileno, el papel se conserva seco, muy necesario para desempeñar una buena función.

En cables con muchos pares de capacitancia aproximada es 0.035  $\mu\text{f}/\text{Km}$  para los de forro de papel. El polietileno homogéneo tiene a uno  $\epsilon = 1.85$ , mientras que la del polietileno poroso es un valor casi igual a la del papel.

3.1.3.- Cálculo de las Constantes Secundarias de una línea Homogénea:

a) Constante de Transmisión: ( $\gamma$ )

Al considerar la línea de transmisión uniforme de 2 hilos y si no está libre de pérdidas, pues tendrá una resistencia en serie y una conductancia en paralelo; aparte de la capacitancia y de la inductancia por igualdad de longitud que también tienen su representación. El efecto neto de la resistencia y la inductancia en serie pueden expresarse por:

$$(3.1.21) \quad \begin{aligned} Z &= R + j\omega L && \text{impedancia en serie} \\ &= R + jX_L && (\text{ohm/m}) \quad X_L = \text{reactancia.} \end{aligned}$$

El efecto neto de la conductancia y capacitancia pueden expresarse por:

$$(3.1.22) \quad \begin{aligned} Y &= G + j\omega C && \text{Admitancia en paralelo} \\ &= G + jB_c && (\text{siemens/m.}) \quad B_c = \text{susceptancia} \end{aligned}$$

Y tomando las ecuaciones (3.1.7) y (3.1.8) y haciendo  $\frac{\partial}{\partial t} = j\omega$ , tenemos:

$$(3.1.23) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = LC(j\omega)^2 v + (RC + GL)j\omega v + RGv$$

$$(3.1.24) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = LC(j\omega)^2 i + (RC + GL)j\omega i + RG i$$

Reduciéndolas:

$$(3.1.25) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = (RG + Gj\omega L + Rj\omega C + j\omega L j\omega C) v$$

$$(3.1.26) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = (RG + Gj\omega L + Rj\omega C + j\omega L j\omega C) i$$

Como  $ZY = RG + Gj\omega L + Rj\omega C + j\omega L j\omega C$ , las (3.1.25) y la (3.1.26), se reducen a:

$$(3.1.27) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = v Z Y \quad (3.1.28) \quad \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = i Z Y$$

Estas 2 últimas ecuaciones diferenciales de segundo orden son la manera más fácil de expresar la ley natural de la variación de la tensión y la corriente a lo largo de una línea de transmisión uniforme, necesitamos resolverlas para obtener las soluciones adecuadas a las condiciones impuestas. Tal es así que para solución de ensayo utilizaremos:  $v = e^{\mu x}$  (3.1.29)

Derivando con respecto a x

$$(3.1.30) \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \mu^2 e^{\mu x} = \mu^2 v$$

y reemplazando la (3.1.29) en la (3.1.27) se obtendrá la siguiente solución auxiliar:  $\mu = \pm \sqrt{ZY}$  (3.1.31)

Por lo tanto, la solución general de la (3.1.27) será:

$$(3.1.32) \quad v = C_1 e^{\sqrt{ZY} x} + C_2 e^{-\sqrt{ZY} x} \quad \text{donde } C_1 \text{ y } C_2 \text{ son constantes}$$



lo mismo puede hacerse la (3.1.28) con el objeto de encontrar la solución, pero lo que nos interesa es  $\gamma$ , que se la conoce como CONSTANTE DE PROPAGACION o de TRANSMISION, siendo un número complejo, con una parte real  $\alpha$  llamada CONSTANTE DE ATENUACION y una parte imaginaria  $\beta$  llamada CONSTANTE DE FASE.

Partiendo de la (3.1.31), se tiene que:

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

donde

$$\alpha = \operatorname{Re} \sqrt{ZY}$$

$$\beta = \operatorname{Im} \sqrt{ZY}$$

Es decir que:

$$(3.1.33) \quad \alpha + j\beta = \sqrt{ZY} = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

Elevando al cuadrado y separando partes reales e imaginarias en la (3.1.33) se obtiene el sistema:

$$(3.1.34) \quad \begin{aligned} \alpha^2 - \beta^2 &= RG - \omega^2 LC \\ \alpha\beta &= \frac{\omega}{2}(LG + RC) \end{aligned}$$

Por lo que al resolverlas en función de las constantes primarias:

$$(3.1.35) \quad \alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} + RG - \omega^2 LC)}$$

$$(3.1.36) \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2}(\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} - RG + \omega^2 LC)}$$

b) Impedancia característica ( $Z_0$ ): Para calcularla es necesario tener una ecuación similar a la (3.1.32) pero expresada en términos de  $\underline{i}$ , siendo:

$$(3.1.37) \quad \underline{i} = \frac{C_1}{\sqrt{ZY}} e^{+\sqrt{ZY}x} - \frac{C_2}{\sqrt{ZY}} e^{-\sqrt{ZY}x}$$

Para evaluar las constantes, se observará que cuando  $x = 0$ , la (3.1.32) será:

$$v = C_1 + C_2 \quad (3.1.38)$$

En la cual  $v$  = tensión en el punto donde la línea empieza, es decir  $x = 0$ .

Esta ecuación es considerada como la suma de 2 tensiones, que en general son de amplitudes desiguales variando armónicamente en el tiempo denominándoselas  $V_1$  y  $V_2$ , teniendo en cuenta que  $C_1$  y  $C_2$  son constantes respecto a  $\underline{x}$ , pero se las puede considerar variables respecto al tiempo. Por consiguiente:

$$(3.1.39) \quad C_1 = V_1 e^{j\omega t} \quad (3.1.40) \quad C_2 = V_2 e^{j\omega t}$$

Reemplazando en la (3.1.32) y en la (3.1.37) e introduciendo  $\gamma = \alpha + j\beta$

$$(3.1.41) \quad v = V_1 e^{\alpha x} \cdot e^{j(\omega t + \beta x)} + V_2 e^{-\alpha x} \cdot e^{j(\omega t - \beta x)}$$

$$(3.1.42) \quad \underline{i} = \frac{V_1}{\sqrt{ZY}} e^{\alpha x} \cdot e^{j(\omega t + \beta x)} - \frac{V_2}{\sqrt{ZY}} e^{-\alpha x} \cdot e^{j(\omega t - \beta x)}$$

Estas ecuaciones (3.1.41) y (3.1.42) son las soluciones para la tensión y co-

ente en la línea de transmisión, que están formadas por los términos:

$e^{-j(\omega t + \beta x)}$  onda que avanza en sentido negativo de  $x$  a lo largo de la línea.

$e^{-j(\omega t - \beta x)}$  onda que avanza en sentido positivo de  $x$

$e^{-\alpha x}$  indica que la magnitud de la onda decrece a medida que avanza en cualquiera de los 2 sentidos.

Limitándose a analizar los términos de la onda que avanza en sentido negativo, tanto en la (3.1.41) y (3.1.42).

Se observará que  $v$  e  $i$  son funciones idénticas de  $x$  y  $t$  que al relacionarlas se encontrará la impedancia característica  $Z_0$ , que es la que se obtiene en el extremo de un conductor infinitamente largo. Cuando no es así y termina con una impedancia igual a la  $Z_0$  del conductor, se obtiene a lo largo de éste la misma relación que si fuese infinitamente largo.

De allí que:  $\frac{v}{i} = Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$ ; por lo que  $Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$

3.1.3.1.- Clases de Líneas:

1) Líneas Aéreas: Se distinguen por la forma de construcción entre líneas con rotación y líneas transpuestas.

a) Líneas con Rotación: En estas líneas dos conductores dobles originan el cuadro, en el que los 4 hilos forman las esquinas de un cuadrado. Generalmente el lado del cuadro tiene unos 40 cm y los hilos diagonalmente opuestos forman un conductor doble. De esta manera los 2 conductores no estarán acoplados entre sí, ni magnéticamente ni capacitivamente. Para disminuir la influencia de las perturbaciones exteriores y de otras líneas se hace la rotación de los conductores, es decir que cambian de lugar dentro del cuadrado, girando sobre sí un cuarto de vuelta entre 2 postes, quedando los conductores a una distancia media de tierra y de otras líneas.

b) Líneas transpuestas: Los conductores dobles están fijados mediante aisladores a los travesaños y van a la misma distancia del suelo. Para disminuir la influencia de otros conductores se hace que los hilos pertenecientes a un determinado par cambien de lugar a intervalos regulares.

2) Pares y Cuadretes: (Cables simétricos con respecto a tierra): En una red lo



al de poca extensión se emplean generalmente cables aéreos, en redes mayores se emplean subterráneos y para tráfico telefónico internacional también se utilizan cables subterráneos debido a que dan mayor seguridad. En líneas locales el diámetro de los hilos es de 0.6 a 0.9 mm y en líneas interurbanas de 0.9 a 1.3 mm.

Los cables pueden ser cuadretes, en los que los 4 conductores cambian de lugar constantemente, o pares en donde los conductores dobles están retorcidos independientemente y luego dispuestos en capas. En un mismo cable puede haber pares y cuadretes.

a) Cuadrete doble múltiple (DM) compuesto de 2 conductores dobles retorcidos independientemente con diferente paso a su vez en un cuadrete.

b) Cuadrete en estrella tiene los cuatro conductores retorcidos juntos como en una línea aérea transpuesta. Los hilos colocados diagonalmente forman un conductor doble. Si hay absoluta simetría no hay influencia de un conductor a otro. Por su construcción más económica lo está desplazando al cuadrete DM.

3) Cables Coaxiales (asimétricos con respecto a tierra): Se utilizan para la transmisión de frecuencias muy altas, se componen de 2 conductores concéntricos. En altas frecuencias la corriente circula por la superficie exterior del conductor interno y por la superficie interior de la cubierta. Generalmente se emplea como dieléctrico el aire para que la atenuación no sea demasiado grande y se la emplea en sistemas de banda ancha.

El dieléctrico de los cables submarinos es polietileno macizo.

3.1.3.2.- Utilización de las Líneas: En las líneas telegráficas las exigencias en cuanto a perturbaciones no son tan grandes como en las telefónicas, por lo que en telegrafía se pueden emplear líneas de un solo conductor y la tierra como línea de retorno, para lo cual se utiliza un conductor doble, acoplando el aparato telegráfico entre el punto medio del transformador de línea telefónica y tierra. Ver fig. (3:2).

Circuitos fantasmas: Se forman al conectar el conductor doble a los puntos medios de los transformadores de líneas telefónicas los mismos que tienen que es

ser bien equilibrados para no influir en la línea fantasma, ver fig. (3:3).  
Se emplean en su mayoría para las comunicaciones de larga distancia a baja frecuencia, aumentando las posibilidades de comunicación en un 50% sin alterar el número de conductores.

Si los transformadores de los circuitos fantasmas tienen punto medio, entre ellos y tierra, puede conectarse un telégrafo por lo tanto en el mismo cuadro se emplearán 3 comunicaciones telefónicas y una telegráfica.

Circuitos superfantasmas (línea fantasma de fantasmas): Es utilizada solamente en telegrafía formándose por 2 cuadros fantasmas iguales con los transformadores provistos de punto medio, pudiéndose obtener una posibilidad más de comunicación.

### 3.2.- ANALISIS DE ATENUACIONES:

Si se toma en consideración una línea de longitud infinita, alimentada por una tensión sinusoidal  $V_1$  (valor eficaz) y si suponiendo que la atenuación es nula ( $\alpha = 0$ ), la tensión aplicada que tendríamos a una distancia  $X$  será:

$$(3.2.1.) \quad V_1 = V \cos \omega t \quad \text{para } \alpha = 0$$

$$(3.2.2.) \quad V_x = V_1 e^{-j\beta x}$$

Cuyo valor instantáneo será:

$$(3.2.3.) \quad V_x = V_{\max} \cos(\omega t - \beta x). \quad \text{Ver fig. (3:4)}$$

Se deduce que la tensión instantánea en el punto  $x$ , tiene una forma sinusoidal en el tiempo (b) con un desfase  $\beta x$  respecto a la tensión aplicada al principio (a), teniendo siempre esa forma, debido a que  $\alpha = 0$

Para cuando existe el máximo de tensión, se cumplirá que  $\omega t - \beta x = 0$ , por lo que:

$$t = T \frac{\beta x}{2\pi} \quad (3.2.4.)$$

Considerando que la tensión se ha propagado a lo largo de la línea y expresándola en función de la velocidad de fase, se tiene:  $V = \frac{x}{t} = \frac{v}{\beta}$  (3.2.5.)

Partiendo de la (3.2.4.) durante el período y el espacio recorrido, se encuentra la longitud de onda:  $\lambda = 2\pi/\beta$  (3.2.6.)

Ahora considerando las atenuaciones correspondientes a lo largo del conductor,



Debido a la inductancia y capacitancia, la tensión se atenuará, y se desfasará respecto a la tensión aplicada. Partiendo de las (3.2.1/2) y siendo  $\alpha \neq 0$ , tenemos:

$$(3.2.7.) \quad V_x = V_1 e^{-(\alpha + j\beta)x}$$

cuyo valor instantáneo será:

$$(3.2.8.) \quad V_x = V_{m \max} e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \beta x) \quad \text{ver fig(3:5)}$$

### 3.2.1.- Constante de Atenuación en tiempo Seco y Húmedo:

a) Conductores Desnudos: Para esta clase de conductores a bajas y altas frecuencias, se considera:

$$(3.2.9.) \quad \alpha = \alpha_r + \alpha_g$$

$$(3.2.10) \quad \alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

donde la atenuación por resistencia y por conductividad son:

$$(3.2.11.) \quad \alpha_r = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (3.2.12) \quad \alpha_g = \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\text{Cuyo desfase lineal será: } \beta = \omega \sqrt{LC} \quad (3.2.13)$$

Del cual no se obtiene distorsión en el tiempo, debido a que es proporcional a la frecuencia, obteniéndose la velocidad de propagación mediante la:

$$(3.2.14.) \quad v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

La atenuación por Resistencia aumenta con la frecuencia debido al efecto pelicular de la corriente, aquella varía con la temperatura, pudiendo prescindir de las mismas si se comparan con las de atenuación por conductividad al variar las condiciones atmosféricas.

En tiempo seco, la  $\alpha_g$  es insignificante, mientras que en tiempo húmedo es considerable. Cuando la G aumenta proporcionalmente a la frecuencia, la  $\alpha_g$  también aumentará.

En telefonía por frecuencia portadoras sobre conductores desnudos, son de gran importancia las crestas pronunciadas en la curva de atenuación, que se producen cuando se extienden muchos conductores a lo largo de una misma línea palificada. Estas crestas de atenuación se deben a que en ciertas frecuencias la energía es absorbida por los diferentes conductores, frecuencias correspondientes a las longitudes de ondas que están en determinada relación con los ciclos de trans-

posición.

Para evitar que se produzcan crestas de atenuación en la banda de frecuencias transmitidas, es necesario que el ciclo de transposición sea menor que la mitad de la longitud de onda en la mayor frecuencia emitida. De esta manera, si la frecuencia más alta es de 160 KHz, el ciclo de transposición deberá ser menor de 900 m. Además los factores que también influyen en la atenuación de un determinado par son: la distancia entre los conductores, diámetro, tipo, método de aislamiento, esquema de transposición, y la adaptación de impedancia entre las líneas.

b) Cables: Se hace distinción entre gama de bajas y altas frecuencias.

Para frecuencias bajas: ( $< 3000$  Hz)

$$\alpha \cong \sqrt{RWC/2}$$
$$\beta \cong \%$$

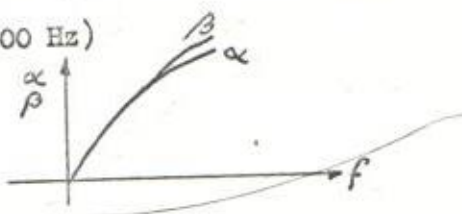


Fig. (3:6)

La atenuación varía considerablemente con la frecuencia.

Para frecuencias altas ( $> 10.000$  Hz) sirven las mismas fórmulas que para los conductores desnudos, sin embargo la atenuación es considerablemente mayor que en la de los 2 conductores desnudos, sin depender del tiempo.

En cables largos debe tomarse en cuenta las atenuaciones producidas por las variaciones de temperatura que ocurren con las estaciones del año.

Es decir que para bajas temperaturas la atenuación es mínima, caso contrario para las altas.

Las variaciones también dependen de la profundidad a que se encuentra el cable y serán menores mientras más profundo esté.

Para frecuencias altas se han encontrado un coeficiente de temperatura en la atenuación de 0.21% por  $^{\circ}\text{C}$ .

### 3.3.- NIVELES: ATENUACION, AMPLIFICACION Y DIAGRAMAS.

En la técnica de las telecomunicaciones se usan relaciones entre potencias de un orden de magnitudes totalmente diferentes y para expresarlas se uti-



usan preferentemente los logaritmos, por sus ventajas en sumarse.

Si la potencia entregada por un aparato es menor que la suministrada, se dice que hay atenuación, en caso contrario hay amplificación.

Además se emplea la expresión "nivel" para designar las condiciones reinantes de potencia, tensión y de intensidad en una línea. Se puede establecer una relación entre estas magnitudes, o con referencia a valores normalizados, sirviéndose para ello de la unidad logarítmica.

Los valores de tensión obtenidos a lo largo de la línea corresponden a una curva exponencial, habiendo que distinguir entre nivel de potencia, de tensión y de intensidad.

Considerando la (3.1.29.) con una solución de ensayo y sabiendo que el voltaje y la corriente están relacionadas por la  $Z_0$ , se tiene para  $\alpha \neq 0$

$$(3.3.1.) \quad V_x = V_1 e^{\mu x} \quad e \quad I_x = I_1 e^{\mu x}$$

- Donde:
- $V_x$  = tensión en un punto  $x$
  - $I_x$  = intensidad en ese punto
  - $V_1$  = tensión en un cierto punto (puede ser el origen)
  - $I_1$  = intensidad en ese mismo punto
  - $\mu$  = constante de propagación

Transponiendo términos en la (3.3.1.), sabiendo que  $\mu = \alpha + j\beta$  y al tomar logaritmos neperianos, se tendrá:

$$(3.3.2.) \quad \ln \frac{V_x}{V_1} = \mu x = \alpha x + j\beta x$$

$$(3.3.3.) \quad \ln \frac{I_x}{I_1} = \mu x = \alpha x + j\beta x$$

Como solamente nos interesa los valores de las amplitudes  $V$  e  $I$ , y no sus desfases, tenemos:

$$(3.3.4.) \quad \frac{V_x}{V_1} = e^{\alpha x} \quad ; \quad \ln \frac{V_x}{V_1} = \alpha x$$

$$(3.3.5.) \quad \frac{I_x}{I_1} = e^{\alpha x} \quad ; \quad \ln \frac{I_x}{I_1} = \alpha x$$

De donde al multiplicar (3.3.4.) con (3.3.5.) se obtendrá la atenuación medida en NEPERS.

$$(3.3.6.) \quad \alpha x = \frac{1}{2} \ln \frac{V_x I_x}{V_1 I_1}$$

Que al expresarlo en razón de potencia

$$(3.3.7.) \quad \alpha_x = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_i} \quad [Np]$$

Para comodidad y por definición usaremos el Decibel.

$$(3.3.8.) \quad \alpha_x = 10 \log \frac{P_x}{P_i} \quad [dB]$$

Expresando en razón de voltajes y corrientes; sabiendo que la potencia:

$$P_x = I_x^2 R_o \quad \text{y} \quad P_i = I_i^2 R_o, \quad \text{tenemos:}$$

$$(3.3.9.) \quad \alpha = 20 \log \frac{V_x}{V_i} \quad \text{o} \quad \alpha = \ln \frac{V_x}{V_i}$$

Y también

$$(3.3.10) \quad \alpha = 20 \log \frac{I_x}{I_i} \quad \text{o} \quad \alpha = \ln \frac{I_x}{I_i}$$

Como las líneas no son infinitamente largas, se pueden presentar los siguientes casos:

- a) Cuando no hay reflexión y se la considera como infinitamente larga; y,
- b) Cuando al adoptarla hay reflexiones, ya no se la puede considerar como infinitamente larga, por lo tanto se considerará la atenuación efectiva y no la imagen. llamándose efectiva al semilogaritmo natural de la relación entre la potencia aparente que un generador de impedancia ( $Z_e$ ) suministra a un receptor de impedancia ( $Z_r$ ) a través de la parte del sistema considerado.

### 3.3.1.- Nivel Relativo y Absoluto.

Absoluto: Para obtenerlo se compara el valor encontrado en un punto de medida, con un valor de referencia normalizado, el cual corresponde al "nivel cero absoluto" con la potencia en mW, la tensión de 0.775 v o la intensidad 1.29 mA.

La tensión se calcula admitiendo una  $R = 600 \Omega$  y  $P = 1 \text{ mW}$ , que por las fórmulas clásicas se tiene:

$$(3.3.11.) \quad V = \sqrt{PR} = \sqrt{0.001 \cdot 600} = 0.775 \text{ v.}$$

$$(3.3.12.) \quad I = \sqrt{P/R} = \sqrt{0.001/600} = 1.29 \text{ mA}$$

Si los valores  $P_x$  o  $V_x$  son la potencia en Watt o la tensión en voltios, en el punto de medida x el "nivel absoluto de tensión" será

$$(3.3.13.) \quad \eta_v = \ln \frac{V_x}{0.775} \quad [Np]$$

$$(3.3.14.) \quad \eta_v = 20 \log \frac{V_x}{0.775} \quad [dB]$$

Y el "nivel absoluto de potencia" será



$$(3.3.15.) \quad N = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{0.001} \quad [N_{pm}]$$

$$(3.3.16.) \quad N = \frac{1}{2} \log. \frac{P_x}{0.001} \quad [dBm]$$

Siendo  $z = 600$  entonces  $n = n_v$

Siendo  $z \neq 600$ , se tendrá:

$$(3.3.17.) \quad N = N_v + 10 \log. \frac{600}{Z_x} \quad [dBm]$$

$$(3.3.18.) \quad N = N_v + \frac{1}{2} \ln \frac{600}{Z_x} \quad [N_{pm}]$$

Relativo: Su obtención se realiza al comparar el valor en un punto de control con el valor medio al comienzo de la línea considerado igual a cero. Se suele utilizar a menudo el valor relativo para caracterizar un punto determinado de la línea o de un sistema de transmisión, se dice por Ej.: "punto de nivel relativo 0" ó "nivel relativo 0" cuando se trata del principio de la línea.

El nivel o tono de prueba se puede elegir arbitrariamente, pero en las mediciones de transmisión se toma el nivel de tono de prueba a 1 mw en un punto de nivel relativo 0.

### 3.3.2.- Diagrama de Niveles:

Al medir la potencia, la tensión y la intensidad en diferentes puntos de una línea de transmisión o a la salida de la misma, aquellas disminuirán en sus valores debido a las pérdidas ocasionadas.

Como la línea es considerada en tramos, sus mediciones correspondientes a dichas secciones, acarrearán diferentes lecturas con las cuales se obtendrá un diagrama de voltaje a lo largo de dicha línea, el mismo que será en línea quebrada. Para obtener la curva real, es preciso dividirla en un número ilimitado de tramos infinitamente pequeños, resultando por consiguiente una curva exponencial, con mucha similitud a la anterior.

Para medir las tensiones, es necesario cerrar a la línea, en su salida, con una resistencia igual a su  $Z_0$  y que es igual a:  $Z_0 = \sqrt{Z_{ca} \cdot Z_{cc}}$  (3.3.19.)

Siendo:  $Z_{ca}$  = impedancia en circuito abierto a la salida de la línea y  $Z_{cc}$  = impedancia en cc. a la salida de la línea.

Además que el generador de entrada deberá tener una  $R_i = Z_0$ , para así cumplir la condición de "adaptación" y obtener el máximo de potencia.

El diagrama de nivel, se forma por rectas, que indican las diferentes atenuaciones o ganancias que se han encontrado a lo largo de la línea, al efectuar mediciones con un tono de prueba generalizado en 800 Hz y habiendo cerrado a la línea con una  $Z_0 = 600 \Omega$  (en bucle).

Los niveles de un sistema de transmisión cerrados con dicha impedancia están limitados: arriba por la carga máxima a la entrada o "límite de excitación"; y, abajo por el cociente S/R, es decir por el intervalo indispensable de ruido de fondo, producido por la diferencia entre la tensión útil de un canal WT y las tensiones de ruido situado en la misma banda, que generalmente es pequeña.

#### 3.4.- ANALISIS DE LA DIAFONIA: Directa e Indirecta.

Una línea de transmisión puede recibir perturbaciones de carácter eléctrico de varios tipos de agentes externos, tales como estaciones radiotransmisoras, líneas de alta tensión, líneas telefónicas y telegráficas, etc., las cuales se introducirán como disturbios que van sobrepuestos a la señal útil.

Los principales agentes externos son las líneas eléctricas monofásicas; más que las trifásicas, son las líneas de transmisión eléctrica a ca. ó a c.c.

Este disturbio de carácter eléctrico entre una línea de transmisión telefónica con otra del mismo tipo, del mismo haz de conductores o del mismo cable, a consecuencia de los desequilibrios mutuos de energía, es lo que se conoce como — DIAFONIA, que pueden ser de pérdidas por derivación, acoplamiento por capacidad ó por inducción mutua, etc., que existen entre los conductores de estos circuitos.

La diafonía entre 2 líneas proviene de los acoplamientos inductivos y capacitivos producidos por las corrientes y tensiones, respectivamente; la misma que se disminuirá al realizar transposiciones de conductores desnudos o trenzados de los pares con un equilibrio capacitivo simultáneo.

La diafonía directa se produce al provenir principalmente por la acción de la corriente de transmisión del circuito perturbante al disturbado; y la indirecta, se origina por presencia de corriente de reflexión o por terceros circuitos, subdividiéndose ambas simultáneamente en Paradiafonía (cercana) y Teledia-



zonia (lejana).

### 3.4.1.- Clases de Diafonías:

a) Paradiafonía (directa): Es la diafonía cercana que se obtiene en el conductor II proveniente del conductor I, situado en el mismo extremo que la fuente emisora, ver fig. (3:7).

b) Telediafonía (directa): Es la diafonía lejana obtenida en el conductor II y situada en un extremo más distante, ver fig. (3:7)

La diafonía se considera normalmente como atenuación, cuyas fórmulas son:

$$(3.4.1.) \quad \alpha_p = \ln \sqrt{\left(\frac{Z_1}{Z_2}\right)_{ent}} \quad (3.4.2.) \quad \alpha_t = \ln \sqrt{\frac{P_{ent}}{P_{sal}}}$$

donde  $Z_1$  y  $Z_2$  son las impedancias características de los conductores I y II y adaptados a las  $Z_0$  de los conductores.

Para analizar la Para y Telediafonía indirectas consideramos: que el circuito I termina en una  $Z_1$  diferente a la característica por lo que debido a mala adaptación, se tendrá una corriente de reflexión  $I_r = I_1 \frac{Z_1 - Z}{Z_1 + Z}$ , de allí que obtendremos:

c) Paradiafonía: (indirecta por reflexión) La diafonía cercana I'p provocada por  $I_r$ . Ver fig. (3:8)

d) Telediafonía: (indirecta por reflexión) La diafonía lejana I't provocada por  $I_r$ . Ver fig. (3:8)

Para eliminar estas diafonías por reflexión es necesario la adaptación correcta de  $Z_0$  tanto en el extremo próximo del conductor perturbado como en el extremo lejano del conductor perturbador.

e) Diafonía indirecta por Tercer Circuito: Es la diafonía cercana o lejana producida por las corrientes del circuito III en el II, ver fig. (3:9)

#### 3.4.1.1.- Diafonía en Líneas Aéreas:

Considerando una pequeña longitud de 2 pares de conductores y teniendo en cuenta los acoplamientos inductivos y capacitivos, simplificaremos el estudio de la diafonía directa suponiendo también que no perturbarán los efectos de otros conductores, ni de la tierra.

Si el tramo de la línea es  $\Delta X$ , se considera  $\mu = 0$

a) Acoplamiento Inductivo: Ver fig. (3:10)

(3.4.3.) Se tiene que:  $\Delta E_b = j\omega M \frac{V_a}{2a} \Delta x$

donde: M = coeficiente de inductancia mutua, dado por:

(3.4.4.)  $M = \frac{\mu a}{2\pi} \ln \frac{a^2}{b^2}$

Siendo  $\mu$  a permeabilidad magnética absoluta.

Aplicando Ley de Kirckoff al circuito, tenemos:

(3.4.5.)  $\Delta V_b = \frac{\Delta E_b}{2}$

Reemplazando valores de M y  $\Delta E_b$  en la (3.4.5.)

(3.4.6.)  $\frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{j\omega \mu a}{4\pi Z_a} \ln \frac{a^2}{b^2} \Delta x$

Y por relaciones similares, se tendrá:

(3.4.7.)  $\frac{\Delta I_b}{I_a} = \frac{j\omega \mu a}{4\pi Z_a} \ln \frac{a^2}{b^2} \Delta x$

Si eliminamos el efecto de las causas disipativas, en el cálculo de la impedancia de línea, tenemos:

(3.4.8.)  $Z_a = \sqrt{\frac{L_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{\mu a}{\pi} \ln \frac{d}{R} \frac{\ln \frac{d}{2R}}{\pi \epsilon a}} = \frac{\ln \frac{d}{2R}}{\pi} \sqrt{\frac{\mu a}{\epsilon a}}$

(3.4.9.)  $Z_b = \sqrt{\frac{L_b}{C_b}} = \dots = \dots$

Siendo R = el radio de un solo conductor

$\epsilon a$  = permitividad eléctrica absoluta.

Reemplazando la (3.4.8/9) en las (3.4.6/7) y llamando:  $T = \frac{\ln a^2/b^2}{2 \ln d/R}$

Tendremos: (3.4.10)  $\frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{\Delta I_b}{I_a} = j\omega \sqrt{\epsilon a \mu a} \frac{T}{2} \Delta x$

Y siendo  $c = 1/\sqrt{\epsilon a \mu a}$  velocidad de la luz, que al reemplazarla en (3.4.10) se tendrá el acoplamiento inductivo entre estos 2 pares de conductores:

(3.4.11.)  $\frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{\Delta I_b}{I_a} = j \frac{\omega}{c} \frac{T}{2} \Delta x$  *l.g.g.d.*

b) Acoplamiento Capacitivo: Ver fig. (3:11)

Al considerar las cargas iguales y contrarias por unidad de longitud en el circuito (a), se tiene: +  $V_a C_a$  para conductor 1 y -  $V_a C_a$  para el 2.

Calculando en primer lugar la distribución del potencial, en el espacio que es



En los conductores y que por electrostática conocemos, su correspondencia a la posición ocupada por los conductores 3 y 4:

$$(3.4.12.) \quad E_3 = \frac{1}{2\pi\epsilon_a} V_a C_a \ln \frac{a}{b}$$

$$(3.4.13.) \quad E_4 = \frac{1}{2\pi\epsilon_a} V_a C_a \ln \frac{b}{a}$$

cuya diferencia de potencial será:

$$(3.4.14.) \quad E_b = E_3 - E_4 = \frac{1}{2\pi\epsilon_a} \ln \frac{a^2}{b^2}$$

El segundo circuito (b), se comporta entonces como que tuviera un generador de f.e.m.  $E_b$  con impedancia interna  $1/j\omega C_b \Delta x$ , siendo  $C_b$ =capacidad mutua del par  $b$  por unidad de longitud.

Por lo que entonces tendrá una impedancia pequeña  $Z_b/2$  con relación a la inter-  
na.

Por el teorema de Thevenin, entre los 2 conductores habrá una diferencia de po-  
tencial:

$$(3.4.15.) \quad \Delta V_b = \frac{1}{2\pi\epsilon_a} V_a C_a \ln \frac{a^2}{b^2} j\omega C_b \frac{Z_b}{2} \Delta x$$

Además, suponiendo que las causas disipativas sean nulas, es decir  $Z_b = \sqrt{L_b/C_b}$ ,

Se tiene:

$$(3.4.16.) \quad \frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{1}{4\pi\epsilon_a} j\omega C_a \sqrt{L_b C_b} \ln \frac{a^2}{b^2} \Delta x$$

Y como las líneas  $a$  y  $b$  tiene las mismas características, se obtendrá el acopla-  
miento capacitivo entre dichos conductores:

$$(3.4.17.) \quad \frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{\Delta I_b}{I_a} = j \frac{\omega}{c} \frac{T}{2} \Delta x \quad \text{L.g.g.d}$$

Como los valores de la tensión y de la corriente de diafonía debida al acopla-  
miento capacitivo son absolutos, iguales a los inductivos, se tiene en consecuen-  
cia, que con la hipótesis hecha anteriormente, la Paradiafonía está dada por:

$$(3.4.18.) \quad \frac{\Delta V_b}{V_a} = \frac{\Delta I_b}{I_a} = j \frac{\omega}{c} T \Delta x$$

Mientras que la Telediafonía generalmente será nula, no siempre despreciable,-  
por lo que habrá que calcularla de la manera siguiente:

Sumando la (3.4.6.) con la (3.4.16.)

$$(3.4.19.) \quad \frac{\Delta V_b}{V_a} = - \frac{j\omega M_a}{4\pi\epsilon_a} \ln \frac{a^2}{b^2} \Delta x + \frac{j\omega C_a C_b Z_b}{4\pi\epsilon_a} \ln \frac{a^2}{b^2} \Delta x$$

Rafonía telegráfica originada por otros canales de telegrafía como por ejemplo: a) Producción de armónicas impares de las frecuencias portadoras telegráficas de ciertos canales situados dentro de la banda de paso de otros canales; b) Intermodulación en los devanados de los filtros, etc.

Variaciones de la alimentación de energía que afectan al amplificador y el detector del canal de telegrafía armónica y, a veces, al relevador de recepción. Interrupciones en la alimentación de energía, por ejemplo, al pasar de la alimentación normal a la de reserva.

Rupturas accidentales de conexiones producidas durante trabajos de mantenimiento o de construcción.

Como estas perturbaciones son causa prácticamente de toda distorsión en los canales telegráficos, excepto la característica, que depende principalmente del filtro y del tipo de amplificador detector, una parte de la distorsión asimétrica, debida al mal ajuste de los controles, relevadores, etc.; y, en el caso de los canales de baja frecuencia, la distorsión que provoca la pequeña relación entre la frecuencia de la portadora y la de la señal.

Y como muchas de estas causas de perturbaciones son en si misma despreciables y según la experiencia de varias Administraciones, se ha estimado que, de las otras, las más importantes pueden ser eliminadas con un meticuloso mantenimiento de las instalaciones de la WT y en todos los puntos del circuito telefónico. Sin embargo, el CCITT, estudia también las causas de perturbaciones en los circuitos telefónicos y las precauciones que han de tomarse para evitarlas, cuyos resultados serán de gran importancia para la telegrafía, a pesar de que según extensas investigaciones realizadas por algunas Administraciones en cuanto a las perturbaciones en los circuitos telefónicos y telegráficos se refiera, las causas parecen aproximarse a las siguientes:

a) En el caso de circuitos telefónicos: Conexiones de gran resistencia y no soldadas; tubos con ruido y microfónicos, y malos contactos entre las patillas y el zócalo de las válvulas; trabajos que se efectúan en los cables; cordones de dos clavijas con ruido y de gran resistencia; variaciones del nivel de la lí-



no compensadas a la entrada del detector; diafonía; errores de montaje, -  
por ejemplo, igualación incorrecta, transformadores de línea mal conectados, -  
elementos defectuosos:

2) En el caso de equipos de telegrafía armónica: Conexiones de gran resisten-  
cia y no soldadas; tubos deteriorados más de lo debido; malos contactos; defec-  
tos en los dispositivos que permiten el cambio de las fuentes de energía; desa-  
juste de la frecuencia portadora.

### 3.5.1.- En Líneas Aéreas:

Los principales agentes externos que perturban dentro de la gama de fre-  
cuencia vocal son las líneas de fuerza eléctrica, que inducen una f.e.m. sobre  
las telefónicas, cuya fórmula es:  $e = -j\omega MI$ , siendo  $I$  = corriente en la línea -  
disturbante; y  $M$  = coeficiente de inducción mutua.

Para altas frecuencias, usadas en sistemas de frecuencia portadora, se observan  
perturbaciones de ferrocarriles electrificados, de estaciones de radio de onda  
larga, así como también, atmosféricas que dependen de las condiciones climaté-  
ricas de las zonas por donde ellas pasan.

De allí que es importante tener en consideración la humedad ambiental y por en-  
de la relativa, que no es otra cosa que la relación existente entre la masa de  
vapor realmente presente en el aire, por unidad de volumen de éste con la masa  
de vapor que saturaría dicha unidad de volumen a la misma temperatura, como la  
presión del vapor de agua depende de su masa por unidad de volumen de aire, la  
humedad relativa está en función directa de las presiones de dicho vapor y de  
la temperatura.

Por lo tanto este factor influye mucho sobre la dispersancia en las líneas aé-  
reas aumentando cuando la frecuencia va subiendo, ya que interviene directamen-  
te sobre la conductividad del conductor, Por los análisis anteriores se puede-  
apreciar las atenuaciones debidas a la dispersancia para líneas aéreas a varias  
frecuencias y en tiempos secos o húmedos.

Los cables están mejor protegidos, con los bajos niveles a que se descende en

Los sistemas de frecuencia portadora pudiendo tener perturbaciones debido a -  
las radio-estaciones cercanas.

Las perturbaciones determinan el nivel más bajo de recepción y en los sistemas  
de líneas aéreas se acostumbra a no descender a niveles de recepción menores -  
que -26.07 db ó -34.76 db.

En cables se puede descender a -52.14 db ó -60.83 db, con gran número de ampli-  
ficadores.

Los factores que ejercen influencia en el rango de transmisión son las corrien-  
tes de línea en circuito abierto y la capacitancia en conductor de cable.

En la atenuación total estarán incluidas también las perturbaciones provenien-  
tes de otras conversaciones y que surgen como resultado de la diafonía y de la  
distorsión no lineal debido a ciertos desequilibrios con respecto a tierra y -  
que son inevitables en las líneas, actuando éstas como antenas para los aparatos  
de radio que se encuentran en las cercanías.

Se calcula que las tensiones perturbadoras que llegan de diferentes puntos se  
suman y forman un valor efectivo. Así para N estaciones amplificadoras con igual  
nivel de recepción, la tensión perturbadora total será  $\sqrt{n}$  veces mayor que la  
de un simple tramo de amplificador.

### 3.5.2.- En Radio-Enlaces:

La congestión del espectro de radiofrecuencias en las transmisiones de  
telecomunicaciones basado que la demanda de servicio aumenta a un ritmo más a-  
celerado que el tecnológico, se crean equipos de alta confiabilidad con un me-  
jor provecho de las bandas disponibles, sin embargo la seguridad funcional de -  
los mismos no garantiza la confiabilidad de un sistema, debido a que la trans-  
misión está sujeta a interrupciones por fallas de propagación.

En la gama de las microondas; el comportamiento de las frecuencias más eleva-  
das es muy semejante al de las frecuencias más bajas, de allí que es importan-  
te tener en cuenta la variación del índice de refracción de la atmósfera en re-  
lación con la altura, que nos lleva a transformar las variaciones atmosféricas  
en variaciones de la curvatura terrestre, utilizando un "Radio Aparente" de la



tierra relacionado con el Radio Real  $R_0$ , siendo  $R = K \cdot R_0$  y  $K$  el factor a determinarse en función de las distintas condiciones atmosféricas, denominándosele índice troposférico.

Además se supone que la atmósfera presenta una constitución estratificada, cuyas capas siguen la forma de la tierra que supondremos esférica, en consecuencia el índice de refracción ( $N$ ) dependerá de: a) densidad del aire (disminuye con la altura); b) Humedad (tensión de vapor de agua); y c) Temperatura.

De observaciones minuciosas y coincidentes para las distintas partes del mundo se llegó a determinar que  $n$  decrece con la  $T^0$ , presión y contenido de vapor de agua en función de la altura (cota), por lo tanto se llega a una gradual disminución del índice de refracción con la altura, cuyo gradiente vertical resulta negativo:  $\frac{dn}{dh} = -1/\rho$ , siendo  $\rho$  = radio de curvatura.

Para mayor facilidad de trabajo se introduce el índice de refracción modificado  $M$  que varía en función directa de  $n$ ,  $h$  y por consiguiente para las atmósferas standard, super y substandard.

Es posible que la temperatura no decrezca con la altura debido a enfriamientos en la superficie sobre el mar, produciéndose el "efecto conducto", que sirve para una recepción lejana, pudiendo variar su punto óptimo con las condiciones que lo provocan, ( $K < 0$ ) y en los enlaces de microondas son perjudiciales debido a las propagaciones por trayectos múltiples causando el Fading del tipo rápido y profundo.

El desvanecimiento producido por absorciones atmosféricas engloba los efectos producidos por los intercambios de energía entre el campo electromagnético y las moléculas de gas contenidas en la atmósfera, las cuales se comportan como un dipolo eléctrico o magnético con movimiento permanente.

El campo eléctrico o magnético de la onda que se propaga provoca movimientos de rotación o de oscilación de estos dipolos provocando el intercambio de energía.

Generalmente en los sistemas de transmisión hasta la banda de 6 GHz, se calcula la atenuación del trayecto igual a la atenuación del espacio libre o sea la

pérdida teórica de potencia que se produciría entre los puntos terminales de un sistema en condiciones ideales de propagación, pero a medida que se sube de frecuencia la señal va resultando más vulnerable a los efectos de las precipitaciones atmosféricas.

La lluvia atenuaría estas señales en 2 formas: el agua absorbe energía y las gotas las dispersan. Su magnitud depende del tamaño de las gotas, la  $T^{\circ}$ , el volumen de agua y la frecuencia de la señal. Es decir mientras más fuerte llueve, mayores son las gotas y mientras mayor es la frecuencia mayor es la atenuación. Naturalmente también hay otras formas de humedad atmosféricas que influyen en la atenuación y éstas son: la neblina, la bruma, el granizo y la nieve que en general tienen menor efecto perjudicial que la lluvia.

Los gases, que han demostrado tener más poder de absorción son: el oxígeno y el vapor de agua, especialmente a los 50 GHz y a los 22.4 GHz respectivamente.

Es importante tener en consideración la distribución total de lluvia, que si bien produce efectos perjudiciales, son en cambio menores que las concentraciones de lluvia; de allí que debe tomarse en cuenta la frecuencia con que llueve y la intensidad de precipitación. El problema se complica por el hecho de que aunque se disponga de suficiente información sobre la precipitación anual, generalmente existen escasos datos sobre la precipitación instantánea.

Sin embargo la atenuación de lluvia a lo largo de la ruta en un instante determinado, constituye una función del efecto total que tiene la precipitación en todos los puntos del trayecto. Esta función no solo depende de la cantidad total de precipitación en dicho instante, sino también de su distribución a lo largo del trayecto en cuanto el volumen y al tamaño de las gotas de agua.

Generalmente se usan las curvas de Ryde/Ryde las cuales relacionan la atenuación en dB/Km con la frecuencia y la precipitación atmosférica.

La capacidad de transmisión está limitada, por el ruido presente en la banda que contiene la información y el cual puede ser térmico, representado por la fórmula:  $P = nKTB$ , siendo  $K = 1.38 \times 10^{-23}$  joules/ $K^{\circ}$ , constante de Boltzman;  $T =$  temperatura en  $^{\circ}K$ ;  $B =$  banda en Hz; y  $n =$  factor de ruido.



El que interviene en la recepción del sistema por los factores descritos y además se combina con la portadora en la recepción para suministrar un espectro de señales parásitas a la salida, es del tipo incoherente y se lo considera compuesto en infinitas ondas sinusoidales, uniformemente repartidas en toda la banda útil; y sin relación entre sus fases.

Los efectos de la falta de linealidad produce la intermodulación que es la distorsión originada por una causa cualquiera en la señal entrante de los circuitos de transmisión, produciendo una distorsión con la presencia de sus armónicas, las cuales caerán dentro del espectro útil, creando el deterioro de la señal correspondiente a esa parte, generalmente depende también de la frecuencia y de la carga telefónica.

Además es necesario tener en cuenta la relación señal/ruido, que para cable es en el orden de 55 a 65 dB y en las microondas a menudo es superior a 75 dB. La onda corta, cuyo rango va de 3 a 30 MHz, es importante considerar a la ionósfera, que como resultado de la existencia de los electrones libres, determinado por la distribución de la densidad electrónica en la alta atmósfera, actúa sobre las ondas radiocelétricas, generalmente a los 50 Km y de allí a los 300 a 500 Km, variando con la hora del día, estación y también de año en año.

El efecto que tiene una zona ionizada, sobre una onda de radio, es alterar la dirección con que circula la energía resultante, haciendo que la trayectoria se desvíe de la zona en que hay una gran densidad electrónica hacia la de menor densidad. Su magnitud varía con la amplitud y la velocidad media de los electrones en vibración, en consecuencia, resulta progresivamente creciente a medida que la frecuencia de la onda disminuye.

Los iones existentes en la trayectoria de la onda, actúan en forma muy parecida a la de los electrones, pero debido a su mayor masa, es que se mueven más lentamente que los últimos, bajo la influencia de la misma fuerza aplicada; teniendo efectos que en comparación son despreciables. Sin embargo también se consideran, el efecto del campo magnético terrestre, que ejerce una desviación sobre los electrones en movimiento, resultando débil para elevadas frecuencias.

La ionósfera absorbe energía de la onda, como resultado de colisiones entre electrones en vibración y las moléculas gaseosas, las cuales hacen que la zona ionizada tenga una conductibilidad equivalente, que depende de la frecuencia de colisiones y de la densidad electrónica, formándose una atenuación suplementaria.

Las comunicaciones en onda corta dependen ordinariamente de la posibilidad con que la ionósfera refleje la onda espacial hacia la tierra y hasta el punto de recepción, sin atenuaciones excesivas, por consiguiente, la intensidad de la señal recibida estará en función directa de la frecuencia transmitida, de las condiciones ionosféricas y del ángulo de penetración.

Las manchas solares, las tormentas magnéticas también influyen, así como los ruidos y Estáticos, producidos por tensiones inducidas en la antena, sean estas por fuentes de interferencia naturales o artificiales.



## C A P I T U L O    C U A R T O

### ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS RECOMENDACIONES Y NORMAS DEL CCITT Y DEL CCIR PARA TRANSMISIONES TELEGRAFICAS Y EL ESTADO ACTUAL DE LA RED REGIONAL

#### 4.1.- EN LINEAS FISICAS:

De acuerdo al proyecto de interconexión de los lugares Remotos con las Centrales de Commutación propuestas, se observan sus características generales de los enlaces actuales en los cuadros (4:1/2), encontrándose en su mayoría en mal estado, siendo necesario su reconstrucción en algunos casos o la construcción total en otros, situación que se analiza brevemente a continuación:

CENTRAL SALINAS: Ancón-Salinas: Actualmente la línea pasa por Santa Elena y de allí hacia Libertad y Salinas, su estado es regular, sería conveniente construir de Ancón-Anconcito-Salinas.

CENTRAL MACHALA: El estado de las líneas es regular, sería necesario cambiar posterioría de rieles por postes de madera; crucetas y aisladores, de allí que es conveniente la construcción de: Santa Rosa-Machala 30 Km.

Pasaje - El Cambio (Machala): 18.9 Km.

Euaquillas - Arenillas - Sta. Rosa (Machala): 22.6 Km - 26.4 Km.

Piñas - Zaruma: 16.8 Km

CENTRAL BABAHOYO: Estas líneas fueron construídas recientemente, cuyas características están anotadas en el cuadro (4:1), teniendo las transposiciones a cada 400 m, según el CCIF; la luz entre los postes es de 67 m y su altura de 8 m a 10 m; cuando cruzan carreteras, los tramos son:

Ventanas-Puebloviejo-S. Juan-Babahoyo: 19-9-23=51 Km bifilar.

Vinces-S. Juan-Babahoyo: 37-23=60 Km. Bifilar.

Catarama-Puebloviejo-S. Juan-Babahoyo: 8-9-23=40 Km bifilar.

Es necesario tener presente que Babahoyo se interconecta con Guayaquil, mediante un sistema de frecuencia portadora de 12 Canales, del que utilizamos el canal 5 para Telegrafía cuyos Niveles, según la Recomendación G-311, se tiene - +17 dBr para la Transmisión, a la entrada de la línea y -48 dBr para la Recepción, con un alcance de 100 Km, en tiempo húmedo, además como las líneas suelen conectarse a cables, se tiene una adaptación de  $600 \Omega$  a  $150 \Omega$  entre los mismos; para así evitar las reflexiones y alteraciones propias de las malas adaptaciones.

En estos sistemas es necesario respetar la frecuencia vocal transmitida, siendo la banda de 300 - 3400 Hz además las características Físicas inherentes a las líneas aéreas de hilo desnudo, entrañan importantes desviaciones con relación a una Característica.

"Atenuación-frecuencia" normal, y las diversas variaciones relativamente considerables de la atenuación de Línea en función de las condiciones Meteorológicas, pueden impedir que se respeten siempre las tolerancias recomendadas.

Además, el nivel absoluto, de la señal piloto no debe ser superior a -20 dB y cuya estabilidad deberá ser tal que su frecuencia sea siempre exacta con una aproximación mayor que  $5 \cdot 10^{-6}$ .

En lo que respecta al ruido del circuito, se tiene que todo canal Telefónico cuya constitución responda a la definida por el circuito ficticio de referencia en Líneas Aéreas, debe preverse de modo que la potencia sofométrica media en el extremo del c.f.r., referida a un punto de nivel relativo cero, no exceda 20.000 pw. en una hora cualquiera, con tiempo lluvioso normal, valor que puede ascender en condiciones Climatéricas sumamente desfavorables se recomienda que este límite global se distribuya entre las componentes principales del ruido total en la forma siguiente: Ruido de líneas 17.500 pw y ruido producido por los equipos terminales 2.500 pw, es decir que el ruido será por diafonía, modulación y de fondo.

CENTRAL PORTOVIEJO: Las Líneas Físicas de Sta. Ana y Jipijapa hacia Portovie-



jo están en regular estado, es necesario la reconstrucción y la adquisición de nuevos postes, así como también de aisladores que en su mayoría están destruidos por los años de uso.

CENTRAL CUENCA: Encontrándose las Líneas en mal estado por su antitécnica — construcción, sus empates mal hechos y las adaptaciones malas, aparte de que en algunos casos los postes están colocados a 1 km de distancia, a más de que están viejos y son afectados enormemente por las lluvias, se hace necesario la construcción de los tramos:

Gualaceo-Jadán (Cuenca): 20 Km.

Girón-Cuenca: toda

Cañar-Biblián-Azogues: 40 Km.

CENTRAL LOJA: También por su estado regular, debido a la postería vieja y a las grandes resistencias que se presenta cuando llueve, es necesario la construcción de los tramos:

Zamora-Loja: 50 Km.

Malacatos-Taxiche (Loja): 35 Km.

Los demás lugares, tienen sus líneas en igualdad de condiciones, inclusive las distancias son grandes, por lo que sería conveniente usar radio-enlaces, específicamente con Macará.

Además hay lugares remotos que se encuentran interconectados por Radio, cuyas características están en el cuadro (4:3), faltando Bahía de Caráquez y Chone, que están sin conexión por carencia de radio-enlaces con Manta.

#### 4.1.1.- Análisis de las Comparaciones:

Prácticamente me veo obligado a mencionar las normas del CCITT, en lo que a Telegrafía se refiere, debido a que actualmente las líneas que servirán para la interconexión de nuestras posiciones remotas están en proyecto de construcción, debido al mal estado que aquellas presentan.

De allí que siempre habrá que considerar las normas y recomendaciones siguientes:

TIPOS DE LINEAS TELEGRAFICAS: Recomendación R-20.- Tomo VII (CCITT).

Dado que las líneas de cable están mejor protegidas contra las averías, que las líneas aéreas, se recomienda el uso, en lo posible, de la Red de cables de larga distancia.

Además también es necesario tomar las medidas apropiadas, para que los canales de transmisión Telegráfica, permitan la explotación de aparatos normalizados con una velocidad de modulación de 50 Bd.

FACTOR CARACTERISTICO DE LA CALIDAD: Recomendación R-21.- Tomo VII (CCITT).

Se recomienda que la calidad de equilibrio de un circuito Telegráfico en dúplex se caracterice por la diferencia de los grados de distorsión de las señales restituidas; tanto al transmitir o no señales por el canal de salida, además que se efectúen mediciones con cada uno de los terminales del circuito.

PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES: Recomendación R-22.- Tomo VII (CCITT).

Es recomendable poner a tierra el punto medio de las baterías comunes para las corrientes de transmisión por los circuitos de una línea, siempre que no se tema ningún fenómeno de inducción.

Además no se debe efectuar ninguna puesta a tierra en un punto cualquiera de una instalación telegráfica, teniendo presente las precauciones necesarias al efectuar las mismas, tratando de no perturbar la simetría entre los respectivos circuitos y de los vecinos.

NORMALIZACION DE LOS CIRCUITOS TELEGRAFICOS DE C.C. POR CABLES TELEFONICOS: Recomendación R-23.- Tomo VII (CCITT).

Al admitirse la coexistencia en un mismo cable, de la Telefonía y la Telegrafía por c.c. con velocidad de modulación de 50 Bd es necesario tener presente las precauciones indicadas a continuación, para liberar a los circuitos telefónicos y a los circuitos fantasmas de la influencia telegráfica, tanto en lo que concierne a sus propiedades eléctricas como al curso del Tráfico.

Por lo tanto, en la Telegrafía por circuitos fantasmas o superfantasmas, deben utilizarse para la excitación de los relés y para la transmisión de señales, una corriente de trabajo y una corriente de reposo de igual intensidad en régi



permanente, pero de sentido inverso; la misma que estará comprendida entre 4 y 8 mA para excitar el relé receptor. La fuerza electromotriz introducida por el transmisor telegráfico en el circuito de cable, no debe exceder los 50 V.

Cuando los terminales de este transmisor estén conectados a una resistencia de  $30 \Omega$ , que sustituye a los conductores de cable, la corriente circulante no deberá ser superior a 50 mA, cuyo límite será 100 mA, si el cable está equipado de bobinas cuyo núcleo esté formado por limadura de hierro comprimida (pulverizadas) o por cualquier otra materia de características satisfactorias.

Los ruidos perturbadores producidos en un circuito telefónico por los aparatos telegráficos, no deben exceder en el punto de nivel relativo, de -8.7 dB y con  $Z=600 \Omega$ , de un valor que corresponda a una f.e.m. sofométrica de  $1 \mu V$ , para lo cual es necesario la inserción de filtros pasa-bajos en la transmisión de c.c. Es posible reducir este límite, si el circuito telefónico está sujeto a perturbaciones de una línea eléctrica cercana.

Las instalaciones telegráficas simultáneas no deben introducir disimetrías (con relación a tierra) en los circuitos telefónicos.

El aumento de la diafonía en los circuitos telefónicos producida por las instalaciones de Telegrafía simultánea no deberá ser superior al valor correspondiente de una disminución de 4.34 dB de la atenuación diafónica.

Los circuitos utilizados para telegrafía armónica no deben emplearse en la constitución de circuitos fantasmas o superfantasmas.

REALIZACION DE LOS CONDUCTORES TELEGRAFICOS AEREOS: Recomendación R-26.- To  
VII (CCITT).

Considerando que las pruebas efectuadas para obtener circuitos no sujetos a variaciones de aislamiento y empleando hilos provistos de aislantes distintos al caucho y al papel no han dado resultado satisfactorio y además que al emplear hilos aislados con caucho no permitiría garantizar por mucho tiempo el tráfico telegráfico y también por que los gastos aumentarían e inclusive al

Utilizar aislantes de papel o plomo, se recomienda emplear hilos de cobre o bronce que respondan a las especificaciones siguientes:

Para el Cu de 3 mm. de diámetro, una resistencia mínima de tracción de  $40 \text{ kg/mm}^2$  y una  $\rho$  máx. a  $20^\circ\text{C}$  de  $1,820 \mu\Omega/\text{cm}^3$ , y para el bronce de 2,5 mm de diámetro, una resistencia mínima de tracción de  $60 \text{ kg/mm}^2$  y una  $\rho$  máx. de  $2,780 \mu\Omega/\text{cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$  y tratar de no sustituir hilos desnudos por aislados, con el fin de mantener las propiedades eléctricas de los conductores.

LÍNEAS AERIAS DE HILO DESNUDO CON SISTEMAS DE CORRIENTES PORTADORAS DE 12 CANALES: Recomendación G313.- Tomo III (CCITT).

El nivel máximo transmitido a la entrada de la línea aérea de hilo desnudo, se ha fijado en +17 dB. El nivel más bajo de la línea no deberá ser inferior a -17 dB en condiciones normales de humedad.

Además habrá que observar la característica "atenuación-frecuencia", que tendrá que aproximarse lo más posible a una curva uniforme teniendo variaciones de 0,5 dB en cualquier sección de amplificación y en toda la banda de frecuencia efectivamente transmitida.

La relación Telediafónica entre los dos pares de conductores destinados a sistemas de corrientes portadoras que utilicen frecuencias idénticas para la transmisión en línea, no deberá ser inferior a 65 dB en 100 Km, y la atenuación parafónica, medida en los equipos terminales o en las estaciones repetidoras, no deberá ser inferior a 42 dB, en cualquier frecuencia de la banda transmitida, estimándose su cumplimiento de estas condiciones, si se construye la línea con suficiente cuidado e inclusive su transposición con arreglo a la práctica normal.

Cuando sea necesario, emplear una línea aérea con cable, conviene adaptar la impedancia de ambos hilos utilizando transformadores adaptadores de impedancia y/o filtros de separación, instalados en los postes o al pie de los mismos.

CARACTERISTICAS PARTICULARES DE LOS CIRCUITOS INTERNACIONALES MAYOR QUE 2.500 Km. Recomendación G153.- Tomo III (CCITT).



En un circuito soporte de Telegrafía armónica de modulación de frecuencia, la potencia sofométrica media, referida al punto de nivel relativo cero, no debe exceder de 80.000 pW (Nivel de -41dBmop) en explotación normal a 50 Bd y con el nivel de emisión de 135 pW en un punto de nivel relativo cero.

Cuando se recurra a un sistema síncrono, se podrá tolerar un nivel de ruido más elevado, por ejemplo 30 dBmop.

CARACTERISTICAS DE LOS ENLACES INTERNACIONALES PARA TELEGRAFIA ARMONICA. Recomendación R-30.- Tomo VII CCITT.

Los sistemas de corriente portadoras normalizados con separación de 4 KHz entre canales, permiten la utilización de la WT de 24 canales con 50 Bd y separación de 120 Hz. Además, los circuitos de frecuencia vocales, de cargas grande o media, permiten constituir sistemas WT de 12 canales a 50 Bd. Habiendo que utilizar 4 hilos preferentemente a diferencia del circuito telefónico, — por la ausencia de equipos de terminación, de señalización y de supresores de eco.

En los enlaces de 2 hilos no sería posible el montaje en dúplex por no poderlos equilibrar con la precisión necesaria para evitar la influencia recíproca. Se podría utilizar la transmisión de frecuencia inferior para un sentido y la superior para el otro.

#### 4.2.- EN RADIOENLACES:

a) Al hacer el análisis del sistema de microondas entre Guayaquil-Quito, consideramos las especificaciones anotadas en el cuadro (4:4), fig. (4:1). Existiendo además de las repetidoras de Cochabamba y San Javier, las de Bombo lí y Atacazo, hasta llegar a la Estación terminal en Quito, cuyas distancias son menores que las anteriores.

Este sistema tiene una capacidad para 600 canales TF pero utilizando actualmente 30, de los cuales son 2 para la telegrafía, correspondiente a los canales 5 en el grupo 2 del supergrupo 5.

Según el anexo del Informe 244-1 CCIR, nuestro país está comprendido -

entre las latitudes  $10^{\circ}\text{N}$  y  $10^{\circ}\text{S}$ , caracterizado por temperaturas elevadas que varían ligeramente y por intensas y constantes lluvias que mantienen humedad permanente.

El valor medio anual de  $N_s$  (refractividad en la superficie de la tierra =  $(n-1) \cdot 10^6$ ; en donde  $N$  es el índice de refracción del aire) es de unas 360 unidades  $N$ , con una gama de variación entre 0 a 30 unidades  $N$ .

Es de notar que por la posición geográfica Guayaquil se encuentra en la zona intermedia entre la cálida-fresca-seca y la cálida-ardiente-húmeda con la  $T^{\circ}$  media anual de  $25.2^{\circ}\text{C}$  y con precipitaciones atmosféricas anuales de 659.8 mm.

Cochabamba.- Se encuentra en la zona temperada-subandina con una  $T^{\circ}$  media anual entre  $10^{\circ}$  y  $15^{\circ}\text{C}$  y con abundantes precipitaciones; San Javier en la zona cálida-ardiente - húmeda con una  $T^{\circ}$  anual media de  $24^{\circ}$  y también abundantes precipitaciones; Bombolí situada en una zona similar a Cochabamba; Atacazo en la zona fría-andina con temperaturas entre  $9^{\circ}$  y  $30$  y precipitaciones abundantes; - y Quito situada en la zona temperada-interandina, con temperatura promedio anual de  $13^{\circ}\text{C}$  y precipitaciones anuales que superan a los 1000 mm.

Se nota que en los tramos donde hay abundante lluvia, las atenuaciones se producen por este motivo, no sin antes definir a la calidad del sistema con la relación señal/ruido en el extremo del circuito.

DISTANCIA.- El CCIR permite un valor tolerable entre 50 y 80 Km, pero como en nuestro caso los sobrepasamos, éstos son admitidos en base de que se tiene líneas de vista por las diferencias de altura, a las frecuencias utilizables y también a sus potencias de salida. Además por que se utiliza  $K=1.33$  que está dentro del rango de la Atmósfera Standard, permitiendo una optimización del enlace, al evitar obstáculos dentro de la primera zona de FRESNEL.

RUIDO.- Generalmente interesa conocer la potencia de ruido medida en picowatts, utilizando un instrumento especial denominado psófono para efectuar dichas mediciones.

Específicamente analizaremos los ruidos causados por los fenómenos de propagación y los que se establecen en las Recomendaciones Internacionales.



De acuerdo a la Recomendación 395-1. Oslo 1.966, Vol. IV (CCIR), acerca del Ruido en la Sección radioeléctrica de circuitos a establecerse sobre enlaces reales, la potencia psfométrica de ruido en un punto de nivel relativo cero, será:

Para  $50 \text{ Km} \leq L \leq 840 \text{ Km}$ .

a) Su valor medio durante una hora cualquiera no sea superior a  $3L \text{ pW} + 200 \text{ pW}$ .

Es decir para este caso  $L=100 + 105 = 205 \text{ Km}$ .

Entonces  $3 \times 205 + 200 = 805 \text{ pW}$ .

b) Su valor medio durante un minuto no sea superior a  $3L \text{ pW} + 200 \text{ pW}$  durante más de 20% de cualquier mes.

Es decir que el valor medido no debe ser superior a  $805 \text{ pW}$  durante 140 horas.

c) Su valor medio durante un minuto no sea superior a  $47.500 \text{ pW}$  durante más de  $(280/25.000) \times 0.1\%$  de cualquier mes cuando  $L \leq 280 \text{ Km}$ .

Es decir para  $0.112 \times 40 \text{ minutos} = 4.48 \text{ minutos}$ .

Prácticamente se ha demostrado que para obtener una buena calidad de transmisión se toman valores de  $3 \text{ pW/Km}$ .

Además también se han obtenido datos, que nos sirven de guía, siendo los siguientes:

Valores de potencia de

ruido a nivel

relativo cero

Impresión subjetiva del oyente.

10.000 pW 50 dBm

Ruido apenas perceptible.

100.000 pW 40 dBm

Ruido que aún permite una buena comunicación

1.000.000 pW 30 dBm

Mucho ruido y afecta bastante.

Es necesario tener en cuenta, que según la Recomendación 393-1, numeral(1-4), el valor de potencia de ruido no ponderado (medido con un instrumento de constante de tiempo igual a 5 ms.), no excederá  $10^6 \text{ pW}$  por más de 0.01% (4') de cualquier mes.

Es decir que la potencia de ruido que pueda exceder a ese valor es proporcio-

mal al número de secciones homogéneas consideradas. Tomando en cuenta que esta característica está relacionada con la necesidad de transmitir satisfactoriamente la señalización telefónica, así como la telegrafía armónica a 50 Bd por dichos canales. Estas condiciones serán verosímilmente satisfactorias si se utiliza material de telegrafía armónica con modulación de frecuencia.

Existen también el ruido térmico y el de intermodulación influyentes en la señal transmitida, pero que lo utilizaremos para el cálculo de las atenuaciones respectivas cuya fórmula es:

$$(4.2.1.) A_t = A_o - (g_1 + g_2) + A_{L1} + A_{L2} + A_f$$

donde:  $A_t$  = atenuación total del recorrido RF.

$A_o$  = atenuación del trayecto de espacio libre

$A_L$  = pérdida en alimentadores (incluyendo guía de ondas, filtros, etc)

$g$  = ganancia de antena

$A_f$  = atenuación por Fading

$A_z$  = 0 (atenuación por obstrucción)

Siendo además:

$$A_o = 92.4 + 20 \log d + 20 \log f \quad \begin{array}{l} d = \text{longitud del tramo (Km)} \\ f = \text{frecuencia (GHz)} \end{array}$$

Luego para los tramos de 105 y 106 Km respectivamente tendremos, en base al anexo fig. 2 (Hornuth):  $A_o = 148.5$  dB para  $f = 6$  GHz.

En base a las características de la guía de ondas WR 137 según especificación técnica del equipo y observando la fig. IV-5 (O.Posada) al considerar 50 m de long. entre la antena y el equipo, se encuentra:

$$A_L = \frac{2.1 \text{ dB}}{100 \text{ ft}} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.3 \text{ m}} \times 50 \text{ m} = 3.5 \text{ dB}$$

Para calcular  $g$  tenemos, que el diámetro de los radiadores isotrópicos son de 10 pies y cuyos valores se encuentran en la tabla 19 (Hornuth):  $g_k = 43.1$  dB.

Por último tomando los datos del anuario climatológico de 1.971 N° 11 se obtiene para Guayaquil, por la Estación Meteorológica de primer orden en el Aeropuerto, una precipitación anual de 0.0765 mm/h y para Marzo el mes más lluvioso



vioso, la precipitación de 0.59 mm/h.

Para Cochabamba obtenemos los datos de la Estación de San Pablo Arenas y de San Simón que son de segundo orden, precipitaciones de 0.168 mm/h y en Marzo 0.54 mm/h; 0.096 mm/h y en Marzo 0.32 mm/h respectivamente.

Para San Javier de las Estaciones de Pichilinge de primer orden con precipitaciones de 0.215 mm/h y para Marzo 1.05 mm/h; y, de San Juan - La Maná, de segundo orden una precipitación de 0.368 mm/h y para Marzo 1.45 mm/h.

Es decir que en el tramo Guayaquil - Cochabamba hay menos precipitaciones atmosféricas que el tramo Cochabamba - San Javier, pudiéndolas apreciar en el plano de isoyetas en mm. Ver fig. (4:2).

Por lo tanto al promediar datos, tenemos: Para el primer tramo 0.39 mm/h y para el segundo, 1.22 mm/h; de allí que según la curva de Ryde fig. (3:1) (BIANCHINI), obtendríamos prácticamente 0 dB/Km, en vista de la frecuencia utilizada para este caso. Sin embargo, dada la complejidad de una previsión obtenible basada en valores teóricos, se recurre a los valores experimentales, utilizando el anexo fig. 25 (Hormuth), para valores no superados el 1% del año (87.6 horas de 1 año) lo cual nos da:  $A_z = 1.7$  dB y  $A_f = 6$  dB.

Por lo que al reemplazar en la (4.2.1.), se tiene:

$$A_{t1} = 148.5 - 2(43.1) + 2(3.5) + 1.7 + 6 = 77 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 148.5 - 2(43.1) + 3.5 + 0.6 + 1.7 + 6 = 74.1 \text{ dB}$$

RELACION S/R.- Calculando el valor del sistema, que generalmente viene especificado, pero que en si varía para cada canal utilizado, se aplica la fórmula:

la:

$$(4.2.2.) \frac{S}{N} = \frac{P_o}{2nKT(f_2 - f_1)} \left( \frac{\Delta f}{f_{12}} \right)^2$$

n = factor de ruido

K = constante de Boltzman ( $1.38 \times 10^{-23}$  Joule/ °K)

T = temperatura en °K

$f_1$  y  $f_2$  = frecuencias límites del canal considerado.

$$f_{12} = \frac{f_1 + f_2}{2} \text{ frecuencia central de dicho canal}$$

$\Delta f$  = desviación máx. por canal

$P_o$  = potencia a la entrada del receptor

$$P_o = P_T - A_t \text{ (dB)}$$

Y como se define a:  $S_G = \frac{S}{N} = S_V - A_t$ , siendo  $S_V$  = valor del sistema.

Se obtiene de la (4.2.2.)

$$(4.2.3.) S_V = P_T + 20 \log \frac{f}{f_{12}} - N - 10 \log (f_2 - f_1) + 204 \text{ dB}$$

En la cual

Calculando para los canales 5 y/o 6; se tiene:

$$P_T = 0$$

$$20 \log \frac{\Delta f}{f_{12}} = 20 \log \frac{200 \cdot \sqrt{2}}{1233} = 12.8 \text{ dB}$$

$$N = 11 \text{ dB}$$

$$10 \log (f_2 - f_1) = 36 \text{ dB}$$

$$\text{Por lo tanto: } S_V = 144.2 \text{ dB}$$

Aplicando la (4.2.3.)

$$S_{G1} = 144.2 - 77 = 67.2 \text{ dB} \text{ y } S_{G2} = 144.2 - 74.1 = 70.1 \text{ dB}$$

b) En el sistema Guayaquil-Machala, cuyas características están en el cuadro (4:4), fig. (4:1); la transmisión es en UHF, teniendo una capacidad máx. de 24 canales, de los cuales usamos para telegrafía el canal 1 del grupo 4 en Bastidor B-13/Bloque 38.

CLIMA.- De acuerdo a la posición geográfica, la estación repetidora de Reppen se encuentra en la zona Subtropical-subandina con una temperatura media anual 18°C y precipitaciones atmosféricas de 1.333.3 mm; y, Machala en la zona cálida-fresca-seca con 24.6 de temperatura anual y 131.9 mm de precipitaciones atmosféricas.

DISTANCIA.- Prácticamente la distancia de 156 Km entre Guayaquil y Reppen es la que nos está produciendo los desvanecimientos y distorsiones que perturban



a la señal transmitida, específicamente por que se refracta sobre los tramos de agua que atraviesa, a más de las producidas por las precipitaciones atmosféricas en ese trayecto y en el que se enlaza con Machala.

RUIDO.- De acuerdo a la recomendación 395-1, se tiene:

a) El valor medio durante una hora cualquiera no debe ser superior a:

$$3 \times 201 + 200 = 803 \text{ pW, siendo } L = 156 + 45 = 201 \text{ Km}$$

b) El valor medio durante 140 horas no deben sobrepasar los 803 pW.

c) Su valor medio durante un minuto no sea superior a 47.500 pW durante más de 4.48 minutos de cualquier mes.

Es necesario recordar que para telegrafía armónica no debe exceder  $10^6$  pW durante 4' de cualquier mes.

ATENUACION.- Considerando los tramos respectivos:

<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>	
d = 156 Km	45 Km	
f = 400 MHz	400 MHz	
$A_o = 124.9 \text{ dB}$	114.5 dB	Anex 2/Hormuth
$A_L = \frac{2.5}{100} \times 40 = 1 \text{ dB}$	$\frac{2.5}{100} \times 12 = 0.3 \text{ dB}$	tab 20/Hormuth
$\xi_1/2 = 20 \text{ dB}$	11 dB	
$A_f = 12 \text{ dB}$	6 dB	

Por lo tanto, al aplicar la (4.2.1.), se obtiene:

$$A_{t1} = 124.9 - 2(20) + 1 + 0.3 + 12 = 118.2 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 114.5 - 2(11) + 2(0.3) + 6 = 99.1 \text{ dB}$$

RELACION S/R.- Calculando el valor del sistema, mediante la (4.2.3.), se encuentra  $S_v = 165.2 \text{ dB}$ , con lo que se obtendría:

$$S_{G1} = 165.2 - 118.2 = 47 \text{ dB}$$

$$S_{G2} = 165.2 - 99.1 = 66.1 \text{ dB}$$

c) El sistema Guayaquil-Loja, cuyas características están en el cuadro (4:5), fig. (4:1); la transmisión se realiza en VHF y UHF, con una capacidad máx. de 24 canales, de los cuales usamos para telegrafía el canal 8 del grupo 2 en el Bastidor B-13/bloque 38.

CLIMA.- La estación repetidora Reppen también interviene para este enlace, cuyas características fueron analizadas anteriormente. Las siguientes estaciones de Huachichambo y Loja se encuentra en la zona temperada-interandina con una temperatura media anual de  $14.5^{\circ}\text{C}$  y precipitaciones atmosféricas anuales de 801.3 mm.

DISTANCIA.- La distancia Reppen-Huachichambo y la de este último con Loja son tramos permisibles, en donde las precipitaciones atmosféricas influyen más en el primer tramo, que en estos últimos, la temperatura no afecta mucho, sin embargo hay que considerar la rugosidad del terreno, por la presencia de la cordillera de los Andes.

RUIDO.- Tomamos en consideración la misma Recomendación 395-1 pero con las distancias respectivas para este caso:

a)  $L = 154 + 72 + 3 = 229 \text{ Km.}$

Luego el valor medio no debe ser superior a:  $3 \times 229 + 200 = 887 \text{ pW}$  en una hora cualquiera.

b) EL valor medio no debe ser superior a 887 pW

c) Similar a los anteriores.

ATENUACION.- Se consideran los tramos siguientes:

<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>	<u>Tramo 3</u>	
$d = 156 \text{ Km}$	$72 \text{ Km}$	$3 \text{ Km}$	
$f = 300 \text{ MHz}$	$400 \text{ MHz}$	$400 \text{ MHz}$	
$A_0 = 125.4 \text{ dB}$	$118.6 \text{ dB}$	$94.16 \text{ dB}$	(anex.2/Jornuth)
$A_1 = \frac{25}{100} \times 12 = 0.3$	$0.3$	$0.15$	(tab.20/Hornuth)
$g_1/2 = 12 \text{ dB}$	$18 \text{ dB}$	$9 \text{ dB}$	
$A_f = 12 \text{ dB}$	$12 \text{ dB}$	$12 \text{ dB}$	

Por lo tanto; aplicando la (4.2.1.) se obtiene:

$$A_{t1} = 125.4 - 2(12) + 2(0.3) = 114 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 118.6 - 2(18) + 2(0.3) + 12 = 95.2 \text{ dB}$$

$$A_{t3} = 94.16 - 2(9) + 0.3 + 0.15 + 12 = 88.61 \text{ dB}$$



RELACION S/R.- De acuerdo a los cálculos efectuados mediante (4.2.3.) se encuentra para el primer tramo  $S_v = 157.8$  dB y para los otros 2 es de 161.8 dB, con lo que se obtiene:

$$S_{G1} = 157.8 - 114 = 43.8 \text{ dB}$$

$$S_{G2} = 161.8 - 95.2 = 66.6 \text{ dB}$$

$$S_{G3} = 161.8 - 88.61 = 73.19 \text{ dB}$$

a) En el sistema Guayaquil-Cuenca, cuyas características están en el cuadro (4:5), fig. (4:1); la transmisión es también en UHF con capacidad máx. para 24 canales, de los cuales usamos el canal 1 del grupo 4 supergrupo 6 en el Bastidor A-2/bloque 19.

CLIMA.- La estación Altahurco se encuentra en la zona subtropical-interandina con escasas lluvias y una temperatura media anual  $10.2^{\circ}\text{C}$ .

La estación Buerán está en la zona fría andina con abundantes lluvias y una temperatura anual de  $5^{\circ}\text{C}$ . Y Cuenca, que está en la zona temperada-interandina con precipitaciones atmosféricas 764.4 mm y una temperatura media anual de  $14^{\circ}\text{C}$ .

DISTANCIA.- Las distancias entre las repetidoras y las terminales son permisibles, en base a la línea de vista, pero sin embargo los desvanecimientos son producidos por las variaciones de las precipitaciones, así como también del clima y la rugosidad del terreno.

RUIDO.- Se toma la Recomendación 395-1 con la variación de las distancias:

$$a) I = 104 + 18 + 34 = 156 \text{ Km}$$

Por lo tanto el valor medio no debe ser superior a:

$$3 \times 156 + 200 = 668 \text{ pW en una hora cualquiera.}$$

b) El valor medio no debe ser superior a 668 pW.

c) Similar a los anteriores.

ATENUACION.- Se consideran los tramos respectivos:

<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>	<u>Tramo 3</u>
d = 104 Km	18 Km	34 Km
f = 400 MHz	400 MHz	350 MHz

$A_0 = 121.9$ dB	106.5 dB	110.5 dB	(anex.2/Hormuth)
$A_1 = \frac{25}{100} \times 15 = 0.375$	0.375	0.25	(tab.20/Hormuth)
$s_1/s_2 = 14$ dB	11 dB	11 dB	
$A_f = 6$ dB	12 dB	12 dB	

Por consiguiente; al aplicar la (4.2.1.), se obtiene:

$$A_{t1} = 121.9 - 2(14) + 2(0.375) + 6 = 100.65 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 106.5 - 2(11) + 2(0.375) + 12 = 97.25 \text{ dB}$$

$$A_{t3} = 110.5 - 2(11) + 2(0.25) + 12 = 101 \text{ dB}$$

RELACION S/R.- Con el valor del sistema calculado mediante (4.2.3.) nos da -

$$S_v = 165.2, \text{ con lo que obtenemos:}$$

$$S_{G1} = 165.2 - 100.65 = 64.55 \text{ dB}$$

$$S_{G2} = 165.2 - 97.25 = 67.95 \text{ dB}$$

$$S_{G3} = 165.2 - 101 = 64.2 \text{ dB}$$

e) El sistema Guayaquil-Salinas, cuyas características están en el cuadro (4:6), fig. (4:1); funciona en las gamas de frecuencia UHF y VHF, con una capacidad máxima de 24 canales de los cuales usamos el canal 8 del grupo 1 en el Bastidor — B-13/bloque 53.

CLIMA.- Las estaciones de Animas y Salinas se encuentran en la zona cálida-fresco-seca, con temperaturas medias anuales de 23.6°C y de 22.9°C respectivamente y pocas precipitaciones atmosféricas, permitiéndonos así una buena interconexión entre dichas Centrales.

DISTANCIA.- Permisibles.

RUIDO.- Se considera la Recomendación 395-1

$$a) L = 72.5 + 64.5 = 137 \text{ Km}$$

Por lo tanto el valor medio no debe ser superior a:

$$3 \times 137 + 200 = 611 \text{ pW en una hora cualquiera.}$$

b) El valor medio no debe superar los 611 pW

c) Similar a los anteriores

ATENUACION.- Se consideran los tramos siguientes:

<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>
d = 72.5 Km	64.5 Km



$f = 400 \text{ MHz}$	$300 \text{ MHz}$	
$A_o = 118.5 \text{ dB}$	$115 \text{ dB}$	(anex.2/Hormuth)
$A_1 = \frac{25}{100} \times 12 = 0.3$	$0.75$	
$\epsilon_1/\epsilon_2 = 12 \text{ dB}$	$12 \text{ dB}$	
$A_f = 6 \text{ dB}$	$6 \text{ dB}$	

Por consiguiente, al aplicar la (4.2.1.) se obtiene:

$$A_{t1} = 118.5 - 2(12) + 2(0.3) + 6 = 101.1 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 115 - 2(12) + 2(0.75) + 6 = 98.5 \text{ dB}$$

RELACION S/R.- Calculando el valor del sistema con los datos obtenidos mediante la (4.2.3.), se encuentra  $S_v = 165.74$  y  $169.74$ , con lo que obtenemos:

$$S_{G1} = 165.74 - 101.1 = 64.64 \text{ dB}$$

$$S_{G2} = 169.74 - 98.5 = 71.24 \text{ dB}$$

2) El sistema Guayaquil-Manta-Portoviejo, cuyas características están en el cuadro (4:6), fig. (4:1); funciona en UHF y con capacidad máx. de 60 canales de los cuales 36 son para Manta y 24 para Portoviejo, utilizando el canal 1 - del grupo 3/supergrupo 9 y el canal 7 del grupo 4 para Manta y Portoviejo respectivamente.

CLIMA.- La estación de Gramalotal se encuentra en una zona cálida-húmeda con 1455.7 mm de precipitaciones atmosféricas y la estación de Cerro de Hojas está en una zona cálida-fresca-seca con precipitaciones anuales de 839.9 mm.

Manta y Portoviejo también están en la región cálida-fresca-seca con precipitaciones anuales de 338 mm y 406.9 mm y temperaturas ambientales medias de  $24.6^\circ\text{C}$  y  $23.8^\circ\text{C}$ . respectivamente.

DISTANCIAS.- Permisibles.

RUIDO.- Considerando la Recomendación 395-1

$$a) L_1 = 61.5 + 59.2 + 22 = 142.7 \text{ Km}$$

$$L_2 = 61.5 + 59.2 + 11 = 131.7 \text{ Km}$$

Por lo tanto el valor medio no debe ser superior a:

$$3 \times 142.7 + 200 = 628.1 \text{ y a } 3 \times 131.7 + 200 = 595.1 \text{ pW en una hora cualquiera.}$$

b) El valor medio no debe superar los 628.1 y 595.1 pW respectivamente.

c) Similar a los anteriores

ATENUACION.- Se consideran los tramos siguientes:

<u>Tramo 1</u>	<u>Tramo 2</u>	<u>Tramo 3/4</u>
d = 61.5 Km	59.2 Km	11/22 Km
f = 430 MHz	430 MHz	350 MHz
A <sub>0</sub> = 118 dB	117	103/106.5 (anex.2/Hormuth)
A <sub>1</sub> = $\frac{25}{100} \times 60 = 15$	0.3	0.3
$\epsilon_1/\epsilon_2 = 14$	14	11/11
A <sub>F</sub> = 6	12	6/6

Por consiguiente; al aplicar la (4.2.1.) se obtiene:

$$A_{t1} = 118 - 2(14) + 15 + 0.3 + 6 = 97.8 \text{ dB}$$

$$A_{t2} = 117 - 2(14) + 2(0.3) + 12 = 106.6 \text{ dB}$$

$$A_{t3} = 103 - 2(11) + 2(0.3) + 6 = 87.6 \text{ dB Portoviejo}$$

$$A_{t4} = 106.5 - 2(14) + 2(0.3) + 6 = 85.1 \text{ dB Manta}$$

RELACION S/R.- Calculando el valor del sistema, mediante (4.2.3.), encontramos S<sub>v</sub> = 155.1 y 147.2 para Manta y Portoviejo respectivamente, con lo que obtenemos:

$$S_{G3} = 147.2 - 87.6 = 59.6 \text{ dB}$$

$$S_{G4} = 155.1 - 85.1 = 70 \text{ dB}$$

4.2.1.- Analisis de las Comparaciones:

FRECUENCIA INTERMEDIA.- Recomendación 403-1.- Vol IV (CCIR)

El sistema KTR II cumple con lo especificado es decir 70 MHz como valor central, con 75 Ω de impedancia nominal (asimétrica).

El sistema ZRL400-4/4B, también cumple con la especificación, es decir para 35 MHz como valor central.

El sistema 3RL-10 no cumple con la Recomendación de 35 MHz sino que tiene 18 MHz.

EXCURSION DE FRECUENCIA.- Recomendación 404-1.- Vol IV (CCIR)

Asegurando la utilización más económica posible del espectro de frecuencia,-



conviene utilizar la mínima excursión de frecuencia, permitiéndose utilizar la preacentuación con el objeto de distribuir de modo más uniforme la relación S/R entre los diversos canales de un sistema telefónico, encontrándose que el sistema KTR II cumple con los 200 KHz de desviación eficaz.

El sistema ZRL400-4 y el 3RL-10 también cumplen con 35 KHz; y el ZRL400-4B con 100KHz de desviación por canal.

PREACENTUACION EN FM.- Recomendación 275-1.- Vol. IV (CCIR).

Considerando que en los sistemas de FM, el ruido térmico es más elevado en el canal superior y disminuye al decrecer la frecuencia en la banda base, se recomienda la utilización de la preacentuación y la desacentuación, restringiendo a 8 dB el margen de la primera, encontrándose también que los sistemas KTR II y ZRL400-4/4B si utilizan estas características, más no el 3RL-10.

INTERCONEXION EN FRECUENCIA B.B.- Recomendación 380-1.- Vol. IV (CCIR).

De acuerdo al cuadro de las características esenciales de la banda base, tenemos:

El sistema KTR II cumple: con 600 canales máximos, 60-2792 KHz frecuencias límite de la banda base, 75  $\Omega$  asimétrica de impedancia nominal de la banda y cuyos niveles relativos de potencia por canal están entre  $\gt -45$  dBr y  $\lt -20$  dBr para la entrada y salida del equipo radio eléctrico.

El sistema ZRL400-4B cumple con 60 canales máx. pero con un rango de 6-300KHz para la banda base, el cual debería ser de 60-300 KHz según la Recomendación; 150  $\Omega$  simétrica de impedancia nominal y los niveles relativos de potencia - entre  $\gt -45$  dBr y  $\lt -15$  dBr para la entrada y salida del equipo respectivamente.

El sistema ZRL-400-4 también cumple con 24 canales como máx. pero con una variante del rango límite de 6-108 KHz de la banda base, 150  $\Omega$  asimétricos de impedancia nominal y está dentro de los niveles relativos de potencia de  $\gt -45$  dBr y  $\lt -15$  dBr para la entrada y salida del equipo respectivamente; y, el sistema 3RL-10 también cumple con las características de 24 canales arriba mencionadas e inclusive para el otro rango de transmisión de VHF.

SEÑALES PILOTO DE CONTINUIDAD.- Recomendación 401-1.- Vol. IV (CCIR)

De acuerdo al cuadro de las características principales de la señal piloto tenemos:

El sistema KTR II cumple con 8.5 MHz pero con una excursión eficaz de 200 KHz, en lugar de 140 KHz y una estabilidad 0.005%.

El sistema ZRL-4/4B cumple con 119 KHz, 331 KHz y con una excursión de 20 KHz y 50 KHz respectivamente, así como también una estabilidad menor  $\pm$  0.005%.

El sistema 3RL-10 se puede decir que cumple en lo que respecta solamente a la frecuencia piloto siendo esto, de 119 KHz.

INFLUENCIA DEL TERRENO EN LA PROPAGACION TROPOSPERICA: INFORME 236.- Vol II. (CCIR).

La propagación por encima de mar o de terreno regular depende en principio de las constantes eléctricas de la superficie de la tierra, de allí que a las bajas frecuencias predomina el efecto de la conductividad y para elevadas frecuencias es la constante dieléctrica la que ejerce principal influencia.

En la mayoría de los casos de propagación por trayecto terrestre, se ha admitido que es sumamente difícil tener en cuenta la irregularidad del terreno, así como la vegetación y los obstáculos artificiales si no se hace uso de un "factor de terreno" determinado empíricamente.

En la propagación por encima de montañas elevadas, la mayor parte del trayecto puede estar por encima de las regiones de la tropósfera en la que se producen bruscas variaciones del índice de refracción. Puede ocurrir que a cada lado de una cadena de montañas las condiciones meteorológicas sean muy diferentes, por lo que, las que pueden dar lugar al desvanecimiento, existen solamente en la mitad del trayecto en un momento dado.

Estas 2 circunstancias pueden limitar los efectos de la tropósfera en las componentes individuales de la onda difractada, tendiendo a disminuir el desvanecimiento existente en los puntos de recepción de intensidad del campo elevado.

NORMALIZACION DE LOS SISTEMAS DE WT CON FM PARA 50 Bd.- Recomendación R-35.-



Tomo VII (CCITT).

Se recomienda la velocidad de modulación en 50 Bd y para las frecuencias medias nominales se adopte la serie de frecuencias formadas por los múltiplos impares de 60 Hz, siendo la más baja de 420 Hz, de conformidad con la B-31, definiéndose a la frecuencia media  $F_0$  por la semisuma de las dos frecuencias características correspondientes a las polaridades permanentes de arranque  $F_A$  y de parada  $F_Z$ , sin que se desvíen 2Hz de su valor nominal.

La asimetría en la transmisión  $\int = \frac{|F_0' - F_e|}{F_A - F_Z'}$  no debe exceder el 3%.

Deben fijarse en 60 Hz la diferencia entre las dos frecuencias características de un mismo canal, tolerando un máx. de  $\pm 3$  Hz.

La potencia media transmitida en la línea (punto de nivel relativo cero) se limita a  $135 \mu W$  para el conjunto de los canales del sistema, por lo que la potencia media admisible por canal telegráfico en el punto de nivel relativo cero, tendrá los siguientes límites: Para 12 canales WT se tendrá una potencia de  $11,25 \mu W$  ó  $-19,5$  dB en nivel absoluto y para 24 canales WT  $5,6 \mu W$  ó  $-22,5$  dB en nivel absoluto. En servicio, los niveles de las señales correspondientes a la polaridad "A" y "Z" permanentes, no deben diferir más de  $\pm 1,7$  dB en el mismo canal, siendo la frecuencia de arranque "A" la más elevada y la de parada "Z" la más baja de las frecuencias características.

Sin embargo, mediante acuerdo entre las Administraciones y según la Recomendación H-12, estos límites de potencia podrán aumentarse para WT con FM, establecidos en un circuito telefónico de frecuencias vocales, o en un canal de un sistema telefónico de corrientes portadoras en líneas aéreas de hilo desnudo o cables, o en un canal telefónico de un radioenlace, cuyos valores límites así aumentados, no deberán rebasar jamás los fijados para la potencia correspondiente a la transmisión de un trozo continuo en el caso de WT con AM para 12,18 y 24 canales telegráficos, cuya potencia será  $35,15$  y  $9 \mu W$ , con  $-14,5$ ,  $-18,25$  y  $-20,45$  dB, respectivamente.

El equipo receptor deberá funcionar satisfactoriamente cuando el nivel de recepción sea  $17,4$  dB inferior al nivel nominal y restituir la polaridad de arran

que cuando el nivel de recepción haya caído a 23,5dB por debajo del nivel nominal, que en muchos casos sirve de referencia para la alarma.

En el momento de entrega de los equipos, por el constructor, la WT con 50Bd y FM no debe rebasar los siguientes valores de grado de distorsión propia isócrona, en un canal telegráfico, los mismos que corresponden a mediciones locales con una línea artificial y conectados a los bornes de un transmisor y de un receptor, con niveles de transmisión normales y sin que la línea artificial introduzca deriva de frecuencia, pero sujeto a la distorsión fortuita debida a las interferencias entre canales: 5%.

Mantenido el nivel en un valor constante, pero diferente al normal, comprendido entre 8,7dB por encima y, 17,4 dB por debajo del nivel normal de recepción: 7%.

En presencia de una frecuencia interferente sinusoidal pura, igual a una y otra frecuencia característica, cuyo nivel es de 20dB por debajo de la señal - 12%; e, introduciendo una deriva  $\Delta f$  en Hz, durante la transmisión por la línea artificial, siendo  $\Delta f < 5\text{Hz}$ :  $(5+2,5 \Delta f)\%$ .

NUMERACION DE LOS CANALES DE WT: Recomendación R-70 bis.- Tomo VII (CCITT).

Por la posibilidad de explotar en un mismo sistema canales de características distintas, se hace necesario un modo de numeración de los canales permitiendo reconocer: tipo de modulación, velocidad nominal de modulación y lugar que ocupa en la gama de frecuencia, recomendándose la numeración 101 a 124 para los canales con 120 Hz de separación y modulación de frecuencia, cuya distribución se encuentra en el Cap. 2, numeral (2.3).

UTILIZACION DE CIRCUITOS PARA LA WT: Recomendación M-80.- Tomo III (CCITT).

Para los enlaces de telegrafía armónica se emplean circuitos telefónicos de 4 hilos, teniendo un canal en cada sentido de transmisión entre los equipos terminales de la WT. El enlace de WT, para circuitos internacionales, consiste en una Línea Internacional, con secciones nacionales que, eventualmente lo conectan a las estaciones terminales en WT, pudiendo hacerlo por líneas de co



riente portadora, cables de pares coaxiales, líneas de frecuencia vocales, o por cualquier combinación de circuito de este tipo, generalmente estos enlaces normales, no constan de equipos de terminación o de señalización, ni supresores de eco.

La línea Internacional puede estar constituida por un canal de un grupo primario o por canales de varios grupos primarios conectados en tándem. Las secciones nacionales e internacionales pueden interconectarse para establecer una línea internacional, por medio de cables urbanos de frecuencias vocales de poca longitud, amplificados o no, en grupos primarios a larga distancia o incluso por líneas de frecuencias vocales con amplificación.

Siempre que sea posible, deberá preverse una línea de reserva entre los 2 centros terminales internacionales, por medio de un circuito telefónico nacionales o internacionales o canales instalados, pero no en servicio, especialmente si se trata de secciones de gran longitud o de secciones que forman parte de un enlace "intercontinental", el mismo que seguirá otro trayecto al normal.

CIRCUITOS FICTICIOS DE REFERENCIA: Recomendación G212.- Tomo III (CCITT).

Es el circuito hipotético, de longitud definida, con un número determinado de equipos terminales e intermedios bastante elevado, pero no excesivo. Constituye un elemento necesario para el estudio, especialmente del ruido, un circuito de larga distancia, en donde se utiliza la potencia psfométrica, cuando se supone que los ruidos se adicionan según la Ley cuadrática, definiéndose por la fórmula:

$$\text{potencia sofométrica} = \frac{(\text{tensión sofométrica})^2}{600}$$

$$\text{./} \cdot \text{ } = \frac{(\text{Fuerza electromotriz sofométrica})^2}{4 \times 600}$$

$$\text{./} \cdot \text{ } (pW) = \frac{(\text{f.e.m. sofométrica en mV})^2}{0.0024}$$

OBJETIVOS DE RUIDO PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE CORRIENTES PORTADORAS DE 2.500 KM: Recomendación G222.- Tomo III (CCITT).

A fin de que los sistemas multicanales de corrientes portadoras establecidos

en cables o radioenlaces, tengan la misma calidad de transmisión, en lo que a ruido se refiere, deben adoptarse los siguientes objetivos de ruido en un punto de nivel relativo cero, para todo canal telefónico que tenga la misma constitución que el circuito ficticio de referencia del sistema considerado. Al utilizar equipos de telegrafía armónica con FM y 50Bd, se espera que la calidad de la transmisión Telefónica cumpla los niveles necesarios, para así obtener una buena transmisión telegráfica.

Por lo tanto la potencia sofométrica media no deberá exceder de 10.000 pW. en el curso de una hora cualquiera, tampoco durante más del 20% de cualquier mes; y, durante un minuto no deberá exceder de 50.000 pW. durante más del 0,1% de cualquier mes.

Además, la potencia no ponderada de ruido, medida o calculada con una duración de integración de 5ms, no deberá exceder de  $10^6$  pW durante más del 0.01% ( $10^{-4}$ ) de cualquier mes, por lo que nunca deberá haber más de 7 horas de interrupción del tráfico telegráfico por mes.



J. O. A. H.	Temperatura media °C.	Lluvia mm	Altura	Índice actual	Características	Lugar de conexión	Estado	Observaciones
Libertad	24.3	200	3	IF	Cable 50x0.7 pupini-zado.	Salinas	bueno	
Ancón	23.5	209	6	IF	monofilar	Salinas		construir
Punta Carnero	22.9	209	6	IF	Cable 20x0.7 pupini-zado.	Salinas	bueno	
Santa Rosa	25 <sup>0</sup>	641	6	IF	monofilar	Machala	regular	construir
Pasaje	23.3	589	15	IF	"	Machala	"	"
Huaquillas	24	430	10	IF	"	Machala	"	"
Milagro	24	828	13	IF	bifilar	Guayaquil	regular	Telefonía
San Carlos	24.2	976	35	IF	monofilar	"	"	
Babahoyo	25 <sup>0</sup>	1.867	8	IF	bifilar alambre BWG 12	Guayaquil		Telefonía
Catarama	24.4	1.116	7	IF	hierro galvanizado d=2.053 mm	Babahoyo	bueno	construir
Ventanas	24	1.500	10	IF	R=2.600 en bucle	"	"	"
Vinces	23.3	1.605	20	IF	R=45 Ω /Km.	"	"	"
Sta. Ana	24.8	74 <sup>0</sup>	15	IF	monofilar	Portoviejo	regular	construir
Jipijapa	21.1	1.115	528	IF	"	"	"	"
Piñas	21.8	1.120	1160		"	Zaruma	"	"

húmeda - fresca - seca

húmeda - ardiente - seca

LINEAS FISICAS : LUGARES REMOTOS

CUADRO ( 4:1 )

LUGAR	Temperatura media °C	Lluvia mm	Altura m	Balace actual	Características	Lugar de conexión	Estado	Observaciones
Tropical Interandina	ZAMORA	1924	970	IF	Monofilar	Loja	regular	construir
	GIRON	670	1598	IF	"	Cuenca	mala	"
	MACARA	356	456	IF	"	Loja	regular	"
Subtropical Interandina	MALACATOS	766	1600	IF	"	Loja	regular	construir
	GUALACDO	616	2360	IF	"	Cuenca	mala	"
	CATACCOCHA	971	1860	IF	"	Loja	regular	"
	CARLAMANGA	1317	1950	IF	"	"	"	"
Temperado Interandina	AZOGUES	550	2520	IF	2 pares BWG 12	Cuenca	buena	construir
	CELICA	1120	2700	IF	monofilar	Loja	regular	"
Hya	CAÑAR	532	3104	IF	Monofilar	Cuenca	mala	construir

LINEAS FISICAS : LUGARES REMOTOS

CUADRO ( 4:2 )



ESTACION	REF	UBICATION			EQUIPO TELECOMUNICACION				SIST. RADIOFONIA	
		LAT S.	LONG	ALTURA	TIPO	CAPACIDAD	Tx (MHz)	POT (Watt)	TIPO	GANANCIA
GUAYAQUIL	230	2°12'	79°53'	8	3RL-10	24	451	6	2 yaguis	12
	230	1°42'	79°04'	2.800	3RL-10	24	462	6	"	12
QUEVEDO	231	"	"	"	"	12	469.5	10	Helix 2m	12
	231	1°31'	79°30'	25	ZRL-400	24	455.5	10	"	12
EMPALME	236	"	"	"	SRA	Monocanal	71.27K	10	yaguis	11
	236	1°21'	79°38'	120	SRA	"	77.4K	10	"	11
DAULE	225	1°50'	79°58'	20	SRA	"	156.050	7	"	11
	209	3°42'	79°37'	1.500	SRA	"	76.10	15	"	11

MONOCANALES : LUGARES HECHOTOS

C U A D R O ( 4 : 3 )

ESTACION	REF	LAT.S	LONG	ALTURA SMM	TIPO	CAPACIDAD	TX (MHz)	POT (Watt)	TIPO	GANANCIA
GUAYAQUIL	105	2° 12'	79° 53'	8	KTR II	600	5.945.2 6.063	1	10	43.1
	GOCHABAMBA II	105	79° 5'	2.900	KTR II	600	6.226.19 6.345.49	1	10	43.1
		104	"	"	"	"	"	6.286.19 6.404.79	1	10
SAN JAVIER	104	0° 57'	79° 29'	30	KTR II	600	6.004.51 6.123.1	1	10 6m	
	103	"	"	"	"	"	5.945.2 6.063.8	1	"	
	GUAYAQUIL	201	2° 12'	79° 52'	8	ZRL 400-4	24	396.2 387	10	Parabol 3m
201		3° 32'	79° 40'	2.400	ZRL 400-4	24	374.5 364	10	"	20 dB
BACHALA	203	"	"	"	"	"	312 319	10	Log. Period	11 dB
	203	3° 16'	79° 53'	6	ZRL 400-4	24	297 287	10	"	11 dB

RADIOENLACES : ESTACIONES TERMINALES Y REPELIDORAS

CUADRO ( 4:4 )



ESTACION	REF	LAT. S	LONG	ALTURA S.M.N.	TIPO	CAPACIDAD	Fx (MHz)	POT (Watt)	TIPO	GAINAJIA
GUAYAQUIL (CARTEL)	202	2° 12'	79° 53'	118	3RU-10	24	235.5	6	2 yequis	12 dB
	202	3° 32'	79° 40'	2.400	3RU-10	24	245.5	6	"	"
	204	"	"	"	ZRL 400-4	24	370 379	10	2 Helix	18 dB
HUACHICHAMBO	204	4° 1'	79° 15'	2.800	ZRL 400-4	24	391.1 399.9	10	"	"
	205	"	"	"	"	24	321 277	10	2 DIP	9 dB
	205	4° 0'	79° 13'	2.400	"	24	308 301	10	2 DIP	9 dB
GUAYAQUIL	210	2° 12'	79° 53'	8	ZRL 400-4	24	369 394	10	2 Log.Per.	14 dB
	210	2° 35'	78° 57'	2.400	ZRL 400-4	24	366.6 380	10	2 Log.Per.	14 dB
	211	"	"	"	"	24	406.6 410.75	10	"	11 dB
BUPEN	211	2° 42'	78° 55'	3.815	ZRL 400-4	24	421.5 428	10	"	11 dB
	212	"	"	"	"	24	340.5 345	10	"	11 dB
	212	2° 54'	79° 0'	2.550	ZRL 400-4	24	353.6 357.6	10	"	11 dB

RADIOELIGES : ESTACIONES TELEFONOS Y TELEVISIONES

GUAYASO ( 4:5 )

ESTACION	REP	LAT. S	LONG	ALTURA SMM	TIPO	CAPACIDAD	Fx (MHz)	POT. (Watt)	TIPO	GANANCIA
GUAYAQUIL (GABRIEL)	220	2° 12'	79° 13'	118	3RL-10	24	455	6		
AHUAS	220	2° 27'	80° 28'	400	3RL-10	24	465	6	Helix 2m	12 dB
SAJUMAS	222	"	"	"	"	24	235	10	"	12 dB
SAJUMAS	222	2° 12'	80° 57'	2	3RL-10	24	245	10	"	12 dB
SAN JAVIER	240	0° 57'	79° 29'	30	ZRL 400-4B	60	450 457.6	10	2 Log. Per.	14 dB
GRAMALOTAL	240	1° 03'	80° 01'	600	ZRL 400-4B	60	409 417	10	"	14 dB
	241	"	"	"	ZRL 400-4B	60	462.2 463	10	"	14 dB
CERRO HOJAS	241	1° 03'	80° 32'	638	ZRL 400-4B	60	413 425.6	10	"	14 dB
	242	"	"	"	ZRL 400-4B	36	353 376.7	10	"	14 dB
	243	"	"	"	ZRL 400-4	24	316 310	10	"	11 dB
MANTA	242	0° 57'	80° 43'	10	ZRL 400-4B	36	340 347.7	10	"	14 dB
PORTOVIEJO	243	1° 3'	80° 27'	200	ZRL 400-4	24	292 282	10	"	11 dB

RADIOENLACES : ESTACIONES TERMINALES Y REPETIDORAS  
CUADRO ( 4:6 )

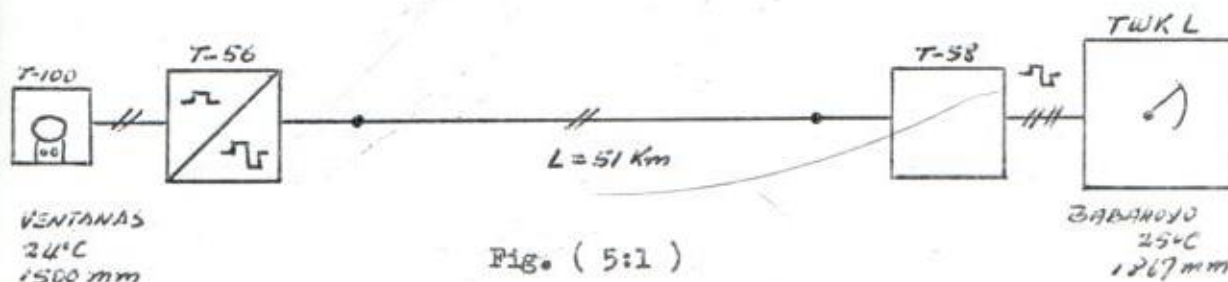


## CAPITULO QUINTO

### MEDIOS DE PROTECCION Y PRUEBAS PARA LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS EN LA REGION 2 DEL I E T E L.

#### 5.1.- EN LINEAS AEREAS CON SEÑALES DE C.C.

De acuerdo a nuestra RED TELEX-GENTEX, hay varios puntos en los cuales se debería utilizar línea física para la interconexión de los lugares remotos, por lo tanto considero el enlace BABAHOYO-VENTANAS, para efectuar las pruebas pertinentes que nos llevaría a un buen funcionamiento y así poder determinar la calidad existente en nuestro medio, es decir el grado de distorsión permisible en base a las variaciones, especialmente climatéricas que se presentan al interconectar un abonado remoto con la Central de conmutación Télex, utilizando para ello los equipos terminales de telegrafía por impulsos T58/T56 y el respectivo teleimpresor T-100, cuyas características se las analiza, mediante la fig. (5:1)



La resistencia del conductor y su desbalance es medido mediante un puente de resistencia, cuyo extremo es cortocircuitado y puesto a tierra; y el otro va puesto al instrumento, obteniendo una resistencia de bucle de  $2103\Omega$ , considerando que el aumento con la temperatura es de  $0.00393$  por  $^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , cuya variación es mínima por la pequeña diferencia de temperatura que existe entre ambos lugares, no influyendo a la resistencia total.

La resistencia de aislamiento en bucle es medida con el tester de alta impedancia, que incluye un generador de alto voltaje de c.c., la cual es influenciada por la temperatura y la humedad, obteniéndose el siguiente resultado: a  $1000\text{V}$ ,

0.50M $\Omega$ ; a 500V, 050M $\Omega$ ; a 250V, 0.55M $\Omega$  y a 100V, 056M $\Omega$ .

Con estos valores se está en capacidad de instalar la posición remota deseada y poder transmitir señales telegráficas de corriente continua de una ó dos polaridades.

Para el caso de corriente de una sola polaridad, se necesita transmitir aproximadamente el doble de la necesaria, para evitar distorsión e inclusive para una mejor atracción del relé de recepción. Esto exige por tanto, estabilidad de las fuentes de tensión, líneas y aparatos telegráficos.

Como por las líneas se puede transmitir corriente de doble polaridad, se la compara con ésta, obteniéndose las siguientes ventajas:

- a) Los acoplamientos de corriente doble están dentro de ciertos límites independientes de los cambios de amplitud.
- b) Cuando los relés están bien regulados el tiempo de atracción de éstos no origina distorsión, solamente desfase tanto para los impulsos negativos así como para los positivos.
- c) Los relés se pueden equilibrar fácilmente.

En nuestro caso transmitiremos corriente doble a 2 hilos para servicio Télex - Gentex, siendo necesario utilizar el repetidor telegráfico T-56, que reúne en sí las funciones de un circuito de transmisión para IT, así como las de un circuito convertidor de corriente simple a 2 hilos/corriente doble a 4 hilos para servicio Télex.

Principio de Operación: Ver fig. (5:2)

De acuerdo al diagrama, el switch adaptador U2, deberá estar en la posición "2Dr  $\square$ ", y por supuesto sus contactos deberán estar en posición de trabajo.

Para la descripción del trabajo del principio de IT es necesario considerar la operación del otro circuito a través de los relés telegráficos polarizados A y B.

El circuito dúplex de IT representa un circuito puente normal, en el cual el relé polarizado de recepción B, no está directamente en el circuito de línea, ni en el circuito equilibrador, sino que está acoplado a los arrollamientos



de baja impedancia (2-4)/4-5) de la bobina diferencial DDR, y a través de la resistencia  $W_{13}$ . De esta forma se eliminan ampliamente las influencias sobre el relé de recepción B, debidas tanto a la c.c. de línea, así como a la c.c. procedente de los desbalances del circuito equilibrador.

Por el contrario, las señales telegráficas entrantes son transferidas al receptor, prácticamente sin atenuación alguna, puesto que la bobina de choque actúa como alta impedancia respecto a las variaciones de la corriente de línea provocadas por las señales telegráficas. Por consiguiente, el circuito es ampliamente sensible a las oscilaciones de descarga en las líneas de larga distancia. Durante el servicio sólo se necesita ajustar la corriente de línea a su valor prefijado, trabajándose en circuito cerrado con corriente de reposo para facilitar el control de dicha corriente.

Esto necesitará el cambio de polaridad de la batería telegráfica en los arrollamientos de la estación lejana del relé de recepción.

Condición de Reposo: En este estado, la armadura a se encuentra en el lado de polarización Start, por lo que se aplica -TB al terminal al de la línea de larga distancia a través del arrollamiento (4-5) de la bobina diferencial DDR y de la resistencia variable  $R_e$ . Por encontrarse también en el puesto colateral la armadura del relé A en el lado  $\bullet$  de Start, las tensiones +TB y -TB se encuentran en dicho puesto conectadas en serie a través de la línea, circulando una corriente de reposo de 40 mA, la cual provoca una caída de tensión en el arrollamiento (4-5) de DDR.

En el circuito equilibrador circula una corriente de unos 20 mA, por el arrollamiento (4-2) de la bobina DDR, resistencia  $W_{14a}$  y el puente a través de  $W_{14b}$ , lo cual provoca una caída de tensión de distinta polaridad.

Si se usa una corriente de 20 mA en la línea, el puente a través de  $W_{14b}$  se quitará, por lo que el balanceamiento de corriente será ahora de 10 mA.

Por ser los arrollamientos (4-5) y (4-2) de iguales características, resultará una tensión tal que el relé de recepción B se mantiene en posiciones de Start.

Llamada: Al llamar el Abonado, la armadura del relé A, pasa a ocupar la posi-



ción de Stop y aplica +TB a la línea de larga distancia. A partir de este momento las tensiones telegráficas están conectadas en sentido contrario, de manera que no circula corriente por la línea. La caída de tensión a través del arrollamiento (4-5) de DDr desaparece, pero por haber cambiado simultáneamente la polaridad de la tensión en el arrollamiento (4-2) de DDr, el relé de recepción B continúa con su armadura en el lado de Start.

Por el contrario, en el puesto colateral la polaridad del circuito equilibrador permanece invariable, por lo que el relé de recepción de dicho puesto commuta su armadura al lado de Stop y transfiere la llamada.

Cuando durante el proceso de establecimiento de la comunicación, el relé A del puesto colateral recibe corriente de parada, su armadura a pasa a la posición de Stop y conecta de nuevo en serie la tensión telegráfica. En consecuencia, el relé de recepción B, del puesto que llama, commuta su armadura a la posición de Stop y establece el estado "listo para transmitir". En el arrollamiento (4-5) de DDr, se origina de nuevo una caída de tensión, que a su vez genera una tensión resultante, cuya polaridad es de sentido contrario a la del estado de reposo.

Transmisión de Señales Telegráficas: Con la transmisión de señales telegráficas a través del relé A, los voltages de A y B están conectados en posición con cada polaridad de Start, de manera que no circulará corriente por la línea.

Esto no afecta la posición de la armadura del relé B, por que la polaridad del circuito equilibrador también cambia.

Al recibirse impulsos de corriente de arranque, la polaridad del circuito equilibrador permanece en cambio invariable, de manera que la armadura del relé de recepción B, es retenida en esta posición Start, después de haber sido comandada por la serie de impulsos entrantes:

Para impedir que durante la transmisión se exite el relé de recepción a consecuencia de incorrecciones en la línea artificial, primeramente se exita el relé rápido H2 en cada una de las transposiciones de la armadura del relé de -



transmisión, a causa de la corriente de carga del condensador C5 mientras dura el proceso transitorio en la línea; y con sus contactos h2I y h2III interrumpe el relé de recepción y cortocircuita la bobina DDR.

El relé H2 se ha calculado de forma que al commutar la armadura a se excita con suficiente rapidez para evitar, por desconexión del relé B, una commutación errónea de la armadura a consecuencia de un deficiente equilibrio capacitivo. A ello contribuyen también el efecto de las bobinas Dr2 y Dr3, así como el condensador C4, que retarda el aumento de corriente en el relé B.

Por otra parte, el relé H2 se desconecta de nuevo para 2 impulsos de transmisión iguales consecutivos, de manera que el colateral tiene siempre la posibilidad de transmitir entretanto. Estos rasgos permiten también la simultánea transmisión en ambas direcciones de las llamadas de larga distancia y el respectivo criterio de señalización.

La bobina DDR es cortocircuitada por el contacto h2I cuando se desconecta el relé B.

Cuando los contactos h2I y h2III son restaurados, la bobina DDR y los arrollamientos paralelos del relé B (1-2-3-4) son intercaladas de nuevo y además el resultado de la excitación dc, un impulso de la misma polaridad es producido en el arrollamiento de ese relé. Si durante el tiempo de corte, la armadura del relé de transmisión en el puesto colateral fue transpuesta, este pulso correctivo causa en la armadura del relé B una transferencia a la correspondiente posición de operación.

El dispositivo de suavización compuesto por las bobinas Dr2 y Dr3 y por el condensador C4 sirve para aplanar las señales de transmisión para evitar perturbaciones en las líneas adyacentes de larga distancia.

De acuerdo a la distancia actual, no se debería utilizar los convertidores, pero en vista de la protección misma de la Central y de la señal, se hace necesario la utilización de los mismos, para así tener una buena transmisión, a pesar de que en esta prueba se encontró una capacidad de resistencia de línea de hasta  $5.000 \Omega$  sin distorsión.

Al utilizar el texto normalizado, para las medidas del grado de distorsión de servicio, se encontraron los siguientes valores: ver fig. (5:3).

Empleando el texto "THE QUICK BROWN FOR JUMP OVER THE LAZY DOG", se encontró un buen margen del aparato arrítmico y el grado de distorsión individual a la entrada fue menor que  $2 \text{ por } 10^5$  señales telegráficas, aproximadamente en 4:30 horas.

También se midió la distorsión arrítmica global, a la entrada de la sección interurbana de la comunicación, es decir a la entrada del primer equipo de telegrafía conectado a la línea de larga distancia, incluyendo el efecto de la distorsión del equipo transmisor, cuyo valor fue de 5%, de un máximo permitido de 12%. Además se obtuvo un 20% de la misma distorsión en el circuito lejano, de un máximo de 30%.

De allí se probó el sistema con las posiciones 120, 121 y 124 obteniéndose muy buenos resultados, anotados en la fig. (5:4) indicándonos por consiguiente — que el enlace está en perfectas condiciones.

Es de considerar sin embargo, que si la línea es muy larga y las perturbaciones atmosféricas intensas, debe aumentarse la protección contra las tensiones, instalando en uno o más postes, próximos al punto de dispersión, cajas de protección, las mismas que tienen 3 electrodos robustos con intervalos neutros de aire, representados en la fig. (5:5).

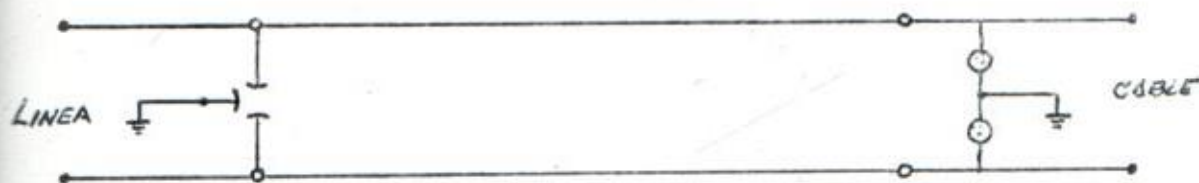


Fig. (5:5)

Estas cajas pueden soportar tensiones estáticas de descarga de unos 5KV de cc, calibrando las láminas dentro del campo se pueden soportar descargas de hasta 6KV c.c., debiendo colocarse en postes que tengan la mínima resistencia de tierra, la misma que se la puede reducir tratando al suelo que rodea a la varilla y cable de tierra o similares con un GEL electrolítico (SANICK GEL), su fun—



oión correcta depende de que exista una conexión de tierra de resistencia eléctrica suficientemente baja, es decir cuando R es alta, se lo tratará con este GEL. Además tener una buena limpieza de la zona evitando que los árboles topen las líneas evitando fuga a tierra o cortes de la misma.

### 5.2.- EN LINEAS AEREAS CON SEÑALES DE AUDIOFRECUENCIAS:

Para este caso, se analizará la interconexión BABAHOYO-VINCES, cuyo proyecto está de acuerdo al Programa Nacional Télex y sus características se las encuentre en la fig. (5:6).

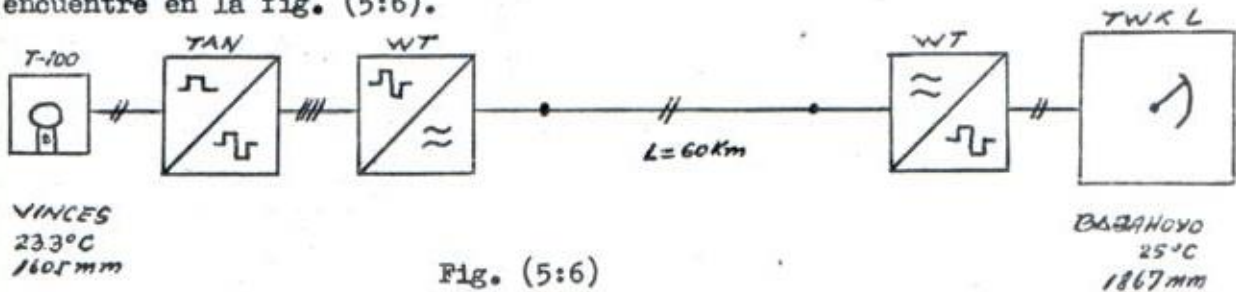


Fig. (5:6)

El valor encontrado de resistencia de bucle es de  $2.480 \Omega$ , considerando también la respectiva variación de temperatura, que por supuesto no afecta en la constitución de la misma.

La resistencia de aislamiento en bucle, para 1000 V, 500 V, 250 V y 100 V es de  $0.8 M\Omega$ ,  $0.85 M\Omega$  y  $1.10 M\Omega$ , respectivamente; encontrándose además los siguientes valores de atenuación, al enviar tonos de 1KHz, 2KHz, 3KHz y 10KHz a 0 dB, con una impedancia característica de  $600 \Omega$ : -10.7, -18, -22.6 y -45.6 dB, respectivamente en Vincés.

Con estos valores, también se está en capacidad de instalar lo proyectado, teniendo en cuenta especialmente el funcionamiento del TAN 1000, que sirve preferentemente para conectar a canales de telegrafía armónica equipos terminales de telegrafía y datos, siempre que trabajen con el criterio de la técnica telegráfica.

El lado de abonado del circuito de conexión puede adaptarse a la clase de servicio, corriente simple a 2 hilos, enlace de conmutación (máximo 100 Bd); a tal efecto, los equipos terminales pueden conectarse a través de líneas (cables) usuales en el área local. El lado del circuito local (del/al sistema WT)

funciona en servicio de corriente doble a 4 hilos.

Características Especiales: Para la transmisión de señales se emplean circuitos electrónicos (sin desgaste, ni mantenimiento) en vez de relés electromecánicos.

No es necesario ningún ajuste manual, debido a que automáticamente se regula la corriente de línea, adaptándose por sí solo el circuito de conexión a la respectiva longitud de línea de abonado y como esta regulación funciona con bajas pérdidas, el consumo del módulo ANB es también reducido, por lo que además la potencia consumida es proporcional a la resistencia de bucle.

La distorsión aritmética de transmisión es pequeña, a pesar de haberse renunciado al ajuste nuestro.

La separación metálica y conexión simétrica de los circuitos de abonado garantizan una elevada seguridad frente a las perturbaciones.

Como los flancos de impulsos están aplanados, es reducida la influencia sobre los pares adyacentes en el cable de conexión, satisfaciéndose los estrictos requisitos de diafonía impuestos por las Administraciones.

Estructura del Sistema: Las funciones propiamente dichas del TAN1000, corren a cargo del módulo de conexión ANB, que sirve para adaptar los puntos de unión del circuito local a la del abonado.

La entrada del circuito local puede excitarse con una corriente de  $\pm 5$  hasta  $\pm 30$  mA, siendo la resistencia interna de  $1\text{ K}\Omega$ . La salida de este circuito se opera con una tensión en vacío de  $\pm 30\text{ V}$  ó  $\pm 12\text{ V}$  discrecionalmente y con una resistencia interna de  $500\ \Omega$ .

La tensión telegráfica para el circuito de Abonado se deriva de la tensión de trabajo de  $+ 12\text{ V}$  a través de un transformador de tensión con regulación de corriente, ajustándose automáticamente la corriente de línea a  $40$  ó  $20\text{ mA}$  para  $120$  ó  $60\text{ V}$ , respectivamente, según sea simple o doble y en función de la resistencia en bucle.

Considerando que la resistencia máxima de bucle es de  $2.300\ \Omega$  y suponiendo que la resistencia interna del equipo terminal sea de  $350\ \Omega$ , resulta un alcan



ce de 26.5 Km para un cable conductor de 0.8 mm de diámetro, teniendo en cuenta además que la línea podría estar compuesta por secciones con distintos diámetros de conductor.

Principio del Funcionamiento: Para clase de servicio de corriente simple a 2-hilos, enlace de commutación, cuyo esquema se encuentra en la fig. (5:7), en la que se muestra el estado cuando está disuelta la comunicación; después de establecerse la misma todos los contactos se encuentran en la otra posición.

El módulo de conexión consta de los siguientes elementos funcionales:

El Transformador de tensión (SW): mediante el cual se logra una alimentación individual y libre de tierra del circuito de abonado; es el que regula automáticamente la corriente de línea, emitiendo la tensión necesaria para la correspondiente resistencia de bucle, la misma que está determinada por la longitud y diámetro del conductor y la resistencia interna del aparato.

Fundamentalmente este regulador de corriente consta de las siguientes unidades: 1 generador de diente de sierra, etapa de flip-flop, etapa en contrafase y el circuito regulador propiamente dicho.

Los "circuitos electrónicos de relés" A y B: están aplicados como elementos de acoplamiento para los circuitos de Abonado y locales separados en c.c.

El relé "B" sirve para recibir señales digitales y retransmitidas amplificadas, en su función equivale a un relé telegráfico polarizado con posición de reposo central y 2 posiciones de trabajo de la armadura; el relé "A" está compuesto de amplificadores de operación J y sus concernientes acopladores optoelectrónicos, para la consiguiente aplicación de las tensiones respectivas.

Los elementos de tiempo ( $T_R$  y  $T_L$ ): controlan los relés R y L y funcionan solamente para esta clase de servicio, sirven para la evaluación y conversión de los criterios de commutación para establecer y disolver una comunicación, por ejemplo inversión de la corriente en el circuito de Abonado.

Los relés R y L tienen tiempo de retardo nominal de 300 y 600 ms, para el impulso de desprendimiento, respectivamente; y 60 ms de retardo nominal para el impulso de excitación.

El filtro pasabajo (TP): aplanar los flancos de los impulsos emitidos por el - circuito de conexión, gracias a ello y a la elevada simetría respecto a tierra se reduce la tensión psfométrica de ruido en los hilos adyacentes.

Complemento de Manipulación (TZ): Consta de diodos, resistencias y condensadores, provoca la adaptación automática del principio mismo, es decir, manipulación por cortecircuito para líneas largas y por interrupción para las líneas cortas.

Si el puesto colateral no transmite, hay aplicada polaridad de arranque a la entrada del circuito local "OL an" y, por consiguiente, también a la salida - "OL ab", el borne b de la línea de abonado es negativo con respecto al a. El NL instalado en el puesto de Abonado es de alta resistencia, por lo que puede circular una corriente de reposo de unos 5 mA, la cual sin embargo, no sobrepasa el umbral de exploración; de esta forma, hay aplicada polaridad de arranque a la salida del circuito local "OL ab".

Establecimiento de la Comunicación por el Abonado: Al pulsar el abonado el botón de llamada del NL, aumenta a 40 mA la corriente de línea. Para suprimir los impulsos perturbadores, el elemento de tiempo R retrasa 60 ms la emisión de la llamada a la salida del circuito local, después del cual se excita el relé R, commutándose los contactos rI y rII, de forma que, por un lado llega polaridad de parada a "OL ab" y por otro, es desconectada la resistencia de retención R22.

Si la Central está preparada para recibir los impulsos marcados, emite al Abonado durante 25 ms el impulso de demanda de selección, quedando el bucle de abonado sin corriente y luciendo el botón de llamada en el NL.

El abonado puede empezar a marcar con el disco dactilar, interrumpiendo el bucle y emitiendo los impulsos de selección a la salida del circuito local. Si el abonado llamado está libre, se emite polaridad de parada a la entrada del circuito local y al cabo de 60 ms se excita el relé L, invirtiendo la polaridad de bucle y dando lugar a la conexión del T-100, transmitiendo señales te-



legráficas en ambos sentidos.

Disolución de la Comunicación por el Abonado: Al pulsar el botón de fin, el bucle se hace de alta impedancia y llega polaridad de arranque a la salida del circuito local. Tras un retardo de 300 ms, por el  $\tau_R$ , se desprende el relé R y se desconecta la R22 de retención. La señal de fin es reconocida por la Central mediante evaluación del tiempo, aplicando polaridad de arranque a la entrada del circuito local; de esta forma, es cortocircuitada la línea de abonado. El  $\tau_L$  emite, al cabo de 600 ms el impulso de desprendimiento del relé L, invirtiéndose la polaridad de la línea, dando lugar al aumento de la resistencia de bucle, por lo que se desconecta el T-100 y NL, circulando nuevamente - los 5 mA de corriente de reposo por dicha línea.

Programa de Pruebas: Como se utiliza un panel WT3, los niveles de la FLE para transmisión o recepción son de -19.5 dB.

Utilizando el texto CCITT, según R-51, mediante la posición 122, se encontraron los siguientes valores, anotados en la fig. (5:8).

Para observar el grado de distorsión individual, mediante la proporción de errores, al enviar el texto "THE QUICK...." a la entrada del aparato, durante períodos de 4:30 horas, se encontró que no exceden uno por cada  $10^5$  caracteres transmitidos.

La distorsión aritmética global, medida a la entrada del equipo de telegrafía fue de 1%.

La distorsión isócrona, con relación al nivel nominal y utilizando al generador de alternancias 1:1, fue de 2%.

La distorsión isócrona, bajo el nivel nominal y utilizando un atenuador nos dio 3%.

Utilizando las posiciones de prueba 120, 121 y 124 se obtuvieron los resultados, anotados en la fig. (5:9).

Se considera el siguiente método de protección contra las sobretensiones exteriores en la línea, según la Recomendación G313 (e), en la que los filtros —

(de frecuencias vocales) de línea, deben estar protegidos del lado de ésta mediante fusibles y pararrayos, cuando el circuito de frecuencia vocal está conectado directamente a la línea aérea. Estos filtros deberán ser simétricos y contruídos de modo que puedan soportar una tensión de prueba de 3.000 voltios en c.c. con relación a masa.

Al utilizar pararrayos, este puede ser de carbón, instalado en el poste terminal, con una tensión de 750 y 350 voltios de ruptura entre el cable de entrada y el equipo. En condiciones muy desfavorables, estos pararrayos se funden y conectan la línea a tierra. Seguidamente, se instalan los pararrayos de tiritita instalados en los filtros de línea a fin de que proporcionen una protección contra tensiones que no son suficientemente elevadas para que sean contrarrestadas por los pararrayos de carbón.

En las zonas sujetas a importantes perturbaciones originadas por los rayos, se recurre en caso necesario a la protección por bobinas para la descarga de la línea, considerando además que el equipo TAN tiene su protector contra las sobretensiones ( $\ddot{U}$ S), para evitar que el circuito sea dañado por golpes de tensión, tales como los que pueden presentarse a raíz de descargas atmosféricas u operaciones de conmutación en las líneas de energía paralelas a los cables de abonados.

Estos protectores se encuentran en la placa reguladora de corriente y en el circuito conversor, los mismos que están formados por bobinas diferenciales  $Dr_2$  y condensadores que sirven para suprimir las radiointerferencias, también constan de descargadores de tensión en cápsulas de gas SA y de choques (bobinas)  $Dr_1$  y  $Dr_2$  para circuitos de transmisión y recepción, respectivamente.

### 5.3.- EN RADIOENLACES POR SHF O VHF:

Las interconexiones propuestas para este análisis serán: un canal Guayaquil - Quito, cuyo enlace de radio se realiza por SHF (microonda) y un canal Guayaquil - Salinas, enlazado por sistema de VHF, cuyos esquemas se encuentran en las figs. (5:10/11).

Prácticamente aquí comprende analizar y describir el funcionamiento de la WT1000,



equipo de transmisión que convierte en señales audiofrecuentes las señales telegráficas y de datos ofrecidas en C.C., las que son transmitidas a la estación colateral donde vuelven a convertirse en señales de C.C.

Los sistemas WT1000 pueden emplearse para servicios por cables, líneas aéreas, trayectos de onda portadora y de radioenlace, así como en comunicaciones de onda portadora por líneas de alta tensión, siendo posible todas las velocidades de transmisión hasta 600 Bd. Cumplen con los requisitos del CCITT e incluso con las condiciones sobre equipos de unión de la recomendación V-24 (transmisión de datos).

Características Especiales: Los transmisores y receptores de todos los sistemas pueden emplearse en cualquier canal son enchufables como todos los demás módulos.

Los transmisores (TSD) son apropiados para servicios por corriente doble y por corriente simple. El margen de operación de circuito de entrada es de 5 a 48V, según la resistencia de entrada, haciéndose la supervisión del circuito local electrónicamente.

Los receptores (TEM) también pueden suministrarse para +20 V/ +20 mA sobre  $1\text{ K}\Omega$ , en lugar del circuito de salida de corriente doble de menor potencia, frecuentemente empleado de +15 V/ +15 mA sobre  $1\text{ K}\Omega$ .

Todos los elementos de adaptación necesarios para servicio por una línea de larga distancia, como amplificador de transmisión, de recepción y transformador de línea para 2 y 4 hilos están contenidos en la unidad de línea interurbana (FLE).

En el servicio de sistema por ondas portadoras, de tipo más antiguo, pueden presentarse desviaciones de frecuencias, corrigiéndose hasta  $\pm 30\text{ Hz}$  aproximadamente mediante un corrector de frecuencia del sistema FM-120.

Principios del Funcionamiento: Para clases de servicios a 4 hilos se dispone de una vía de transmisión por separado para cada una de las direcciones, transmitiéndose con la misma frecuencia y sin el debido acoplamiento entre ambas, resultando por consiguiente muy apropiado para comunicaciones de larga distan

cia. Mediante amplificadores intermedios (repetidores) pueden salvarse grandes atenuaciones de las líneas.

Para servicio a 2 hilos sólo se dispone de una vía de transmisión para ambas direcciones, por consiguiente tienen que emplearse frecuencias diferentes. El transmisor y el receptor de una estación terminal estarán desacopladas mediante un circuito híbrido con línea artificial fija.

Este servicio se desarrolla por lo general en líneas sin repetidores, cuyo alcance se limita a unos 17 dB cuando se emplea el mencionado circuito híbrido, cuyos esquemas se encuentran en la fig. (5:12) adjunta.

Los transmisores de todos los sistemas WT1000 pueden trabajar en servicio con corriente simple o doble, indistintamente.

El módulo transmisor transforma las señales de C.C. en señales audiofrecuentes, para ello son ordenados los transmisores de manera que con la polaridad de parada transmitan la inferior de sus frecuencias características y con polaridad de arranque, la superior. Los filtros de transmisión incorporados en los transmisores recortan los productos de la modulación para mantener despreciable la diafonía entre canales adyacentes.

Los niveles de transmisión de todos los canales de línea interurbana se aplican a una unidad común (FLE) que contiene los amplificadores de potencia requeridos para los sentidos de transmisión y de recepción, así como un circuito híbrido y una línea artificial fija, siendo posible el servicio de 2 y 4 hilos. La mezcla de frecuencias llega al lado de recepción a través del transformador de adaptación y del amplificador de recepción de la FLE, que en servicio a 2 hilos pasa además por el circuito híbrido, a la entrada del receptor. Los filtros de recepción dejan pasar las frecuencias del canal respectivo, los cuales vuelven a transformar las señales audiofrecuentes en señales de C.C.

La correspondencia entre la polaridad del circuito local y las frecuencias por la línea interurbana se fija en las recomendaciones del CCITT.

Polaridad de arranque (A)

Polaridad de parada (Z)



Circuito Local

Polaridad de arranque (A):  
Servicio por corriente simple:  
sin corriente.

Servicio por corriente doble:

"- - (negativa)

Polaridad de parada (Z)

Servicio por corriente simple:  
corriente.

Servicio por corriente doble:

"++ (positiva)

Línea Interurbana

Frecuencia de arranque

Frecuencia superior ( $f_A$ )

Frecuencia de parada

Frecuencia inferior ( $f_Z$ )

En caso de interrupción del circuito local de transmisión o si la tensión de entrada es demasiado baja, el transmisor emite frecuencias de arranque o de parada; algo similar ocurre para el caso de interrupción de la FLE o si el nivel de recepción es demasiado bajo, entonces el receptor entrega polaridad de arranque o de parada, según estén colocados los puentes que dependen del servicio empleado.

Con ello se garantiza que en caso de avería en servicio de conmutación se disuelva la comunicación.

Como en nuestro caso usamos paneles WTE 1000/24-A, éste puede alojar 24 canales, 8 FLE, 4 circuitos de alarma de nivel (PAS) y una fuente de alimentación (TSV); y los paneles WTE 1000/12-A pueden alojar 12 canales, 4 FLE, 2 PAS y una TSV, de allí que mediante la fig. (5:13), se pueden observar las unidades y niveles necesarios para el establecimiento de una buena transmisión entre los lugares propuestos, cuyos resultados se anotan más adelante.

Es necesario tener presente, que para servicio a 2 hilos, se conecta las FLE a los puntos Fab/F.

Además, el transmisor es el que transforma las señales de c.c. procedentes del circuito local en señales audiofrecuentes moduladas en frecuencia, para e

llo se manda polaridad de arranque con la frecuencia más alta  $f_A$  y con  $f_Z$  polaridad de parada.

El Transmisor: Se compone de un flip-flop de entrada con supervisión electrónica de circuito local, cuya característica en manipulación de corriente dobles transformar las señales "┐└" aplicadas a la entrada, que presentan flancos muy aplanados debidos a las líneas de aplicación o demasiado largos o que pueden presentar también pausas de corriente debidas a commutaciones o rebotes que pueden presentarse en los contactos de los relés, en señales de flancos - muy pendientes como se requieren en el oscilador.

Del Transformador de c.c.: Sirve para mantener la alimentación del circuito de entrada del transmisor, independiente de las condiciones de puesta a tierra en el circuito local.

Del Oscilador: Se compone fundamentalmente de un transformador, un capacitor y un amplificador limitador de 3 etapas, genera las 2 frecuencias características  $f_A$  y  $f_Z$  necesarias para transmitir la información; y

Del Filtro de Transmisión: Atenúa las bandas laterales superiores para que no afecten a los canales adyacentes en servicio; está diseñado como filtro de derivación de 3 circuitos, tiene además una impedancia de entrada y de salida - de  $6.6 K\Omega$  y  $2.4 K\Omega$ , respectivamente.

El Receptor: Transforma en señales "┐└", las señales audiofrecuentes entrantes desde la línea a través del FLE, conformados de las siguientes unidades:

Del Filtro de recepción: Extrae la frecuencia correspondiente, de la mezcla - entrante de frecuencias, tiene una impedancia de entrada y salida de  $2.4 K\Omega$  y  $16 K\Omega$ , respectivamente; dimensionadas de tal manera, que al enchufar o extraer el módulo en el equipo, el nivel de la entrada de los filtros receptores de los canales adyacentes varía muy poco.

Del Amplificador - limitador con Supervisión del Nivel: suministra al discriminador una tensión constante dentro del margen total de trabajo del receptor - ( $8.7dB$  a  $-17.4dB$  con respecto al nivel nominal). Suprime además las modulaciones de amplitud superpuestas a la señal predominantemente por la limitación -



de amplitud y por interferencias.

La supervisión del nivel señala cuando el nivel de recepción se hace inferior al valor 23.5dB, recomendado por el CCITT y commuta el receptor a polaridad permanente de arranque o de parada.

Del Discriminador con Pasabajo: Transforma las oscilaciones moduladas en frecuencias a oscilaciones con variación de amplitud, éstas se rectifican y el pasabajo las libera de portadora residual.

Del Circuito Explorador y de Salida: Están acoplados directamente y su funcionamiento depende principalmente del amplificador integrado, similar al del discriminador, además es la última etapa para de allí obtener la señal deseada.

Programa de Pruebas: Considerando, que los canales telefónicos utilizados están en condiciones como para poder transmitir la telegrafía, en vista de que prácticamente el nivel de ruido no excede los  $10^6$  pW en un tiempo de 4' para cualquier mes, cuya comprobación se la realiza prácticamente en la WT1000, al observar las variaciones de los canales mismos y sus efectos en los trasladores (AUe) de la Central de Tránsito (TWK D2) y además por que en si el cociente S/R, para ambos canales telefónicos está dentro de los límites permisibles, es lo que nos ha garantizado una buena confiabilidad en la transmisión telegráfica de nuestra Red.

Sin embargo, para comprobación de lo expuesto, realizamos las pruebas pertinentes, para observar las variaciones a que podrían estar sometidas por las precipitaciones atmosféricas en un caso y por la temperatura en el otro, en las horas críticas; teniendo en cuenta que esto no influye casi en la gama de frecuencias utilizadas.

Antes de empezar las pruebas de inspección, es importante observar la conexión a tierra del sistema.

1) Tensiones de Trabajo:

La alimentación de la red es de 110V con +10%/-15% de tolerancia

Los voltages de operación +B = 12V "  $\pm$  5% " " "

$\pm T = 30V$  con  $\pm 5\%$  de tolerancia

US = 20V " 10% " "

CENTRAL	110V	+B	-B	+T	-T	Us	Señalización	OBS
Quito	115	12.1	12.2	31	30.9	21	OK	OK
Salinas	115	12	12.1	30	30	22.5	OK	OK

2) CANALES: Frecuencias, Niveles y distorsión.

a) Mediciones de las frecuencias del transmisor:

Siempre la salida del medidor (Hipsómetro) en alta impedancia, mayor que  $10K\Omega$  y cuyos valores deben ajustarse a los siguientes:

SISTEMA	$f_0$ (Hz)	$F_A - F_Z$ (Hz)	$F_{AO}$ (Hz)
FM 120	$\pm 2$	$60 \pm 3$	$\pm 5$

$f_0 = 0.5(f_A + f_Z)$  valor medido sobre las frecuencias asignadas.

$F_A - F_Z$  separación y variación permisible de las frecuencias.

$F_{AO}$  = variación permisible de las frecuencias de polaridad de arranque, para el caso de interrupción del circuito local. Los resultados se encuentran anotados en el cuadro (5:1).

b) Medición de niveles: Ver cuadro (5:1)

Aquí también la salida del medidor, debe de estar en alta impedancia, es decir  $> 10K\Omega$ , a no ser que se mida la salida o entrada de la FLE, entonces el medidor deberá estar con  $600\Omega$  de impedancia, igual a la que debería de tener la línea, para evitar desbalances.

Los valores de referencia para el transmisor y receptor son:  $-42 \pm 3dB$

Los niveles para 24 y 12 canales en la FLE, son de  $-22.5dB$  y  $-19.5dB$ , respectivamente, en servicio. Los niveles de  $F_A$  y  $F_Z$ , permanentes, no deben diferir de  $\pm 1.7dB$  en el mismo canal, con relación a los valores anteriores.

c) Medición de distorsiones isócronas: Ver cuadro (5:2)

Con relación al nivel nominal y utilizando el generador de alterancias 1:1, -



con texto CCITT, se debe tener una variación permisible menor que 5%.

Manteniendo el nivel en un valor constante, pero diferente al normal y comprendido dentro de +8.7dB ó -17.4dB del nivel nominal de recepción, para cuya prueba se utiliza un atenuador de hasta -26dB, deberá haber una variación permisible menor que 7%.

Para chequear el nivel de alarma de falla del umbral del receptor, se incrementa un atenuador variable, para comprobar las atenuaciones, de las variaciones de la polaridad de "A" y de "Z" dentro del rango  $>17.4\text{dB}$  y  $<23.5\text{dB}$ , en los receptores.

La distorsión asimétrica se elimina ajustando los receptores de canal.

d) Mediciones de distorsiones arrítmicas:

Las transmisiones de prueba con el texto normalizado CCITT, se midieron en la posición 122, encontrándose los valores anotados en la fig. (5:14/15).

El grado de distorsión individual producido al enviar el texto "THE QUICK..." durante períodos de 4:30 horas, se encuentran anotados en las figs. (5:16/17).

La distorsión arrítmica global, medida a la entrada del equipo de telegrafía fue de: 1 y 3%, no excediendo los 8% según R:53.

Utilizando las posiciones 120, 121 y 124 se obtuvieron los resultados anotados en la fig. (5:18/19).

Se considera sin embargo, que cuando los niveles se reducen a -15dB, se mejora el rendimiento de los canales telegráficos, teniendo en cuenta que la contribución de ruido en un circuito soporte de telegrafía seguirá siendo proporcional a su longitud, debiendo estudiarse más detenidamente si la relación S/R requerida se la obtiene al reducir los niveles de la señal del circuito soporte. Anteriormente, en los Capítulos 3 y 4, numerales (3.5.2.) y (4.2.a/e) se encontraron datos acerca de las perturbaciones atmosféricas y desvanecimientos que podrían influir en la buena transmisión de los circuitos soportes telefónicos, de los canales telegráficos a Quito y Salinas respectivamente.

Teniendo en cuenta que la calidad de funcionamiento depende de la relación S/R





C U A D R O ( 5:1 )

RESULTADO DE PRUEBAS DE FRECUENCIAS Y NIVELES

TX	CANALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	QUITO $\pm$	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	QUITO $\pm$	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2
	SALINAS $\pm$	2	1	1	1	1	2	2					
	QUITO	63	60	61	59	60	59	61	61	62	59	61	61
	QUITO	61	60	59	61	60	59	60	60	61	61	63	63
	SALINAS	61	60	59	60	61	61	63					
	QUITO $\pm$	3	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	3
	QUITO $\pm$	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	3	3
	SALINAS $\pm$	2	3	1	1	2	2	3					

		NIVELES											
TX	QUITO -	41	41	40	40	41	40	40	39	40	40	41	41
	QUITO -	40	40	41	39	40	39	40	40	41	40	41	41
	SALINAS -	41	42	41	42	42	41	41					
Rx	QUITO -	39	39	40	38	39	39	40	40	40	40	40	40
	QUITO -	39	39	40	41	40	39	40	39	40	40	40	39
	SALINAS -	41	41	41	40	42	41	41					
FLE	QUITO -	22 dB											
	SALINAS -	19 dB											

C U A D R O ( 5:2 )

RESULTADO DE PRUEBA DE DISTORSIONES ISOCRONAS

%	CANALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	"	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5%	QUITO	1	1.5	1	2	2	2	1.5	2	1.5	2	2	1.5
	QUITO	1.5	2	2	2	1	1	1.	1.5	1	1	2	1.5
	SALINAS	1	1	1	2	2	2	2					
7%	QUITO	2	2	3	2.5	3	2	2	2	2.5	2	2	2.5
	QUITO	2	2	2	3	2.5	2	2	2	2	2.5	3	3
	SALINAS	3	4	3	3	4	3	4					
17.4dB	Z A QUITO	18	19	20	20	17	20	20	21	19	20	20	19
	QUITO	20	20	19	20	21	20	20	19	21	20	19	21
	SALINAS	19	20	21	20	19	20	21					
23.5dB	Y QUITO	20	19	20	20	19	20	21	20	20	19	19	18
	QUITO	20	21	19	17	18	19	20	21	20	19	18	20
	A Z SALINAS	20	19	20	18	19	20	21					



## C A P I T U L O   S E X T O

### OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES PARA APLICARSE EN LA MODERNA RED TELEX-GENTEX DEL ECUADOR.

De acuerdo al proyecto de la Red Nacional Télex-Géntex y en lo referente a nuestra Región 2 del IETEL, se han instalado en su totalidad todas las Centrales de Abonados TWK 9 y los concentradores de línea TWK I, quedando prácticamente sin instalar el 75% de los lugares remotos, debido a que en su gran mayoría no existen los medios de enlace entre dichos lugares y las respectivas Centrales, es decir que en algunos casos se está procediendo a la construcción de las líneas físicas y en otros se proyecta el enlace por radio o por monocanales.

La mayoría de los canales telefónicos asignados para la transmisión telegráfica, están en buenas condiciones, especialmente hacia Quito, Salinas y Cuenca, en los demás, el ruido afecta un poco a la transmisión e inclusive produce el bloqueo de los trasladadores AUe de la TWK D2, impidiendo por momentos las comunicaciones nacionales e internacionales.

Sin embargo, al realizar las pruebas pertinentes no solo en estos canales, sino en los demás, se obtienen buenos resultados, considerando que principalmente molesta el ruido aleatorio que se introduce en cada uno de los canales telegráficos y también que la zona ecuatorial o tropical no afecta a la calidad de transmisión, cuyo porcentaje de distorsión fue muy reducido al realizar dichas pruebas a las horas de elevada temperatura e inclusive en horas cargadas de tráfico, teniendo en cuenta por supuesto los límites permisibles de tolerancia que recomiendan las normas Internacionales.

De allí que en lo que respecta a una interconexión por línea, se tendrá cuidado de observar su variación de resistencia óhmica por la temperatura ambiente, que para los casos considerados no afectan en nada; y en lo que respecta a radio-enlaces la supervisión de niveles es fundamental, la misma que se realiza en las

portadoras WT1000, que es la que tiene una relación inmediata con la portadora telefónica y los equipos de radio.

Se nota también que la mayoría de los lugares remotos instalados para el funcionamiento de los Gentex, están conectados directamente a las respectivas Centrales, utilizando los cables telefónicos para su interconexión, similar a cualquier abonado urbano, por lo que el servicio de telegramas se realiza más rápidamente, debido a la automatización del sistema y por ende a la gran velocidad con que se utilizan los trasladadores respectivos.

Con esto se eliminan las conexiones punto a punto entre teleimpresores, las mismas que estaban generalizadas anteriormente, las que resultaban antieconómicas - ya sea porque sus enlaces eran directos y además porque la intensidad de tráfico siempre crece en gran proporción y no hacia un lugar determinado.

Como la red Télex-Gentex está formada por Centrales de Comutación del sistema TWK, de marca Siemens, se observa que funcionan de acuerdo al principio Cross-point, es decir sólo se interconectan puntos de acoplamiento individuales en circuitos de vías de conexión de varias etapas, suprimiéndose así los selectores - movidos mecánicamente. Además los contactos de alta calidad y tiempo de conmutación muy rápido de los relés ESK garantizan una alta seguridad de servicio y el establecimiento casi inmediato de la comunicación.

Los relés telegráficos polarizados usuales hasta ahora han sido sustituidos en su mayoría por repetidores electrónicos de señales telegráficas (ETS) que no requieren mantenimiento.

Al igual que en las computadoras, asume un circuito de programación lógico centralizado, el mando y la supervisión de todos los procesos de funcionamiento, - Ver fig. (6:1).

Las ventajas convincentes de los sistemas telegráficos TWK de la casa Siemens radican en la construcción modular compacta en armarios cerrados o en bastidores; montaje sencillo y económico; módulos enchufables que facilitan la ampliación, intercambio y el mantenimiento; funcionamiento silencioso; cruzada sencilla



lla mediante diodos enchufables; selección discrecional por disco marcador o teclado, así como técnica de discriminación de ruta y de encaminamiento; zonificación centralizada.

La técnica crosspoint con relés ESK permiten el rápido establecimiento de la comunicación; seguridad de servicio constante durante decenios; magníficas propiedades de transmisión y aptitud para altas velocidades telegráficas (Hasta 2.400 Bd) y también por consiguiente para transmisión de datos; siendo posible además líneas colectivas de hasta 100 categorías de abonados.

La Central principal o de tránsito TWK D2 es netamente de interconexión para aplicación en los puntos nodales de la Red con máximo de 2.376 líneas de enlace, que pueden distribuirse discrecionalmente en un máximo de 150 grupos de líneas hacia otras centrales.

Es también adecuada para pasar del nivel de red Nacional al Internacional.

La adaptación requerida entonces a las clases de servicio en los sistemas extraños se hace simplemente enchufando diodos de programación para adaptación automática de los criterios.

Una dirección puede contener varios grupos de línea con velocidad telegráfica diferente.

La disposición plegada de acoplamiento de 4 etapas que se utiliza permite la interconexión preferente de las vías directas, pudiendo ser ocupadas en ambos sentidos todas las vías de enlace.

A esta Central se pueden conectar otras centrales mediante líneas interurbanas de corriente doble a 4 hilos, sin preverse líneas de abonados.

Las principales unidades funcionales se encuentran en la fig. (6:2a).

La Central de Abonados TWK 9 permite conectar los abonados telegráficos en un máximo de 400, a través de línea de corriente simple a 2 hilos o de corriente-doble a 4 hilos, haciéndose la transferencia a la Central de orden superior a través de líneas interurbanas de corriente doble a 4 hilos. Las comunicaciones entre abonados de la misma Central se establecen internamente de forma directa.

Las principales unidades funcionales se las encuentran en la fig. (6:2b).

El Concentrador de líneas TWK L se aplica en aquellos lugares donde se encuentran grupos sueltos de abonados alejados de la Central más próxima, que sólo podrían conectarse mediante líneas largas muy costosas, pudiendo agruparse hasta 30 abonados y conectarse a la Central a través de 10 líneas de Central bidireccionales, como máximo.

El Concentrador se compone de una sección de abonados y de una de Central. Los circuitos de línea de abonados pueden commutarse mediante puentes para las clases de servicio de corriente simple a 2 hilos y de corriente doble a 4 hilos.

Por cada abonado conectado, la Central de orden superior tiene un circuito de abonado para la clase de servicio corriente doble a 4 hilos. En consecuencia no existe para ella ninguna diferencia entre los abonados conectados directamente y los que van a través del concentrador, por lo que éste no está ligado a una técnica determinada.

Los módulos funcionales se los encuentra en la fig. (6:26).

Estas Centrales y el sistema en general, están sometidas al tipo de señalización B, ya que según la recomendación U1 del CCITT, el País que transmite debe adaptarse al tipo del que recibe, en vista de que las mayorías de las corresponsales del Ecuador operan con esta clase de señalización.

Los relés ESK y la electrónica se complementan mutuamente de forma ideal en la construcción de equipos de commutación, cuyas características principales son: los contactos de aleación de paladio y plata que protegen contra las alteraciones; breve tiempo de commutación debido a que el tiempo de excitación es inferior a 0.002 seg.; funcionamiento silencioso y sin vibraciones, cuyas piezas móviles son las lengüetas de contacto que sólo pesan 0.3 gr.; la vida útil y confiabilidad dependiente de la cantidad de commutaciones, que alcanza con seguridad hasta  $10^9$  operaciones en circuitos resistivos y hasta  $10^8$  cuando la carga es inductiva, según la corriente de carga; utilización en las funciones de commutación y almacenamiento de señales, resultando ventajosa la disposición de 5 relés en una regleta, ya que las señales de código telegráfico se componen de 5 impul-



sos representando letras o cifras y también para cuando se utilizan circuitos que evalúen un código ( $2^5$ ); y gran seguridad de servicio y larga vida debido a que las lengüetas de contacto son actuadas directamente por un campo magnético sin elementos mecánicos intermedios, en la que ni siquiera un intenso en suciamiento pone en peligro el funcionamiento del relé, a esto se agrega el moderno alambrado en esterilla, empleado preferentemente para la conexión de los ESK en todos los módulos funcionales garantizando un alto grado de seguridad.

Las altas exigencias impuestas en cuanto a velocidad de transmisión y seguridad de servicio, a los elementos de conmutación de los modernos equipos telegráficos y de transmisión de datos, no pueden satisfacerse con los relés electromecánicos convencionales, por tal razón se han desarrollado módulos de conmutación electrónicos que asumen las funciones de relés polarizados y sin polarizar, tales como el repetidor electrónico de señales telegráficas ETS, que sirve para recibir y retransmitir señales digitales regeneradas, cuyas características principales son: alcance máximo hasta 2.400Bd; requerimiento de una corriente de mando entre 2mA, para una caída de tensión de 2V, y 100mA; separación galvánica del circuito de entrada del de salida, permitiendo que la tensión de prueba desde la entrada hacia la salida y tierra sea de 350 Veff; regeneración y retransmisión de los impulsos aplanados en rectangulares; permite la conexión de un circuito antiparasitario al de salida para suprimir las radiointerferencias; no se requiere de mantenimiento ni neutralización; además permite una distorsión telegráfica de 0,4% para 200Bd y soporta un margen de temperatura ambiente de  $-40^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ C.

La automatización de la Red, que involucra principalmente los servicios Télex y Géntex con la utilización de las Posiciones 105 y 106 para printergramas Nacionales e Internacionales y la Posición 925 ayudan mucho al enrutamiento del tráfico a nivel provincial y por supuesto al Nacional, incluyendo también el puesto internacional 111 para servicio semiautomático con los países que lo tuvieran, es lo que ha permitido un mejoramiento notable de las comunicaciones -

con las respectivas inversiones por abonado, que por supuesto son mucho mayores que en una red telefónica de extensión similar, dependiendo en gran parte de los elevados gastos que representa cada teleimpresor, y considerando que el capital invertido en esta red, tendrá gran influencia sobre la cuantía de las tarifas de los abonados, por lo que se supone que dichas contribuciones serán realmente mayores que en telefonía.

Como la Red utiliza líneas y radio-enlaces, se harán las siguientes recomendaciones para tratar de mejorar el servicio y aprovechar en su máximo el buen funcionamiento y mantenimiento de las comunicaciones telegráficas.

Se podría disminuir la atenuación de un conductor desnudo, basado en que  $\alpha_r$  es siempre considerablemente mayor que  $\alpha_g$ , dentro de la gama de frecuencias vocales, por lo que se disminuiría C y se aumentaría L, esto da muy buenos resultados para cables, pero en los hilos desnudos, no vale la pena aumentar la inductancia en vista de que las variaciones en la conductividad tiene una influencia preponderante.

La pupinización, es decir cuando se acoplan bobinas de carga en serie y a intervalos de la línea, obteniéndose la misma relación que con una cadena de secciones de filtro pasa-bajo, nos produciría una atenuación constante dentro de una gama de frecuencia, teniendo en cuenta que en la proximidad de la frecuencia límite aumenta con mucha rapidez, por lo que dicha frecuencia depende en parte de las bobinas de carga y de la distancia entre estas bobinas, Cuanto más alta sea la inductancia y más grande la distancia entre bobinas, tanto menor será la frecuencia límite.

En el caso de línea de larga distancia de baja frecuencia con amplificación, se acostumbra a terminar los extremos con una sección de cable correspondiente a la mitad de la distancia entre bobinas.

Debe tenerse muy en cuenta el estado de las líneas existentes, dado que las dificultades aumentan cuanto más alto son las frecuencias; si se tienen que construir líneas nuevas, se debe tratar que el esquema de transposición elegido dé una diafonía suficientemente baja y que no se produzca grandes crestas de absor-



ción en la curva de atenuación, dentro de la banda de frecuencia utilizada.

Un problema importante es que cuando se usan altas frecuencias, es posible que las conversaciones telefónicas se escuchen en radioreceptores comunes, debido a ciertos desequilibrios con respecto a tierra, que son inevitables en las líneas, actuando éstas como una antena de radio y emitiendo una cierta energía. Es necesario colocar filtros supresores de diafonía en las líneas o transponer las mismas, inclusive para mejorar la adaptación se puede pupinizar el cable o utilizar un transformador de adaptación entre el cable y la línea aérea.

Podrían utilizarse puestos de vigilancia para permitir la realización en el menor tiempo posible de las operaciones siguientes: emisión de alternancias sinébricas a la velocidad de 50Bd; medición en régimen permanente, de las corrientes efectivas de explotación, de los relés receptores y de las corrientes de salida de los relés de transmisión; medición de las corrientes en los circuitos locales; y, determinación de un dato relativo a la calidad de equilibrado, de conformidad con la Recomendación R-21.

Es posible que los canales para gran velocidad de modulación sean establecidos en enlaces de canales de 50Bd con FM, teniendo posibilidades de aplicación muy diversas tales como: transmisión arrítmica o síncrona, puesta en tándem de varios canales, utilización en redes de aparato a aparato con difusión o conmutación, integración en la Red mundial y transmisión de datos, debiendo respetarse los límites de distorsión para canales de 50Bd en los sistemas homogéneos de canales de esta velocidad y en caso de la coexistencia de equipos de mayor velocidad. No obstante, los canales de 200Bd sólo pueden constituirse en sistemas establecidos en circuito soporte con 3KHz de separación.

Para los circuitos telefónicos en los que no se puede garantizar el límite  $\pm 2$ Hz para la desviaciones de frecuencia y en los que no es tolerable la distorsión debida a las mismas, se puede utilizar un sistema de compensación de derivas de hasta 15 Hz por cada canal u otro en que la compensación se efectúa para el conjunto de los canales con ayuda de una frecuencia piloto, pudiendo tener ésta

un valor de 3.300 Hz o de preferencia 300 Hz con una tolerancia de  $\pm 1$  Hz, y con la potencia media transmitida de -22.5dB.

En el caso de circuitos radioeléctricos en frecuencias inferiores a 30 MHz, no es recomendable la utilización de la AM, en tales casos la constitución de los canales para la explotación telegráfica varía mucho según el sistema utilizado, pudiendo emplearse sistemas multicanales con FM.

Es necesario que se trate de evitar la interrupción de la corriente telegráfica como consecuencia de un corte del suministro normal de energía, la misma — que no debe exceder en ningún caso de 150 ms, que lamentablemente sí ocurre en nuestras centrales provinciales.

Además se deberían tomar las precauciones necesarias para evitar falsas señales de llamada y de liberación tales como: velar por la seguridad y la estabilidad de las fuentes de alimentación de energía y de frecuencia portadoras; señalar con un signo característico tanto en las estaciones terminales como en las intermedias, los circuitos telegráficos o telefónicos; instruir el personal para evitar cualquier toma errónea de los circuitos aludidos en el párrafo anterior; reducir el número de conexiones no soldadas y de punto de corte; limitar la amplitud de las variaciones de nivel de los circuitos telefónicos utilizados para telegrafía armónica y evitar especialmente las variaciones bruscas de nivel; limitar las diafonías consideradas en la R-80; limitar las tensiones inducidas por las redes de alimentación o de tracción eléctrica; reducir la sensibilidad de los moduladores de telegrafía armónica a las señales demasiado cortas, en razón de los fenómenos transitorios debidos a los filtros y de las constantes de tiempo de los reguladores de nivel de los sistemas de WT1000; y que se continúen observando sistemáticamente la frecuencia, la duración y las interrupciones en los canales de WT con FM, teniendo en cuenta que estos sistemas ofrecen las ventajas enunciadas anteriormente para reducir al mínimo el número y la duración de las falsas señales de llamada.

Siempre que sea posible en los sistemas de relevadores radio-eléctricos para telefonía, deberán determinarse las intensidades de campo rebasados durante un



0.1, 1, 10, 50, 90, 99 y 99.9% de tiempo total, además comprobar la estabilidad de la atenuación o de la ganancia total de la banda base y el ruido total, incluido el de diafonía, para observar la calidad de transmisión.

Las variaciones de la refracción atmosférica y de las propagación por trayectos múltiples ocasionan a veces desvanecimientos excesivos en los radioenlaces con visibilidad directa, pudiendo evitárselos aplicando métodos de recepción - por diversidad de frecuencia o de espacio, teniendo en cuenta también que a una altura de varias decenas de metros sobre la superficie terrestre se producen variaciones rápidas del índice de refracción que pueden causar fenómenos de propagación por trayectos múltiples.

Para el buen mantenimiento de los circuitos telegráficos deberán efectuarse mediciones periódicas en los sistemas de WT1000 e intercambiarse la documentación relativa a estas mediciones, siendo una de las estaciones terminales la que asuma las responsabilidades inherentes al mantenimiento de una buena transmisión y eventualmente a la reparación de las averías, denominándose estación de "Control del sistema", pudiendo tener también estaciones "Directoras y Subdirectoras" con el fin de aumentar la flexibilidad de la organización y la rapidez en la reparación de las averías.

Las mediciones de mantenimiento y los ajustes necesarios en los canales de WT con FM deberán hacerse en el siguiente orden: tensiones de alimentación; valores de las frecuencias transmitidas por el canal; frecuencias transmitidas después del corte de la corriente de accionamiento; niveles de salida en cada filtro en el canal de transmisión y recepción para la  $f_A$  y  $f_Z$ ; desviación de frecuencia; grado de distorsión con señales simétricas 1/1 o 2/2, en donde se hará primero un ajuste en local y después una medición en línea; y umbral de funcionamiento del receptor. Estos trabajos de mantenimiento son causas de perturbación, por lo que deberán hacerse en lo posible fuera de las horas cargadas. Para señalar y reparar lo más rápidamente posible las averías en las redes telegráficas es necesario unificar las disposiciones esenciales que han de tomar

se y los métodos que se han de seguir para estas localizaciones, creándose Centros de Commutación y Prueba ( C.C.P. ) equipados con aparatos de medidas que permitan efectuar pruebas de las líneas, de los equipos de abonados y de los canales telegráficos, pudiendo tener acceso a este centro cada abonado Télex o Géntex de cualquier estación pública del servicio general con el fin de señalar las averías y colaborar en las pruebas pertinentes.

La técnica WT1000 permite también el "Servicio Mixto", es decir la combinación de los distintos sistemas por la misma línea de larga distancia así como la agrupación de canales de los sistemas FM120, FM240 y FM480, según la Recomendación R-36 y el mismo que se emplea para la transmisión de datos. Vale indicar que el sistema FM120 puede soportar hasta 75Bd, manteniéndose la distorsión tan reducida que apenas afecta al comportamiento durante el servicio.

Para asegurarse contra las irregularidades o cortes de corriente, las Centrales están equipadas con rectificadores y baterías, para suplir en cualquier emergencia la falta de energía, pero que en nuestra red la portadora telegráfica no está conectada directamente a los rectificadores, por lo que en todo caso se hace necesario un convertidor de alimentación de c.c. para asegurar el servicio en un ciento por ciento.

La tensión telegráfica hay que filtrarla bien y mantenerla lo más estable posible no permitiéndose que varíe en  $\pm 3\%$ , ya que de otra forma las distorsiones originadas por la diferencia de tensiones serán demasiado grandes.

Para proteger los contactos de los relés, en caso de cortocircuito se les acopla la tensión telegráfica a través de lámparas protectoras, que tienen una resistencia aproximadamente de 20 a 30  $\Omega$  con paso de corriente normal.

Considerando la característica del sistema y en especial de la WT1000 y sus componentes, se puede aprovechar fundamentalmente la utilización de circuitos fantasmas para efectuar comunicaciones telefónicas y telegráficas simultáneas con el método de transformación telegráfica, adaptando transformadores de línea — que por supuesto requieren estar bien equilibrados.

También se podría utilizar la telegrafía superpuesta (ÚT) usando el método de



la separación de frecuencias y especialmente los filtros diseñados para este servicio, es decir que por una vía telefónica pueden transmitirse además del canal vocal de frecuencia, canales telegráficos en la parte inferior o superior de la banda transmitida por lo que dicha banda se subdivide para este propósito mediante los circuitos pasa-alto y pasa-bajo, los mismos que se encuentran en los filtros de UT.

Para el servicio bifilar, así como para el corte mayor o menor de la banda telefónica, se disponen de filtros de telegrafía superpuesta según el número de canales UT requeridos, cuya transmisión no debe deteriorar el canal telefónico adyacente y en particular no limitar la banda de frecuencias necesarias para una buena reproducción de la palabra, teniendo en cuenta que con este sistema no hay dependencia de canales telefónicos, etc. por los que vendría bien esta aplicación al considerar la posibilidad de enlazar por vía de radio, los lugares como Macará con Loja; Zaruma con Machala; y Bahía y Chone con Manta. Es importante, además resaltar que las mismas condiciones de señalización "B" que se utilizan en la Red Télex-Géntex, nos permitiría aplicar el mismo criterio cuando pasemos a intervenir en el tráfico o servicio Géntex Internacional, con las respectivas modificaciones de operación.

Con el objeto de obtener una transmisión estable para un elevado porcentaje de comunicaciones, conviene que las desviaciones tipo de las variaciones del equivalente en función del tipo no rebasen los 1.7dB para cada uno de 3 circuitos nacionales interconectadas a 4 hilos, incluyendo los equipos de comunicación.

Se requiere también, de una preparación del personal técnico, el mismo que debe tener plena conciencia de las consecuencias de ajustes intempestivos, no debiendo efectuarse sino ajustes absolutamente indispensables y tratando de reparar siempre la avería, observando las consecuencias que puede acarrear una interrupción breve en un circuito telefónico o en uno de telegrafía armónica.

Los equipos deben concebirse de tal modo que no den lugar a interrupciones brus-

cas presentando una buena disposición que facilite su mantenencia, sustitución de órganos y especialmente la atención sobre la importancia de una elección — juiciosa y del escaloramiento de los órganos de protección (fusibles, disyunto res).

Los trabajos en estaciones y en la instalación exterior que puedan ocasionar perturbaciones deberán efectuarse, en lo posible durante períodos de poco trá fico y en base a una organización cuidadosa de los mencionados trabajos. Con viene, además descifrar de ciertas medidas de mantenencia, que siendo al pare cer, inofensivas, pueden traducirse en cortas interrupciones y cuyo peligro — es mayor por afectar a órganos comunes:

Se podrían efectuar pruebas de vibración como medida de mantenencia periódica y previo al momento de puesta en servicio de nuevos equipos.

Por último, considerando que las Provincias del Guayas, Manabí, El Oro y los Ríos, pertenecen a la Región del Litoral del Ecuador, es necesario mantener — un ambiente de temperatura promedio de 20°C con la utilización de acondiciona dores del aire tanto para los equipos de Centrales así como para los locales — en donde funcionan las máquinas teleimpresoras de los usuarios, las mismas que deben tener protección contra la humedad en sus tomas telegráficas y de ener gía para lo cual se debería adaptar piecitas de madera en el lugar mismo de — las tomas de corriente, principalmente en las zonas cercanas al mar que es don de se produce mucha salinidad, implicando un minucioso y periódico mantenimien to preventivo en algunos casos y correctivo en otros.



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

- |  |                      |
|--|----------------------|
| Introducción a la Telecomunicación a Larga Distancia.Vol.I y II (Ericsson) | V. Peterson          |
| Principios Fundamentales sobre Técnica Télex. . . . .                      | L.M. Ericsson        |
| Introducción a los Sistemas de Microondas (Experto de UIT). . . . .        | O. Posada            |
| Propagación y Seguridad de Funcionamiento de Microondas. . . . .           | Richard U. Iaine     |
| El Demodulador Lenkurt N°s 164, 165, 177, 185, 187 y 188. . . . .          | G.T.E. International |
| Electromagnetismo. . . . .   | J. D. Krauss         |
| Electrotecnia. . . . .   | Gray Wallace         |
| Técnica Telegráfica y Telefónica. . . . .                                  | Sochiassino          |
| Ingeniería de Radio. . . . .   | Alley - Atwood       |
| Sistemas de Microondas. . . . .  | Bianconi - C         |
| Apuntes de Microondas/Comunicaciones. . . . .                              | V. Mandini C.        |
| Apuntes Técnica Telegráfica y Telefónica. . . . .                          | L. Andrade B.        |
| Introduction to Telegraph Engineering-(Siemens). . . . .                   | J. Lehnert           |
| Planning and Engineering of Radio Relay Links. (Siemens). . . . .          | Hornuth y Brodhage   |
| Transmisión Telegráfica por Radioenlaces ( Siemens). . . . .               | H. Heinrich Voss     |
| Telegraph Terminal Repeater T56/T58 . . . . .                              | Siemens              |
| Teleconector NL para Teleimpresor 100.                                     | Siemens              |
| Convertidor T A N. . . . .   | Siemens              |
| Sistema WT1000 para Telegrafía y Transmisión de Datos. . . . .             | Siemens              |
| Sistemas de Commutación T W K  | Siemens              |
| La Transmisión de Datos. . . . .   | E. Eversheim         |

Reglamento de Radiocomunicaciones. Protocolo Adicional. Ginebra 1959.....	U.I.T.
CCIR Libro Blanco, Oslo 1966. Volúmenes II y IV Parte 1 y 2.....	U.I.T.
CCITT Libro Azul, Ginebra 1964. Tomos : III ( Parte 1 y 2 ), IV y IX .....	U.I.T.
CCITT Libro Blanco, Mar del Plata 1968 Tomo VII ( Parte 1 y 2 ) .....	U.I.T.
T CCITT Libro Verde, Ginebra 1972. Tomo VII .....	U.I.T.
CCITT Libro Blanco, Julio 1968. Redes Telefónicas Locales .....	U.I.T.
CCITT / CCIR Libro Negro, Edic 1972. Economic and Technical Aspect of the Choise of Transmission Systems .....	U.I.T.
Geografía del Ecuador .....	F. Terán
Anuario Meteorológico Nº 11, Ed 1973.	INAMHI