

TESIS DE GRADO

RED DE DISTRIBUCION TELEFONICA
PARA LA CIUDAD
DE IBARRA

DIRIGIDA POR : Ing. MARCELO PAREDES

ESTUDIO REALIZADO POR: FABIAN TAFUR P.



A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'Fabian Tafur P.', written in a cursive style.

Quito, Diciembre de 1.959

RED DE DISTRIBUCION TELEFONICA
PARA LA CIUDAD DE IBARRA.

DESARROLLO

OBJETO DEL PROYECTO.-

El siguiente proyecto de distribución telefónica se ejecutó para facilitar la intercomunicación rápida y eficiente entre todas y cada una de las zonas de la ciudad, pues el adelanto de la ciencia ha hecho posible el acortamiento de las distancias con economía de tiempo al poder comunicarse por medio de la telefonía.

Ibarra, es una ciudad que se encuentra en una acelerada marcha de progreso, lo cual, como es obvio, origina la inmediata necesidad de la comunicación telefónica, en la cual, la industria como el comercio, así como también las residencias particulares han encontrado un valioso y eficiente auxiliar para sus cotidianas actividades.

GENERALIDADES.-

El teléfono desde el instante mismo en que fué inventado encontró uso práctico y gran acogida por parte del público. Paralelamente al perfeccionamiento de centrales y teléfonos se hicieron grandes adelantos en el ramo del diseño y construcción de las redes telefónicas.

Primitivamente las redes tenían un circuito a tierra efectuado con alambre desnudo que era sostenido por aisladores, usándose éste circuito de tierra como conductor de retorno, pero la desventaja de éste sistema era la imposibilidad de impedir la diafonía entre ellas razón por la cual hubo de sustituirse las líneas de un conductor por líneas de dos conductores.

A medida que iban creciendo las redes, se formaron grandes haces de alambres desnudos, los mismos que pesaban mucho en los postes y sostenes, razón por la que el sistema se hallaba muy limitado, había que

considerar además los puntos de vista estéticos, evitando en lo posible que se vean las líneas y tratando de no sobrecargar las calles y edificios, agregando por otro lado, la exigencia acerca de la debida protección de las líneas contra daños mecánicos, incendios, etc. ; lo anotado hizo que se buscara otra solución para las redes y es así como el alambre desnudo fué reemplazado por cables que en una reducida sección acomodaban un gran número de conductores bien protegidos; además, los cables con sus reservas de líneas ya listas para el servicio permiten la instalación rápida de nuevos suscriptores con un mínimo de mano de obra y costo.

Al principio se tendía los cables al aire, pero a medida que el teléfono se volvió un medio de comunicación necesario en todas las capas sociales creció el número de suscriptores cada vez más, sin embargo no era posible colgar al aire cables de muchos conductores por el peso que ello representaba y por ésta razón se tuvo que enterrar los cables que tenían muchos conductores y ésto se efectúa pasando los cables por conductos en canalización o tendiéndoles directamente dentro del suelo cuando se trata de cables armados, pero sin embargo por obvias razones hasta cierto punto se debe seguir usando cables aéreos.

Una red urbana debe ser elásticamente proyectada, es decir, se debe tener en cuenta no solamente el número actual de abonados de la ciudad sino también el aumento sucesivo de los mismos así como también las construcciones futuras; el proyecto por lo tanto debe abarcar la posibilidad de ensanchar la red por etapas sucesivas a medida que aumente el número de suscriptores.

Re requiere además de un registro de líneas de fácil comprensión para poder localizar con rapidéz cualquier línea de abonado cuan-

do se trata de buscar y reparar posibles daños.

Es necesario por otro lado el registro para reguir paso a paso el desarrollo de la red y proyectar a tiempo los ensanches necesarios. Aunque la moderna técnica telefónica considera como una sólo instalación todo el conjunto de centrales y redes donde cualquier daño afecta al conjunto, siempre existe la distinción entre los diferentes elementos del sistema, sobre todo en comunicaciones urbanas y suburbanas por las diferentes características de los elementos componentes, sin embargo para un resultado eficiente es indispensable considerar todos los elementos interconectados para establecer sus características.

En las redes urbanas se debe cuidar de la estética hasta donde sea posible y utilizar conductores que difícilmente se dejen afectar por agentes externos.

Como ya se indicó anteriormente, la red urbana debe ser elástica para poder aprovechar con economía las distintas partes de la red que pueden ser ampliadas separadamente de acuerdo a las necesidades.

Los costos de la red telefónica es aproximadamente de un 60 a 70% de los gastos totales de la instalación, por ésta razón se debe planear cuidadosamente la red para disminuir en lo posible los costos.

En grandes ciudades donde se tiene determinadas zonas características y una gran densidad de tráfico telefónico se tiene que proyectar grupos de redes y cada uno de éstos grupos está caracterizado por el número de abonados.

Los grupos de redes se forman de una manera natural alrededor de los grandes centros de edificación, pero esto trae consigo grandes dificultades prácticas, pues un grupo de redes de gran densidad de

tráfico debe tener una mayor extensión geográfica que un grupo de poca densidad telefónica, pero siempre existe un límite económico para la extensión de un grupo de redes por lo menos mientras las comunicaciones troncales se conecten entre sí sin amplificación.

En el caso de la presente tesis, al tratarse de la ciudad de Ibarra que es netamente residencial, cuya construcción en general es uniforme y dado que el número de abonados probables no es mayor según el censo efectuado los días 26, 27, 28 y 29 de marzo de 1.959 se vé que con sólo una central telefónica se puede satisfacer todas las necesidades actuales y futuras de la ciudad.

El número de abonados según el censo y recuento efectuados es de 306 suscriptores probables y de acuerdo a la densidad de población se colige que con una sólo central automática cuya capacidad sea de 1.000 números y cuyo montaje inicial sería para 500 abonados se puede atender satisfactoriamente a todas las necesidades de la ciudad.

Como ya se acaba de indicar económicamente es conveniente una sólo central, ya que, la superficie de la ciudad no es mayor y su crecimiento geográfico es prácticamente despreciable.

DISCUSION DE LOS SISTEMAS MANUAL Y AUTOMATICO.-

Como es conocido existen dos sistemas telefónicos que son: El sistema manual y el sistema automático cuyas características fundamentales se puede decir son idénticas.

En un sistema telefónico manual se tiene que hacer la diferencia entre el sistema de batería local y el de batería central; se puede resumir las propiedades más importantes de cada uno como sigue: Los sistemas de magnetox se utilizan con preferencia en líneas muy largas, ya que la alimentación de corriente es local e independien-

te de la resistencia de la línea y se puede obtener condiciones casi ideales de alimentación utilizando instrumentos y baterías adecuados que producen en el micrófono el máximo de eficiencia, pudiendo transmitir las frecuencias bucales a grandes distancias, el mal aislamiento que puede tener la línea no causa el deterioro de las baterías como puede suceder en un sistema de batería central en el cual la batería conectada a líneas deficientes debe proveer corriente continua para dispersión.

Las ventajas anotadas deben estudiarse con ciertas desventajas que aparecen al comparar los sistemas de magneto con los de batería central; los teléfonos de magneto son más caros pues se componen de mayor número de piezas relativamente complicadas; con relación a los costos de mantenimiento se tiene que el mantenimiento de un teléfono de batería local es bastante mayor que uno de batería central, en una parte porque el generador requiere más atención y por otra parte porque el cambio de baterías necesario para mantener un nivel de eficiencia razonable aumenta el costo.

Una central relativamente grande de magneto necesita mayor número de operadores que una del mismo tamaño de batería central; desde el punto de vista de los abonados es mayor la comodidad dentro del sistema de batería central.

En los sistemas de batería central el alcance de transmisión está limitado por la resistencia de las líneas, ya que, la central provee de alimentación, éste factor determina la distancia hasta la cual puede efectuarse una comunicación de buenas características. Basándose en las propiedades descritas se puede proyectar el sistema más adecuado de acuerdo a las necesidades; se puede elegir un sistema de batería central para servir distancias cortas, utilizando líneas bien aisladas; si no es ésta la necesidad se emplean sis-

temas de magneto. En general no es posible establecer límites exactos, pero en la práctica los sistemas de batería central se utilizan con líneas hasta de 1.500 ohmios de resistencia.

No se puede operar sistemas de batería central cuando el aislamiento entre conductores es menor de 5.000 ohmios.

Las cifras usuales para batería central son 1.000 ohmios de resistencia de línea y 10.000 de resistencia entre conductores.

Como consecuencia de los puntos anotados, los sistemas de batería central se utilizan para instalaciones locales en las cuales queda por resolverse si la conmutación será manual o automática, sirviendo en cambio con sistemas de magneto a pequeñas localidades rurales en las que el número de abonados en una dirección determinada es muy limitada, al contrario de los sistemas urbanos en los cuales la densidad telefónica es muy grande, necesitándose por lo mismo un elevado número de líneas en una dirección determinada.

Cuando la capacidad de una central es grande es indispensable establecer una conexión múltiple para la línea de abonados, bien sea en sistemas de batería local o batería central y en éstos últimos ya sea manual o automática.

Por ejemplo, si una central manual sirve a 1.000 abonados, es evidente que un sólo operador no podrá atender las llamadas simultáneas de y a los abonados y por tal razón es necesario distribuir el trabajo entre varias personas; en el ejemplo anotado podemos tomar 5 operadores cada uno a cargo de una sección del conmutador que alojará a 200 abonados cuyas llamadas debe contestar y conectar con el número deseado y se tendría una conexión como la siguiente:

I	II	III	IV	V
199	399	599	799	999
0	200	400	600	800

El operador I tendrá un campo de contestación con indicadores de llamada y jacks de contestar para los suscriptores de los teléfonos 0 a 199.

Si un teléfono cualquiera, por ej: el 10 inicia una llamada, contesta el operador I, si el abonado solicitado se encuentra dentro de los 200 primeros, la llamada puede transmitirse en la forma indicada, pero si el abonado está fuera de la posición I, por ej: el número 820, el operador I no tiene a su alcance el jacks de llamada de la posición V en la cual está conectado el número 820 a menos que se disponga de conductores asociados a las clavijas, de longitudes muy grandes en cuyo caso existiría la desventaja de que los operadores tendrían que estar desplazándose continuamente del un extremo al otro del cuadro conmutador, por la razón anotada no se emplea en la práctica ésta solución; la dificultad planteada se obvia equipando cada sección del conmutador con un campo o cuadro múltiple que consta solamente de jacks de llamada para todos los suscriptores de manera que el operador de cada posición tiene acceso para atender llamadas entrantes de un limitado número de teléfonos y llamadas salientes con acceso a todos los suscriptores como lo indica el gráfico siguiente:

	999	999	999	999	999
0	0	0	0	0	0
	199	399	599	799	999
0	200	400	600	800	
I	II	III	IV	V	

Las centrales automáticas tienen el mismo principio que rige a las centrales manuales de batería central, por consiguiente la llamada se efectúa por cerrar un circuito de corriente continua.

Para hacer un estudio comparativo entre las centrales automáticas y manuales se debe considerar diversos aspectos tanto técnicamente así como económicamente.

Como ya se indicó anteriormente el principio en que se basan ambas centrales es idéntico.

El costo inicial de montaje de una central manual es menor que el de una central automática, pues ésta dispone de equipos más finos y por lo mismo más caros.

El costo de mantenimiento es más bajo en una central manual, pues está servida por telefonistas cuyos sueldos no son elevados; en cambio una central automática debe ser mantenida por personal especializado y un técnico como es obvio percibe salarios más elevados.

Desde el punto de vista de los abonados es más conveniente una central automática en la misma que con sólo marcar una cifra se pone en comunicación con el suscriptor requerido, no así en una central manual en la que el abonado tiene que esperar que la telefonista le ponga en comunicación con el número deseado.

Económicamente es más ventajoso la instalación de centrales automáticas en grandes ciudades donde la densidad telefónica es elevada pero en pequeñas ciudades donde el número de suscriptores es bajo

técnica y económicamente es más ventajoso la instalación de una central manual con múltiple de abonado.

En el caso de la presente tesis y considerando que el número de suscriptores probables de la ciudad de Ibarra es de 306 abonados y que por el area que tiene la ciudad y considerando que el incremento de la población no es mayor, lo más conveniente económicamente sería la instalación de una central manual de batería central con la que se podría servir eficientemente todas las necesidades actuales y futuras de la ciudad a un costo mucho más reducido que en el caso de la instalación de una central automática pequeña.

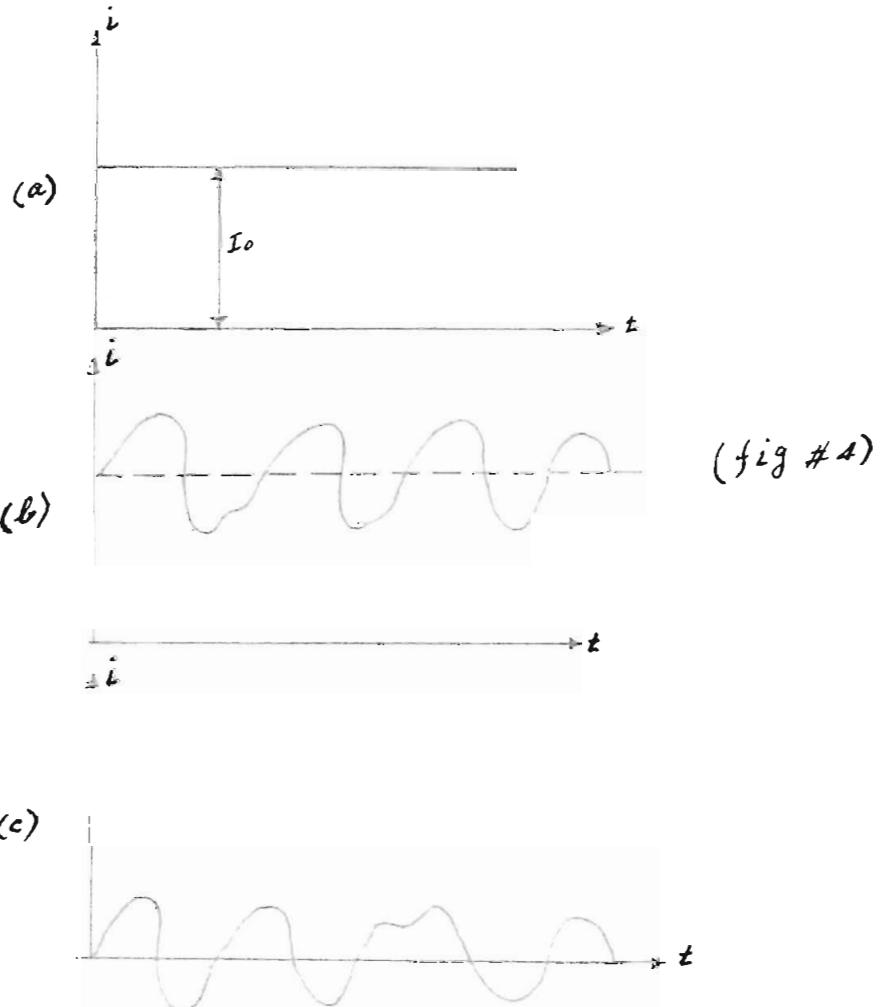
DISTRIBUCION DE LA CORRIENTE SOBRE LA LINEA DE ABONADOS.-

La corriente de alimentación que pasa por el micrófono sale también a la línea.

El conductor, el receptor y el micrófono son conectados en serie y la intensidad de la corriente es determinada por la resistencia total del circuito.

Ni al utilizar el sistema de batería local para los micrófonos se obtiene corriente para éstos independiente de la resistencia de la línea.

Las diferentes corrientes están representadas en los siguientes gráficos:



Nos muestra la corriente i , del circuito microfónico, es la corriente que circula cuando la membrana del microteléfono está en

repose.

Con la frecuencia del sonido varía la resistencia y por lo mismo varía la intensidad de la corriente, obteniéndose alrededor de i_0 una corriente continua pulsatoria la cual puede considerarse que consta de una componente continua i_0 y una componente alterna i_t , correspondiendo ésta a la corriente bucal con las características del lenguaje.

Al tratarse de transmisiones telefónicas a más de las pérdidas normales que se tiene en la línea y que no pueden ser rebajadas por diseño de los instrumentos, existen pérdidas adicionales por reflexión.

Estas pérdidas son considerables cuando la impedancia característica de la línea no está equilibrada con la del instrumento, cuando existe equilibrio las pérdidas son menores.

En la práctica no es muy conveniente el obtener un circuito perfectamente silente o equilibrado, ya que, el receptor es completamente silencioso dando por ello la impresión de que está descompuesto o cortada la línea.

CARACTERISTICAS DE CABLES TELEFONICOS.-

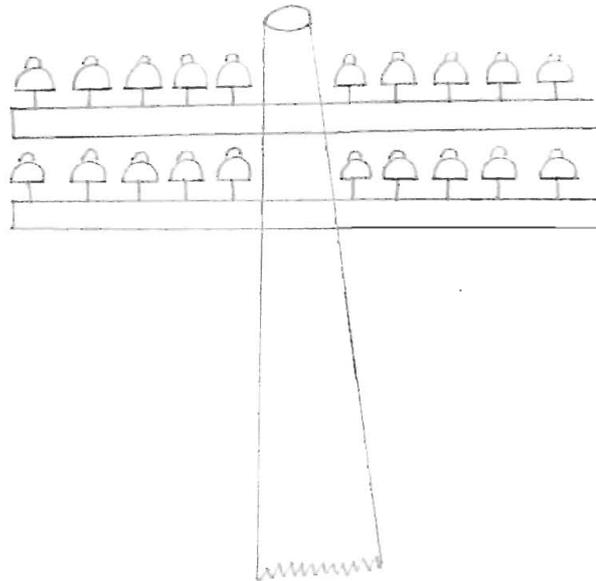
Los cables telefónicos pueden ser clasificados de diferentes maneras de acuerdo a su uso, a sus características físicas o eléctricas.

La primera división consiste en distinguir entre conductores para larga distancia y aquellos para distribución central o urbana. Estos últimos forman la mayor parte de la red telefónica, ya que, los servicios urbanos son mucho más usados que los de larga distancia, de acuerdo a esto es importante diseñar redes para una transmisión satisfactoria.

En general los conductores para líneas urbanas por su pequeña longitud no requieren condiciones tan exactas como los de larga distancia en lo relativo a atenuación por unidad de longitud, regularidad de impedancia o balanceo contra ruido y diafonía; por ej: en una area local se utilizan conductores tan delgados como los números 22, 24 y 26; en cambio, para larga distancia cuando se trata de cables no se utilizan conductores menores que el número 19, siendo un tipo standard para líneas abiertas conductores de buena calidad de diámetros entre dos y tres milímetros.

Aunque existen varias clasificaciones para circuitos de larga distancia la más generalizada consiste en distinguir entre líneas abiertas y cable.

Para servicio telefónico rural se utiliza generalmente líneas abiertas y los conductores generalmente empleados son de 165, 128 ó 124 mils circulares, para ésta clase de línea se utiliza conductores de bronce cadmiun, el aislamiento que tienen estas líneas es el aire y van sobre crucetas en las que se hallan montados aisladores los mismos que son de vidrio o porcelana como lo indica la siguiente figura:



La aplicación de carga a líneas de larga distancia a pesar de ser un medio de transmisión muy utilizado en sistemas en actual funcionamiento y montaje tiende a disminuir debido al hecho de que las características de líneas abiertas, especialmente la dispersión y capacidad son factores que cambian con las condiciones atmosféricas. En líneas abiertas a más del conductor ya indicado se utiliza también alambre de hierro y cobre cuyo aislamiento es el aire.

Las líneas abiertas que como ya se indicó tienen aislamiento de aire se las protege contra sobretensiones debidas a causas exteriores con fusibles y carbones como protectores.

CABLE BAJO PLOMO.-

El conductor es de alambre sólido de aleación de cobre.

Aislación.- Un sólo conductor recubierto de papel a prueba de agua.

Pareado.- Dos conductores aislados entre sí forman un par.

Disposición estriada.- Hasta cien pares inclusive están pareados en disposición concéntrica; cuando son más de cien pares se encuentran primeramente estriados en unidades de cincuenta o cien pares y estas unidades juntas forman el cable completo.

El núcleo del cable se halla aislado con papel.

Cuando los cables son de cien pares o más contienen pares espaciados.

Cubertura.-El conjunto de pares está recubierto con una capa de plomo.

Características Eléctricas.- Las siguientes características eléctricas son para 100 metros de cable a una temperatura de 20 grados centígrado.

Diámetro del conductor	Resistencia del conductor	Resistencia mínima de aislación	Capacidad media	Atenuación media a 800 ciclos/seg.
mm	ohms	megohms	microfard.	nepers
0,4	140	5.000	0,040	0,170
0,5	90	5.000	0,040	0,135
0,6	62,5	5.000	0,040	0,110

Cable Armado EPJ.-

El conductor es de alambre sólido de aleación de cobre.

La aislación en un sólo conductor es de papel a prueba de agua.

Dos conductores aislados están dispuestos para formar pares.

Hasta cien pares se hallan pareados en disposición concéntrica y por encima de éste número se tiene una disposición idéntica a la del cable anterior, es decir, en forma estriada.

El conjunto de pares de éste cable se halla blindado por una cubierta de plomo.

La cobertura del cable en mensión es de bitumen y de papel crepé bituminizado e hilos de yute, protegido luego por alambre de hierro galvanizado o dos capas de tiras de acero.

Características Eléctricas.-

Las características eléctricas siguientes son para 100 metros de longitud de cable a una temperatura de 20 grados centígrados.

Díametro del conductor	Resistencia del conductor	Resistencia mínima de aislación	Capacidad media	Atenuación media a 800 ciclos/seg.
mm	ohms	megohms	Farad.	Neper
0,4	140	5.000	0,042	0,175
0,5	90	5.000	0,042	0,138
0,6	62,5	5.000	0,042	0,115

CABLES PLÁSTICOS.-

En la actualidad se utilizan tres clases de plásticos como aislante o cobertura y estos son: plásticos de polivinil clorid (PVC); Polietileno y Nylon.

Cada uno de éstos materiales tienen sus propiedades especiales y ellas pueden ser utilizadas separadamente o en combinación dependiendo de los requerimientos particulares.

Aislación PVC.-

PVC es un compuesto de resinas de clorhidrato de polivinilo, plásticos, estabilizadores y otros ingredientes, sus propiedades pueden ser variadas en anchos límites particularmente por la alteración de compuestos plásticos.

Características.-

El aislamiento PVC no es prácticamente afectado aún en climas tropicales.

Para instalaciones exteriores se usa preferentemente el PVC negro.

El ozono no afecta al PVC y es construido a prueba de fuego.

El cable aislado con PVC en cambio es muy susceptible a dañarse con cambios bruscos de temperatura.

Propiedades Eléctricas.-

Las siguientes son las propiedades eléctricas del compuesto medidas a 20 grados centígrados.

Resistividad por volumen 10^{14} ó 10^{15} ohmios/centímetro.

Resistencia del dieléctrico a 50 ciclos/segundo y 1 minuto de prueba 30 KV/mm .

Constante del dieléctrico a 1.000 ciclos/segundo 5,5 a 6,5

Factor de disipación a 1.000 ciclos/seg. aproximadamente 0,1
Estas propiedades eléctricas permanecen invariables aún después de introducirles en el agua por un largo tiempo.

CABLES AISLADOS CON NEOPRENO.-

Para las instalaciones exteriores de los abonados se utiliza generalmente el cable aislado con neopreno.

El cable sintético neopreno (se lo conoce también con la denominación de cloropreno) se usa principalmente como envoltura para cables tendidos en el exterior.

Se compone de un polímero de neopreno con negro de humo de una calidad adecuada y de otros varios ingredientes en cantidades convenientes de manera de obtener una mezcla apropiada.

Resistencia al envejecimiento y a las influencias atmosféricas.-

El neopreno permanece casi completamente inalterable bajo la influencia de la lluvia, nieve, luz solar y ozono. Su resistencia al envejecimiento es muy buena, mucho mejor que las de las mezclas de caucho natural. Las envolturas de neopreno han soportado con muy buen resultado las pruebas prácticas durante 10 años bajo duras condiciones tropicales, en cambio el caucho natural ha soportado las mismas condiciones durante un tiempo mucho más corto.

Propiedades a alta y baja temperatura.-

El neopreno soporta también temperaturas relativamente altas, 100 grados centígrados durante tiempos considerables y 150 grados centígrados en cortos períodos. La flexibilidad se mantiene a temperaturas inferiores a -40 grados centígrados.

Propiedades Mecánicas.- El neopreno tiene una alta resistencia al desgaste y a la rotura por lo que protege eficazmente contra esfuerzos mecánicos.

Combustibilidad.- El neopreno es, al contrario del caucho natural difícilmente inflamable, por cuya razón las envolturas de neopreno aumentan considerablemente la seguridad contra el fuego.

Al contrario del caucho natural, el neopreno tiene alta resistencia a aceites, etc. lo cual es importante para los tipos de cables que puedan entrar en contacto directo con tales materiales.

Como se puede ver las características eléctricas de los cables bajo plomo y de los cables armados son casi idénticos existiendo una pequeña variación únicamente en la capacidad y en la atenuación.

También de lo anotado anteriormente se puede deducir que la mayor parte de los cables telefónicos se hallan aislados con papel y aire especialmente y por ésta razón la humedad disminuye considerablemente el aislamiento llegando en ocasiones a destruir el aislante dañando de tal manera el cable, por la razón anotada se debe cuidar al trabajar con los cables evitando en lo posible la humedad.

APARATOS DE MEDIDA MAS USADOS PARA LOCALIZAR DAÑOS.-

A continuación se van a exponer las pruebas que son necesarias para determinar y localizar averías en los cables, así como las pruebas que se deben hacer durante las instalaciones telefónicas para tener la seguridad de que los cables quedan al terminar el trabajo en perfectas condiciones.

Las características fundamentales a que se refieren las pruebas son las siguientes: resistencia ohmica, capacidad dieléctrica y el aislamiento.

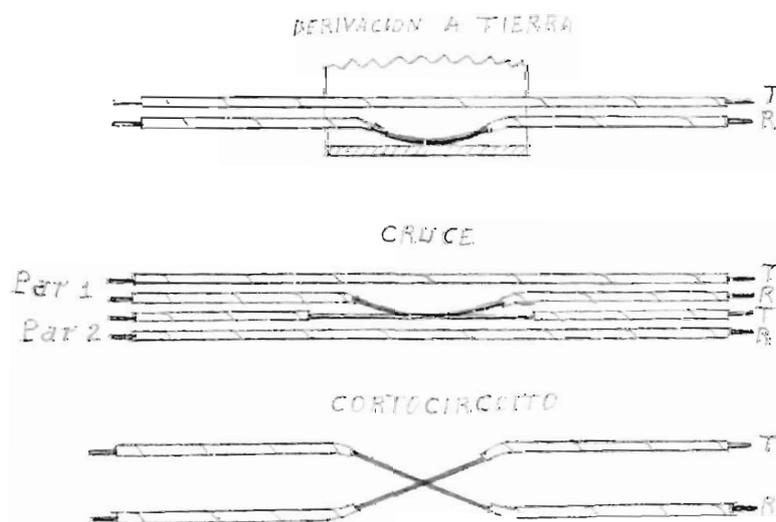
La localización de pares abiertos o trocados requiere por lo general mediciones de capacidad electrostática.

El aislamiento es la cualidad quizá más importante en los circuitos ya que, su valor puede tomarse con una indicación del estado de los mismos. Mientras se efectúan empalmes en un cable nuevo, es necesario comprobar con frecuencia el aislamiento, para tener la seguridad de que no ha penetrado humedad.

MANERA DE ENCONTRAR LOS PARES DEFECTUOSOS.-

Las averías más frecuen-

tes que pueden encontrarse son las que se indican en las siguientes figuras:





INTERRUPCIÓN

CIRCUITO - ABIERTO

Una derivación a tierra tiene lugar cuando un hilo de un cable hace contacto eléctrico con la cubierta del mismo. Este contacto eléctrico puede ser debido al contacto metálico entre el hilo y la cubierta del cable.

Las derivaciones a tierra se pueden observar también por efecto de la destrucción o deterioro del aislamiento, deterioro que puede ser ocasionado por humedad que haya absorbido el conductor o por resquebrajamiento del mismo; en general las derivaciones a tierra tienen por causa fundamental el mal estado del aislamiento y es esa la razón principal por la cual se debe tener el máximo cuidado de chequear en los conductores que el aislamiento se encuentre dentro de los límites permitidos por las normas internacionales.

Una derivación a tierra cuya resistencia es relativamente elevada constituye una pérdida por mal aislamiento.

Se entiende por cruce el defecto producido cuando por descuido del trabajador encargado de efectuar el trabajo o por efecto de una mala numeración de los pares de un cable se ha hecho el empalme entre hilos de pares diferentes.

Un cortocircuito es un caso particular de un cruce entre dos hilos del mismo par; puede existir también un cortocircuito entre varios pares y generalmente es debido al mal aislamiento razón por la cual uno o más pares hacen contacto entre sí.

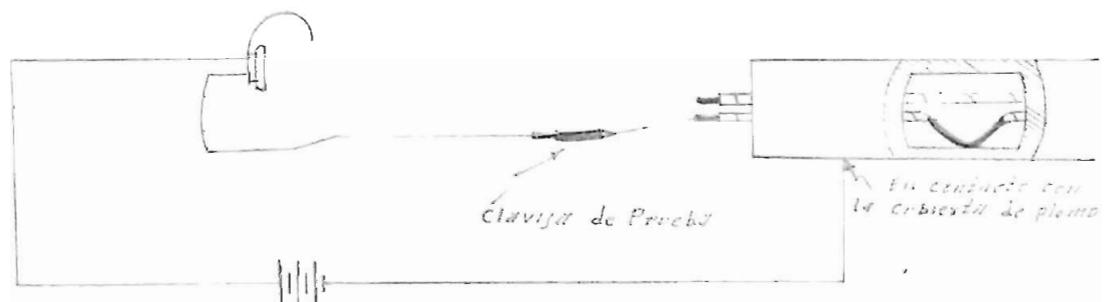
El circuito abierto es producido por la rotura de un hilo.

Las averías indicadas pueden encontrarse en el cable o en los empalmes.

Para encontrar las derivaciones a tierra pueden seguirse los siguientes procedimientos:

a) CON RECEPTOR Y BATERIA.-

Se deben efectuar las conexiones como lo indica la siguiente figura:



(Fig #2)

Se conecta un polo de la batería a la cubierta del cable y el otro polo se pone en serie con el receptor y con el hilo que se supone derivado a tierra. Cuando se toque con la clavija de pruebas al hilo que está en comunicación con tierra se oye un chasquido en el receptor, pero se debe tener cuidado de no confundir el ruido producido por una derivación a tierra con el que se origina por la capacidad de un hilo aislado. Si el cable es largo, el ruido producido por la capacidad del circuito es fuerte cuando se le toca por primera vez con la clavija de prueba, pero tocando el hilo repetidas veces con rapidéz, los ruidos se hacen mucho menos perceptibles que al principio; por el contrario, cuando hay una derivación a tierra, el ruido es tan intenso la primera vez que se toca el hilo como en las sucesivas. Además el ruido debido a la capacidad sólo se oye al cerrar el circuito. Las derivaciones a tierra debidas a la humedad producen un sonido estridente en el receptor cuando se mantiene el contacto con el hilo derivado.

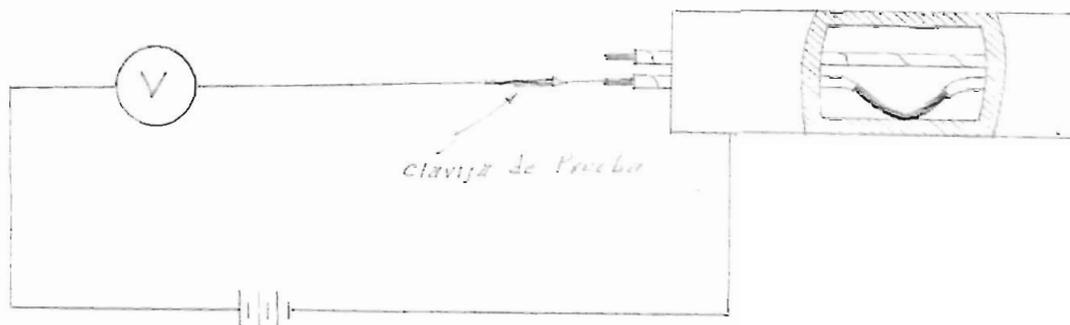
b) CON UN VOLTÍMETRO Y UNA BATERIA.-

Quando la clavija de pruebas se pone en contacto con un hilo que tiene derivación a tierra, el voltímetro marca un potencial constante.

Si la derivación a tierra es perfecta el voltímetro marcará el voltaje de la batería.

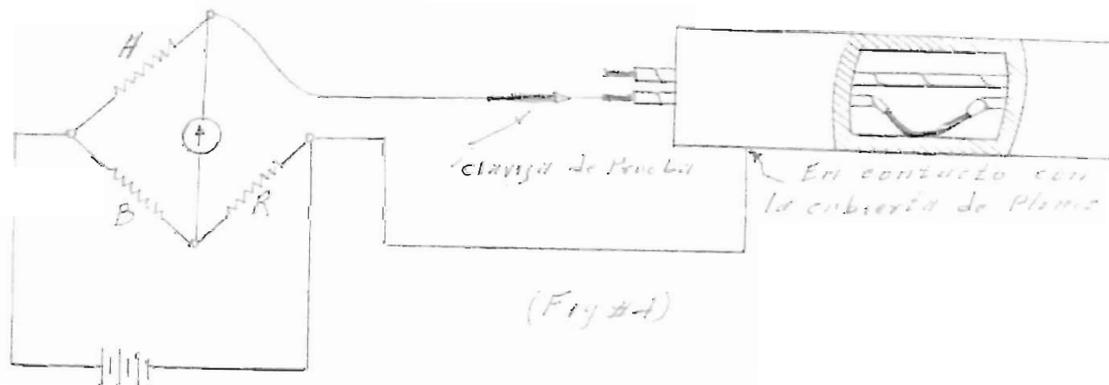
Si la derivación a tierra fuera imperfecta el voltímetro marcará un voltaje menor que el de la batería.

El circuito para ésta prueba es el siguiente:



(Fig #3)

c) CON UN PUNTE DE WHEATSTONE.-



(Fig #4)

Se efectúan las conexiones como lo indica la figura anterior. Con las conexiones indicadas el galvanómetro ocupa la posición que ocupaba el receptor en el primer procedimiento o la del voltímetro en el segundo procedimiento.

La desviación de la aguja del galvanómetro cuando se cierran las llaves de éste y de la batería indica una derivación a tierra.

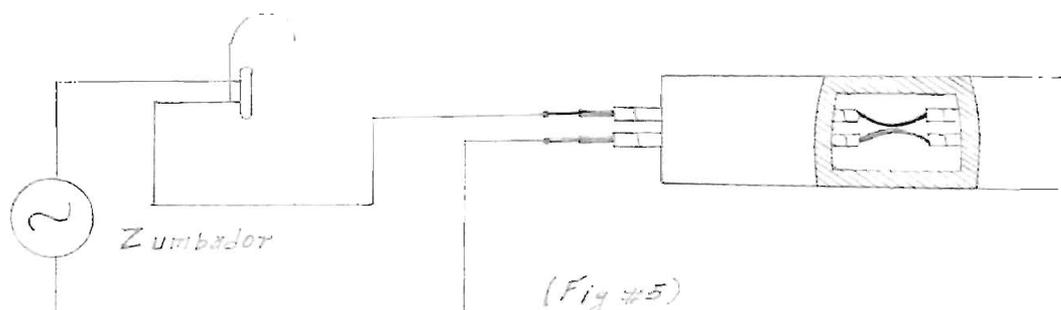
MANERA DE ENCONTRAR LOS CRUCES Y CORTOCIRCUITOS.-

Los procedimientos para encontrar derivaciones a tierra pueden emplearse para descubrir los cruces y los cortocircuitos.

POR MEDIO DE UN ZUMBADOR.-

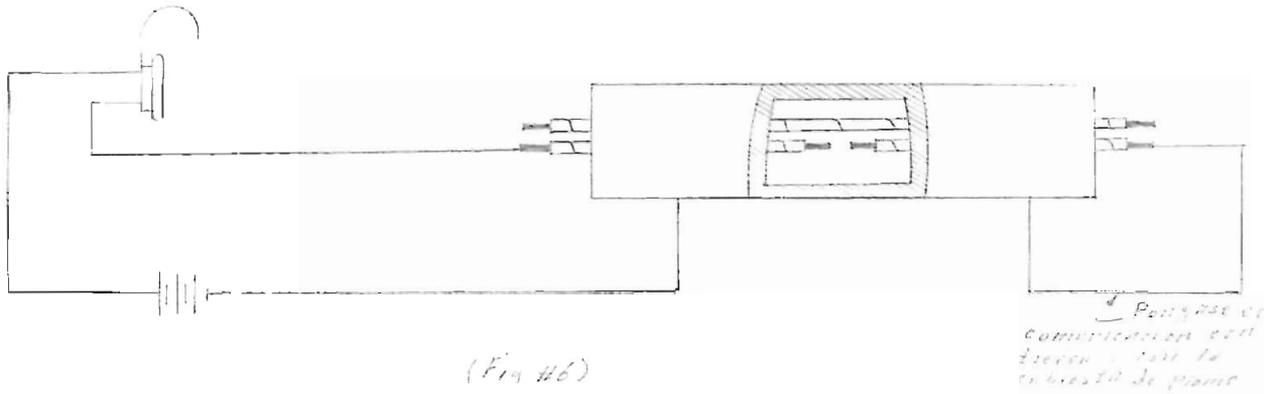
Con frecuencia tiene lugar el cruce de un par con otro que se desconoce y el mejor procedimiento para descubrir éste segundo par es empleando un zumbador en combinación con el receptor.

Las conexiones para realizar la prueba son las indicadas en la siguiente figura:



Para aplicar el procedimiento se conecta un polo del zumbador al hilo o par que se considera cruzado con otro hilo o par. Uno de los terminales del receptor se conecta al otro polo del zumbador y el otro terminal con un hilo de exploración con el mismo que se prueban los demás hilos o pares del cable tocándolos hasta encontrar uno que produzca el mismo sonido que se oye al unir los hilos del circuito del zumbador y entonces éste será el hilo o par cruzado con el hilo o par que se está probando.

Los hilos rotos se manifiestan por la falta de circuito. El hilo que se supone roto se pone en comunicación con tierra o con la cubierta de plomo en sus extremos y después se comprueba en el otro si hay derivación a tierra como lo indica la siguiente figura:

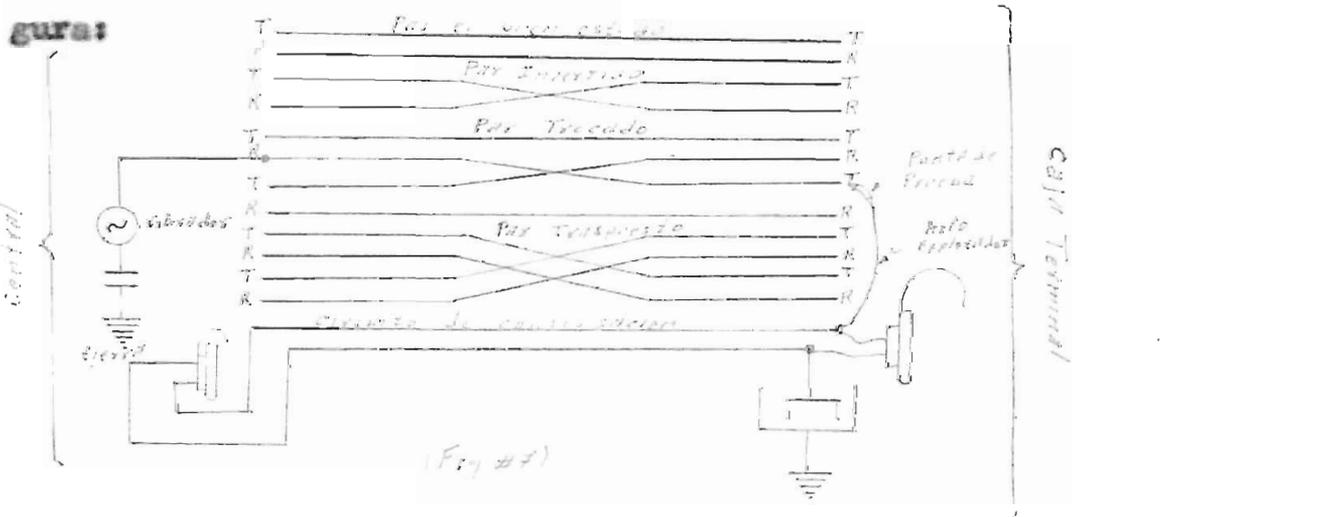


Si no hay indicios de derivación a tierra es señal de que el hilo está roto.

En vez de poner un extremo en comunicación con tierra puede ponerse en contacto con su pareja o con otro hilo conocido y entonces se busca el cruce desde el otro extremo.

La razón técnica que existe para localizar los diferentes daños con los aparatos y combinaciones antes indicados es la de cerrar un circuito eléctrico entre los aparatos de medida y los cables defectuosos para de ésta manera obtener un resultado ya sea acustico ya sea por medio de indicaciones luminosas o ya sea también por la deflexión de la aguja de un aparato de medida, resultado por medio del cual se llega a encontrar con relativa facilidad los diferentes daños que se presentan en los cables.

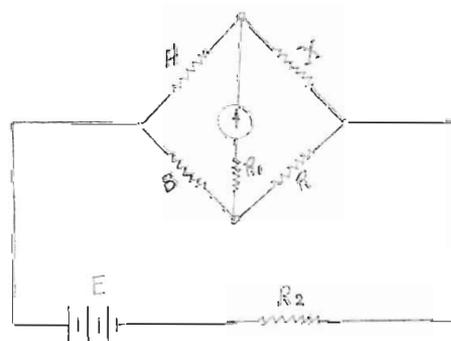
MODO DE ENCONTRAR LOS PARES INVERTIDOS, TROCADOS Y TRANSPUESTOS.- Estos defectos pueden encontrarse ampliando las pruebas de continuidad descritas anteriormente. El mejor procedimiento para encontrar estos daños es el que indica esquemáticamente la siguiente fi-



Para ello primeramente, se debe establecer un circuito de conservación entre la central y la caja terminal o entre las cajas terminales de los extremos de la sección que se va a probar. Generalmente existe un par de reserva en buen estado para éste objeto. El operario de pruebas intercala el zumbador o vibrador entre los hilos que se debe probar y tierra y otro ayudante conecta un hilo explorador a un hilo del circuito de conservación y el otro hilo de dicho circuito lo pone en comunicación con tierra a través de un condensador. Después conecta la clavija de prueba al extremo libre del hilo explorador y toca uno por uno los hilos de la caja terminal hasta oír un sonido. Este sonido deberá ser oído por ambos trabajadores y entonces el ayudante indicará al operario de pruebas el número del par y el hilo en que oye el sonido, identificándose de éste modo los hilos en dos puntos de terminación y de ésta manera es posible encontrar los pares que están invertidos, trocados o traspuestos. Aunque los pares invertidos o traspuestos no perjudican a la transmisión de la conversación, es conveniente sin embargo que estos queden en su posición correcta para eliminar así ciertos inconvenientes que se presentan luego al buscar los pares asignados al instalar los aparatos de abonado.

MEDICIONES CON EL PUENTE DE WHEATSTONE.-

El puente de Wheatstone es, en esencia una red de conductores dispuestos como lo indica la siguiente figura:



(Fig # 8)

En la figura anotada A, B, R y X representan resistencias y G un Galvanómetro o un aparato equivalente para medir e indicar la corriente.

El signo convencional para una batería se representa en E. Las cuatro resistencias A, B, R y X se llaman brazos del puente; A y B son los brazos de relación; R es el brazo variable y X es el brazo desconocido o sea la resistencia a medir.

En una red de conductores así constituida no pasa corriente alguna por el Galvanómetro cuando se verifica la igualdad:

$$\frac{A}{B} = \frac{X}{R} \quad (1)$$

Esta propiedad del puente de Wheatstone se utiliza para medir resistencias por el método de reducción a cero. Los valores A, B y R se regulan de manera que no pase corriente por el Galvanómetro y entonces el valor de la resistencia desconocida podrá obtenerse por la igualdad:

$$X = \frac{A}{B} R \quad (2)$$

Las relaciones indicadas en las igualdades (1) y (2) siguen verificándose aunque se permuten el Galvanómetro y la batería. Así mismo la adición de las resistencias R_1 y R_2 no afecta a las condiciones de equilibrio del puente. Sin embargo, la inserción de tales resistencias afecta a la sensibilidad del Galvanómetro.

MEDIDA DE RESISTENCIA CON EL PUENTE DE WHEATSTONE.-

Se coloca los conmutadores de manera que se forme el puente de Wheatstone y si fuera necesario se ajusta de manera que la aguja del galvanómetro marque cero.

La resistencia a medir se conecta a los bornes X asegurándose de que las conexiones estén bien hechas. Se apreta fuertemente los bornes pero sin someterlos a un esfuerzo excesivo.

Si el galvanómetro tiene shunt se utiliza dándolo para el ensayo preliminar el valor mínimo.

Después se obtiene la primera aproximación de la resistencia de X de la siguiente manera : Dispóngase el puente de manera que:

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{100} \quad \text{ó} \quad \frac{1.000}{1.000} \quad \text{ó} \quad 1$$

Hágase $R=1$ y después ciérrase las llaves de la batería y del galvanómetro, se debe cerrar la llave de la batería primero y luego la del galvanómetro. Se observa la dirección en que se mueve la aguja del galvanómetro y después se dejan libres las llaves, primero la del galvanómetro y luego de la batería. A continuación hágase $R=500$ ohmios y vuélvase a cerrar las llaves observando la dirección en que se mueve la aguja del galvanómetro.

Si la aguja se moviese en una dirección con $R=1$ ohmio y en la opuesta con $R=500$ ohmios. Si el movimiento de la aguja es mayor en el un sentido que en el otro, el valor que debe darse a R está más próximo al de la resistencia que produce la menor desviación.

Estrechando ahora los dos límites que comprenden a X y ajustando a R hasta producir el equilibrio y una vez obtenido se ajustará el shunt a $0,1$ y se volverá a equilibrar, luego se ajusta el shunt a 1 equilibrando otra vez.

Este resultado es el más aproximado que puede obtenerse cuando la relación es :

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{100} \quad \text{ó} \quad \frac{1.000}{1.000}$$

expresión que viene dada por la aproximación de 1 ohmio.

Para ciertos valores de la resistencia se puede obtener un equilibrio más exacto cambiando la relación A/B .

Los mejores valores de A y las fórmulas para calcular el valor de X para los diferentes valores de la resistencia desconocida, son los de la siguiente tabla:

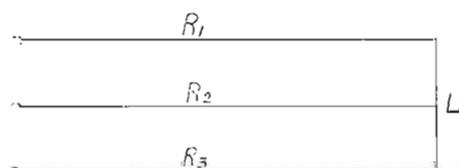
Resistencia desconocida en Ohmios	Relación entre los brazos del puente	Fórmula para calcular la resistencia desconocida
Menor de 10	$\frac{A}{B} = \frac{1}{1.000} = 0,001$	$X = 0,001R$
de 10 a 100	$\frac{A}{B} = \frac{10}{1.000} = 0,01$	$X = 0,01R$
de 100 a 1.000	$\frac{A}{B} = \frac{100}{1.000} = 0,1$	$X = 0,1R$
de 1.000 a 10.000	$\frac{A}{B} = \frac{1.000}{1.000} = 1$	$X = R$
de 10.000 a 100.000	$\frac{A}{B} = \frac{1.000}{100} = 10R$	$X = 10R$
de 100.000 a 1.000.000	$\frac{A}{B} = \frac{1.000}{10} = 100R$	$X = 100R$
de 1.000.000 a 10.000.000	$\frac{A}{B} = \frac{1.000}{1} = 1.000$	$X = 1.000R$

b) RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES AUXILIARES.-

Generalmente no se puede conectar directamente la resistencia que se trata de medir a los bornes X del puente, en estos casos se conecta dicha resistencia a los bornes X por medio de conductores auxiliares. La resistencia de éstos hay que restarla de la obtenida al hacer la medida con el puente, para de ésta manera obtener el verdadero valor de la resistencia que se busca. La resistencia de los conductores auxiliares se determina por separado, antes o después de medir la resistencia desconocida.

c) RESISTENCIA DE LOS HILOS POR SEPARADO.-

La resistencia de un sólo conductor puede obtenerse mejor por el método de las tres resistencias como se indica a continuación:



(Fig #9)

Sean R_1 , R_2 , y R_3 la resistencia de cada uno de los conductores de longitud L medida desde el extremo en que se hacen las pruebas al punto de unión de los tres conductores.

Si medimos las resistencias de los tres circuitos podremos establecer las igualdades siguientes:

$$R_1 + R_2 = A$$

$$R_2 + R_3 = B$$

$$R_1 + R_3 = C$$

De las igualdades anteriores se deduce que:

$$R_1 = \frac{A + C - B}{2}$$

$$R_2 = \frac{A + B - C}{2}$$

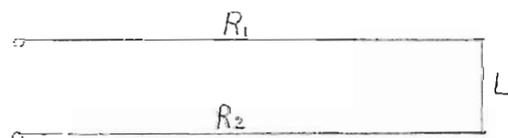
$$R_3 = \frac{B + C - A}{2}$$

Estos resultados se pueden expresar de la siguiente manera:

Se suman las resistencias de los dos circuitos que contienen el hilo cuya resistencia se busca y de ésta suma se resta la del circuito que no contiene la resistencia buscada, dividiendo el resultado por dos. Las cifras decimales se determinan de acuerdo con la relación A/B empleada.

Cuando solamente existen dos hilos disponibles se determinan las resistencias de cada uno de la siguiente manera:

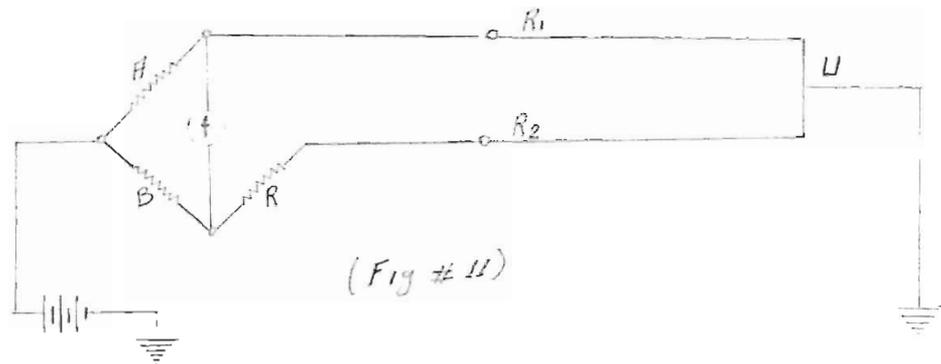
Se unen los hilos por sus extremos como lo indica la siguiente fig.



Una vez medida la resistencia del circuito que es:

$$R_1 + R_2 = A$$

Se varía las conexiones del puente para formar el circuito de Varley y se une a tierra el extremo más distante como lo indica la siguiente figura:



Se dispone el aparato de manera que:

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{900} \quad \delta \quad \frac{100}{1000} \text{ y se equilibra el puente.}$$

R es la resistencia que indica el rebátato.

Se tiene:

$$R_1 = \frac{A}{A + B} (R + A)$$

$$A - R_1 = R_2$$

Los dos términos de la relación A/B se eligen desiguales de modo que la resistencia de cada hilo pueda obtenerse en décimas de ohmio. Así mismo no siendo ésta relación igual a la unidad no es necesario permutar las conexiones R_1 y R_2 en el puente.

Este procedimiento no puede emplearse cuando alguno de los hilos o los dos están en comunicación con tierra o cuando los dos hilos están en cortocircuito, pero puede emplearse para los hilos que están cruzados con otros.

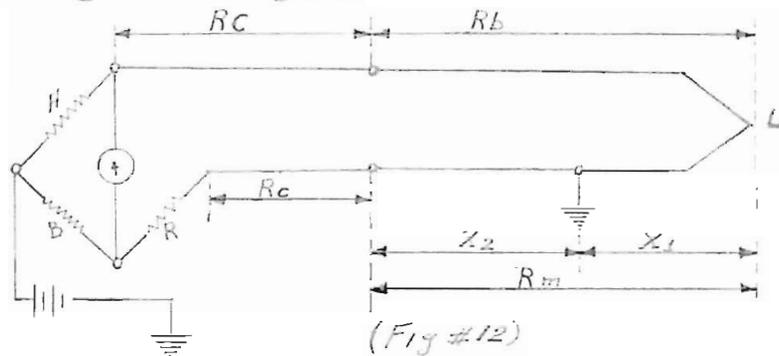
CIRCUITOS DE PRUEBA.-

La localización de averías en los conductores puede realizarse por medio de los llamados circuitos de prueba, de los cuales los de Varley y Murray son los que se emplean principalmente en telefonía.

CIRCUITO DE VARLEY.-

Las conexiones para el circuito de Varley se in

dican en la siguiente figura:



El hilo averiado se conecta al berne de línea que está conectado al brazo R del puente, en el otro extremo se unen los hilos bueno y averiado de tal modo que la resistencia del hilo de unión y de sus conexiones sea despreciable, después se disponen los conmutadores del puente para el circuito de Varley y se tiene:

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{100} \quad \delta \quad \frac{1.000}{1.000} \quad \delta \quad 1$$

Hecho ésto se equilibra el puente y se anota la resistencia que marque el réstato R, suponiendo que los hilos bueno y malo tengan la misma resistencia; la resistencia desde el hilo de unión a la avería puede determinarse por la siguiente fórmula:

$$X = \frac{R}{2}$$

Ahora bién, como la resistencia de los hilos bueno y malo, casi nunca es igual aunque tengan la misma longitud y calibre, las ventajas que tiene el usar una relación A/B distinta de la unidad aconsejan el empleo de la siguiente fórmula:

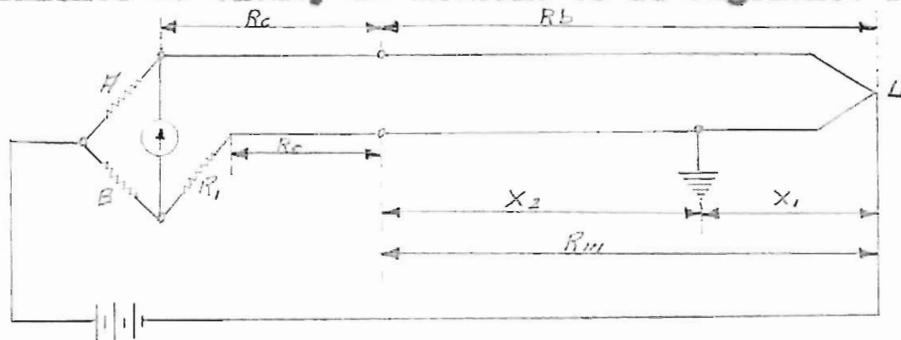
$$X_1 = \frac{A (R + R_C + R_M) - B (R_C + R_B)}{A + B}$$

que resuelve de un modo general el problema del circuito de Varley La fórmula anterior se simplifica mucho en una modificación del circuito de Varley y que se conoce con el nombre de método triple de Varley.

METODO TRIPLE DE VARLEY.-

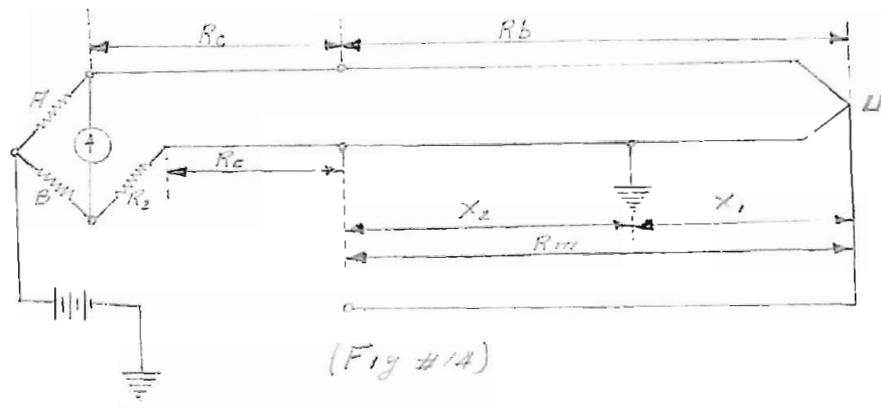
En éste procedimiento se toman tres lecturas de R , cada una con diferentes conexiones. El valor de la relación A/B debe ser el mismo para las tres lecturas. La prueba requiere tres hilos, dos de ellos buenos, el tercero es el hilo defectuoso en que hay que localizar la avería y el cual se conecta al borne del puente que está unido al brazo R . El hilo que une los extremos más alejados de los tres hilos debe ser de resistencia despreciable.

Las conexiones de Varley se indican en la siguiente figura:



(Fig 13)

Como puede observarse en el gráfico, es una prueba de equilibrio. La batería se conecta a los extremos mas distantes del hilo averiado y del que está en buen estado, por medio de un hilo en perfectas condiciones; equilibrado el puente se observa la indicación del réostato R designando ésta lectura por R_1 . Después se varían las conexiones poniendo a tierra la batería, como lo indica el gráfico siguiente:

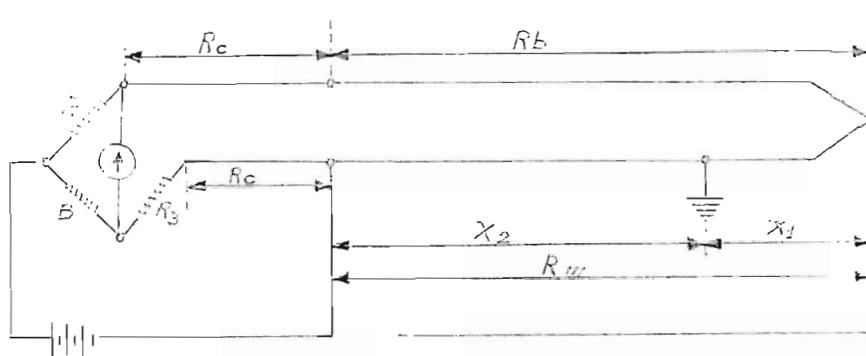


(Fig #14)

Equilibrado otra vez el puente y llamando R_2 al nuevo valor de R la resistencia desde el punto de unión de los tres hilos al punto en que está situado la avería vendrá dada por la expresión:

$$X_1 = \frac{A}{A + B} (R_2 - R_1)$$

Para comprobar la situación de la avería se sustituye la toma de tierra de la batería por una conexión en el extremo del hilo que une el conductor averiado al puente, como indica la figura siguiente:



(Fig. #15)

Para realizar ésta prueba se debe equilibrar el puente y se designa la indicación del réostat por R_3 . La resistencia desde el extremo del cable en que se hacen las pruebas al puente en que está la avería, puede determinarse por medio de la fórmula:

$$X_2 = \frac{A}{A + B} (R_3 - R_2)$$

La resistencia total del hilo averiado puede obtenerse por medio de una de las siguientes fórmulas:

$$RM = \frac{A}{A + B} (R_3 - R_1)$$

$$RM = X_1 + X_2$$

Al efectuar las pruebas por medio del método triple de Varley se empleará siempre que sea posible la relación $A/B = 100/1.000$ y si el brazo B tuviera una bobina de 900 ohmios se haría $A/B = 100/900$ Cuando $A/B = 100/1000$ las fórmulas que se emplean para localizar la avería son:

$$x_1 = \frac{R_2 - R_1}{11}$$

$$x_2 = \frac{R_3 - R_2}{11}$$

Cuando $A/B = 100/900$ las fórmulas se simplifican más todavía, convirtiéndose en :

$$x_1 = \frac{R_2 - R_1}{10}$$

$$x_2 = \frac{R_3 - R_2}{10}$$

Se observa que al hacer pruebas por el método triple de Varley, no hay que tener en cuenta la resistencia del conductor que une el hilo averiado del puente, puesto que forma parte del brazo variable de éste.

Esta propiedad hace el método triple de Varley muy adecuado para localizar desde la mesa de pruebas, puesto que en éste caso los hilos de conexión son generalmente conductores de cable que van desde la mesa de pruebas a una central lejana, donde los conductores de aquel se conectan a los hilos que hay que probar.

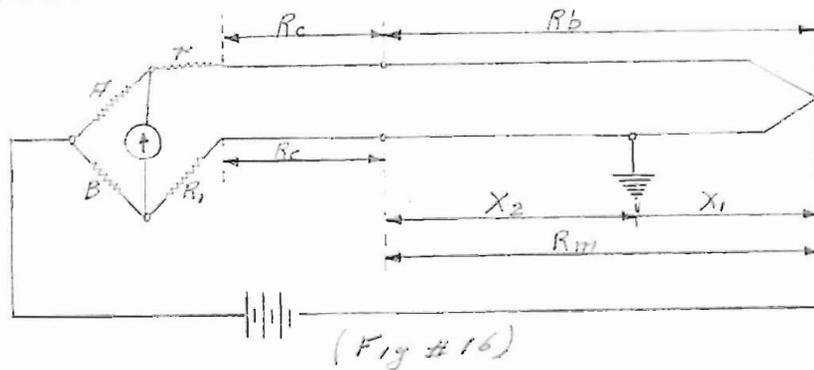
En las pruebas por el método triple de Varley es imposible, algunas veces, hacer la primera medición empleando la relación:

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{1000} \quad \text{ó} \quad \frac{100}{900}$$

Ésto ocurre cuando $A/B = 100/900$ y la resistencia total, desde el puente al hilo de unión es mayor de 1.250 ohmios y si ésta es mayor de 1.100 ohmios cuando $A/B = 100/1000$. En éstos casos se hace la relación 100/100 para hacer la medición que generalmente será pequeña y es cero si el hilo malo y el bueno tienen la misma resistencia. Si el hilo bueno tiene menos resistencia que el averiado, es necesario permutar sus conexiones en el puente, o sea, conectar el hilo

bueno al borne del brazo R y el malo al borne X para obtener R_1 . En éstas condiciones se pone el signo ménos al valor obtenido de R_1 .

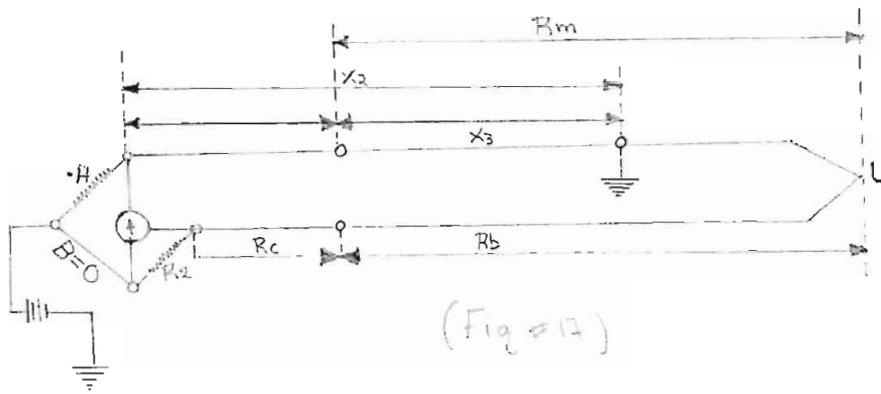
Antes de continuar las pruebas para obtener R_2 y R_3 se debe tener la precaución de conectar los hilos a sus bornes correspondientes. La relación A/B tiene que ser la misma para las tres pruebas. Cuando la resistencia del hilo bueno es menor que la del averiado, se puede emplear un procedimiento mejor que consiste en poner en serie con el hilo bueno una pequeña resistencia, como indica la figura siguiente:



La resistencia R puede tener un valor razonable cualquiera, pues sólo es necesario que la resistencia del hilo bueno, mas la de R sea mayor que la del hilo averiado. Tampoco se necesita saber el valor de R más que aproximadamente puesto que en las tres mediciones de Varley, R está en serie con el hilo bueno, y, por lo tanto, su valor desaparece al aplicar la fórmula.

METODO DE MURRAY.-

Cuando los conmutadores del puente están colocados para obtener el circuito de Murray, la resistencia del brazo B del puente se hace igual a cero y el galvanómetro queda conectado entre los brazos A y R_2 como lo indica la siguiente figura:



RC = Resistencia de los hilos de conexión que unen el hilo bueno y el averiado al puente.

RM = Resistencia del hilo malo.

RB = Resistencia del hilo bueno.

X_2 = Resistencia desde el puente a la avería.

X_3 = Resistencia desde el extremo más próximo del cable a la avería o sea:

$$X_3 = X_2 + RC$$

En el método de murray se observa que A y R_2 son los dos brazos de relación, los otros dos son: $X_2 = RC + X_3$ y el otro la resistencia desde la avería al brazo R_2 del puente, pasando por el hilo de unión que hay en U, o sea: $RC + RM = X_3$.

Para el método directo por el procedimiento de Murray se conecta el hilo malo al borne del brazo A, como lo indica la figura anterior. Sea R_3 la resistencia del circuito formado por el hilo averiado y el bueno, con los hilos de conexión inclusive, es decir:

$$R_3 = 2 + RC + RM + RB$$

Cuando el puente está equilibrado se tiene:

$$X_2 = \frac{R_3 A_2}{A_2 + R_2}$$

En esta expresión X_2 es igual a la resistencia desde el puente a la avería.

R_3 = Resistencia del circuito formado por el hilo bueno y el averiado, con los hilos de conexión inclusive.

A_2 = Resistencia del brazo A.

R_2 = Resistencia del brazo R.

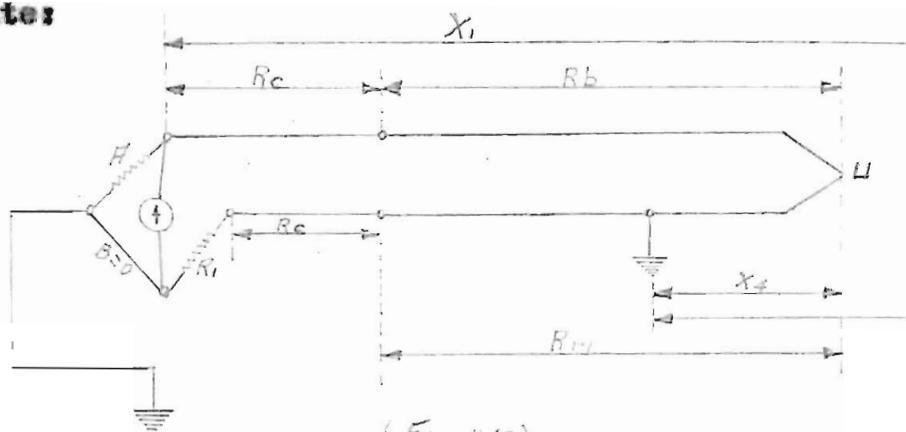
La resistencia X_3 desde el extremo más próximo del cable a la avería se deduce por la fórmula :

$$X_3 = X_2 = RC$$

Se supone, desde luego, que la resistencia del hilo de conexión RC y la resistencia R se han obtenido con anterioridad a las pruebas de localización de la avería.

COMPROBACION DEL METODO DE MURRAY.-

Para una prueba de comprobación se permutan las conexiones del hilo bueno y del averiado en el puente. Las conexiones quedan entonces como lo indica el gráfico siguiente:



Cuando el puente está en equilibrio se tiene:

$$X_1 = \frac{R \cdot A_1}{A_1 \rightarrow R_1}$$

en donde:

X_1 = Resistencia desde el brazo a la avería.

R_2 = Resistencia del circuito constituido por los hilos bueno y averiado incluyendo los hilos de conexión.

A_1 = Resistencia del brazo A.

R_1 = Resistencia del brazo R_1 .

La resistencia X_4 desde U a la avería puede determinarse por medio de la fórmula siguiente:

$$X_4 = X_1 - RC + RB$$

Si las dos pruebas dan la misma situación para la avería, se tiene que:

$$X_4 + X_3 = RM$$

Se supone que la resistencia RM se ha determinado por el método de las tres resistencias.

En general, no resulta necesario hacer dos pruebas para la localización de la avería.

Si $A_1 A_2 = R_2$.Las dos pruebas darán la misma situación para la avería.

Si el producto A_1 por A_2 no es exactamente igual al producto R_1 por R_2 ,las dos pruebas no dan la misma situación para la avería, lo cual indica que existe un error por exceso o por defecto.

Si $A_1 A_2$ es menor que $R_1 R_2$, el error será por defecto, esto es la suma:

$$X_4 + X_3 \text{ será menor que } RM$$

Si $A_2 A_1$ es mayor que $R_1 R_2$ habrá un error por exceso o lo que es igual:

$$X_4 + X_3 \text{ será mayor que } RM$$

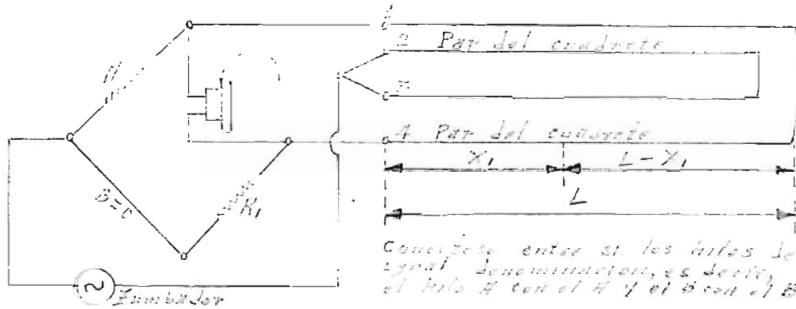
METODO DE MURRAY PARA LOCALIZAR CIRCUITOS ABIERTOS.-

El método de

Murray descrito anteriormente se aplica a la localización de derivaciones a tierra, cruces y cortocircuitos. La localización de circuitos abiertos se determina por medio de otro método de Murray, especialmente adaptado para la comparación de capacidades.

Una corriente alterna producida por un zumbador u oscilador, sustituye a la corriente continua de la batería empleada en la localización de las derivaciones a tierra y como indicador de equilibrio del puente se emplea un receptor telefónico.

Las conexiones se la efectúa como indica la siguiente figura:

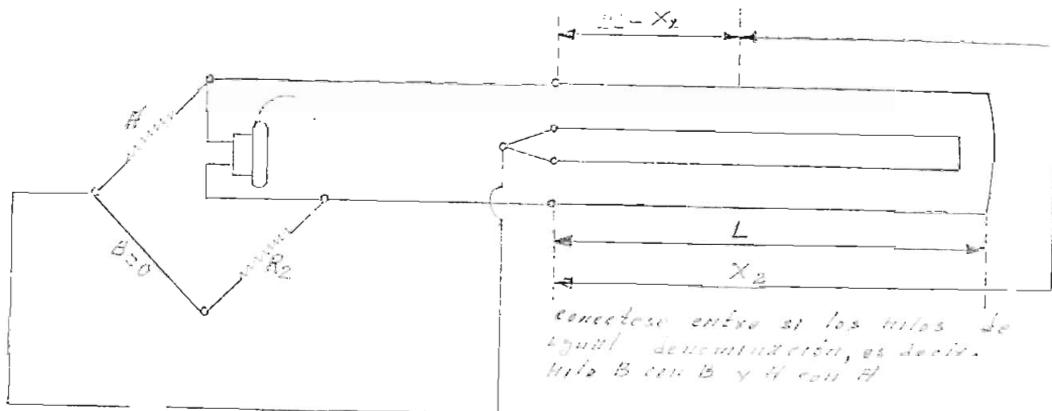


(Fig # 19)

Se equilibra el puente regulando R, hasta que no se oiga sonido alguno en el receptor, entonces:

$$X_1 = \frac{2LA}{A + R_1}$$

En ésta fórmula X_1 es la distancia en metros al punto en que está la rotura y L la longitud total del cable en metros. Para hacer la comprobación, se permutan las conexiones de los hilos unidos al brazo I del puente y se repite la prueba. Las conexiones quedan entonces como lo indica el gráfico siguiente:



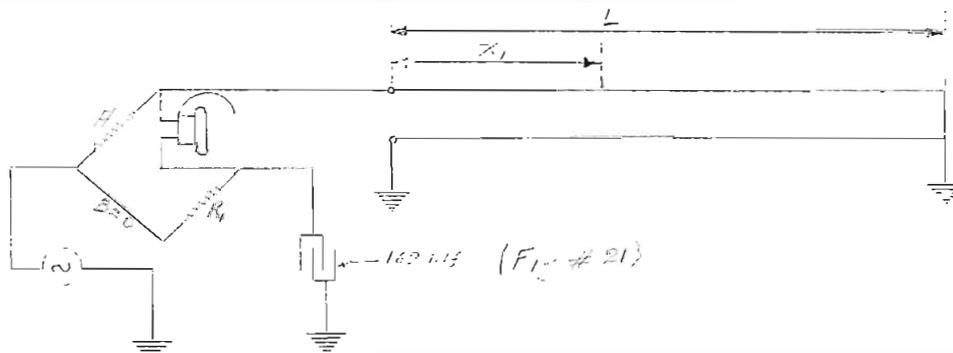
(Fig # 20)

Cuando en estas condiciones se haya equilibrado el puente, se verifica la igualdad:

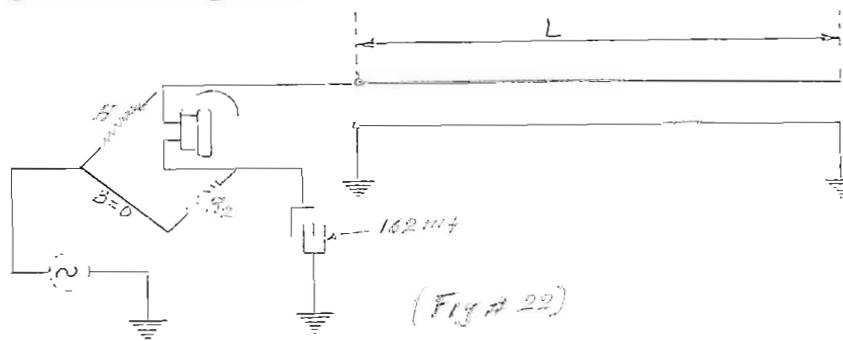
$$X_2 = \frac{2LA}{A + R_2}$$

Puede emplearse la misma prueba para localizar los circuitos abiertos en los cables sin cuadretes cuando alguno de los hilos de un par esté roto. Para ello se empleará un par bueno y el averiado haciendo las conexiones como lo indica la figura 19.

Para estas pruebas hay otros procedimientos, el mejor de los cuales es el que se va a describir y se lo efectúa comparando la capacidad del hilo roto y la del bueno con un condensador, las conexiones se establecen de acuerdo al gráfico siguiente:



Se equilibra el puente designando por R_1 la indicación de R y se sustituye por un par bueno el que tiene un hilo roto, como lo indica la siguiente figura:



Equilibrado el puente de nuevo, la indicación de R se designa por R_2 pudiendo establecerse la igualdad:

$$X_1 = \frac{R_1 L}{R_2}$$

En la que:

X_1 = Distancia hasta la rotura en metros.

L = Longitud del cable en metros.

Conviene hacer ésta prueba desde ambos extremos del cable repartiend-

de después el error, por exceso o por defecto, proporcionalmente a las distancias X e Y, siendo Y la distancia que desde el otro extremo a la rotura nos indique la prueba desde el segundo extremo.

Si hubiera un espicio entre las dos localizaciones su longitud sería: $L = X + Y$, debiendo sumar a X el valor siguiente:

$$\frac{X}{X + Y} (L - X + Y)$$

y deberá ser aumentado en :

$$\frac{Y}{X + Y} (L - X + Y)$$

Igualmente si las dos localizaciones se superpusieran, la longitud en que éste ocurra sería : $(X + Y) - L$ se tendría que restar del valor de X el dado por la siguiente expresión:

$$\frac{X}{X + Y} (X + Y - L)$$

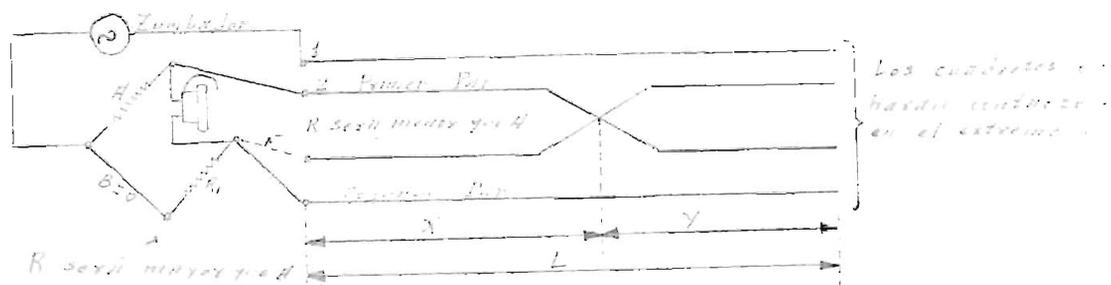
y de Y el de la expresión:

$$\frac{Y}{X + Y} (X + Y - L)$$

Cuando la longitud del cable es mayor de 500 metros, es muy difícil equilibrar el puente, empleando el zumbador y el receptor, en estos casos se emplea una batería y un conmutador y se sustituye el receptor por un galvanómetro equilibrando con éste el puente.

METODO DE MURRAY PARA LOCALIZAR PARES TROCADOS.-

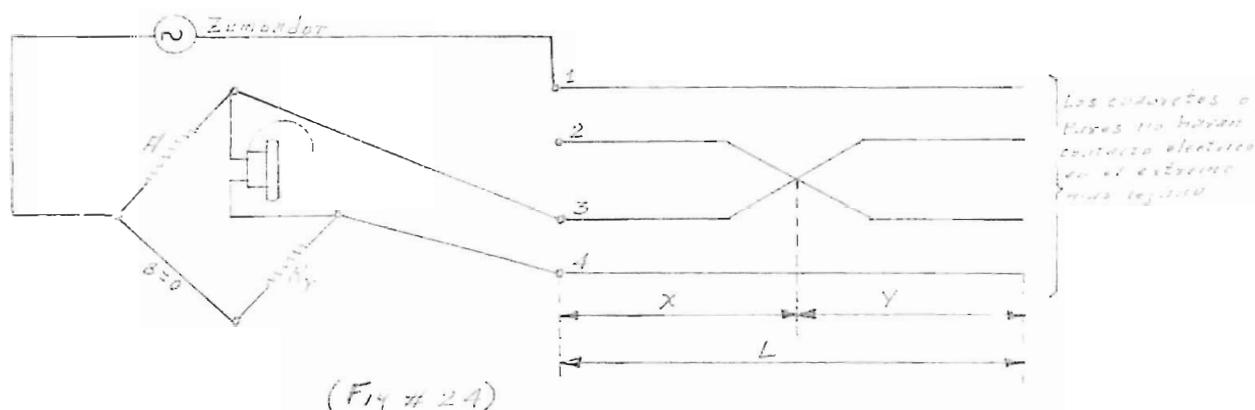
En cualquier cable tenga o no cuadretes, puede determinarse con bastante aproximación la situación de los pares trocados por medio de la siguiente prueba que consiste en aplicar el método de Murray haciendo las conexiones como lo indica el gráfico siguiente:



(Fig. 2-8)

Se conecta el zumbador a uno de los hilos del primer par, manteniéndolo así durante la primera prueba, se conecta el brazo R del puente a los hilos 3 y 4 sucesivamente y se equilibra el puente empleando un receptor telefónico en vez del galvanómetro. Una de las lecturas de R será menor de A y la otra mayor, despreciando la más pequeña, sólo se anota la mayor designándola por R_x .

Se deja el brazo R conectado al hilo 3 ó 4 que ha dado la lectura R_x y se varía las conexiones de modo que el brazo A quede conectado al otro hilo del segundo par, como se indica en la figura siguiente:



Equilibrado de nuevo el puente, se designa por R_y la indicación de R, determinando a continuación los valores de X e Y por medio de las siguientes fórmulas:

$$X = \frac{(R_x - A) L}{(R_x + R_y) - 2A}$$

$$Y = \frac{(R_y - A) L}{(R_x + R_y) - 2A}$$

En las cuales se tiene:

X = Distancia en metros desde el extremo de pruebas a la avería.

Y = Distancia desde el otro extremo a la avería.

L = Longitud total de la sección que se prueba.

Lo mismo que las pruebas de localización de circuitos abiertos, ésta es también una medición de capacidades y en ella si la sección que

se prueba es larga (mayor de 800 metros) es preferible emplear una batería y un conmutador en lugar del zumbador y el galvanómetro del puente en vez del receptor. "A" se debe mantener con el mismo valor durante toda la prueba.

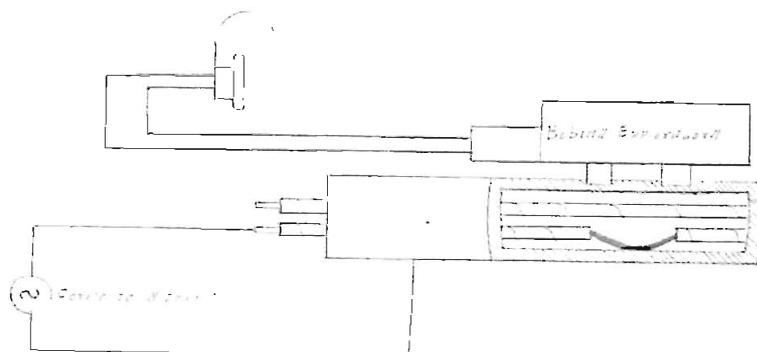
Este procedimiento de localizar pares trocados puede ser empleado para los cables con o sin cuadretes. Si la longitud de los cables es de ocho kilómetros como máximo, los errores en la localización de la avería rara vez excederán de la distancia entre dos empalmes. Cuando el traseque no esté en el primer empalme que se abra, se hace siempre una nueva prueba de localización desde dicho empalme, pues efectuado éste el traseque puede descubrirse casi con toda seguridad sin necesidad de abrir más que otro empalme.

Para localizar un traseque entre dos cuadretes se procede como ya se indicó para determinar el traseque entre dos pares, considerando cada par de los dos cuadretes de que se trata, como si fuera un hilo.

PROCEDIMIENTO PARA LOCALIZAR AVERIAS CON LA BOBINA EXPLORADORA.-

Siempre que sea posible para localizar averías se empleará la bobina exploradora.

Para realizar estas pruebas se envía una corriente alterna a través del hilo defectuoso y de la avería, como se indica en la siguiente figura:



(Fig. 25)

En el gráfico anterior, la avería consiste en una derivación a tierra

Se conecta el generador de corriente alterna al hilo averiado y a la cubierta del cable, de modo que la corriente pueda ir desde el generador por el hilo averiado y volver por la cubierta del cable al generador. Esta corriente crea un campo magnético alternativo alrededor del conductor. Si se mantiene próxima al cable una bobina exploradora en serie con un receptor, de tal modo que las espiras de aquella corten el flujo del campo magnético, se produce en ella una corriente que se manifiesta por un sonido en el receptor.

Cuando la bobina exploradora se lleva más allá de la avería, el sonido cesa, correspondiendo el punto en que esto sucede con la situación exacta de la avería.

Cuando se trata de localizar averías de gran resistencia con la bobina exploradora, el sonido puede no desaparecer por completo después de pasar la avería. Esto es debido al efecto de transporte de la capacidad del hilo que hay mas allá de la avería. En la mayoría de los casos hay un cambio de sonido en el momento de pasar la avería pero a veces es tan pequeño que no puede localizarse la avería exactamente.

Cuando se tiene dudas acerca de la situación exacta de la avería, debidas a la imposibilidad de apreciar el cambio de sonido, se facilita la localización, si se conecta un vibrador en un punto del cable en que la distancia a la situación aproximada de la avería no se deduce claramente de las condiciones del cable (juntas mal hechas, agujeros en la cubierta o malas condiciones de localización); puede convenir colocar el vibrador primero a un extremo del cable y después al otro y confrontar las dos situaciones de la avería antes de abrir un empalme.

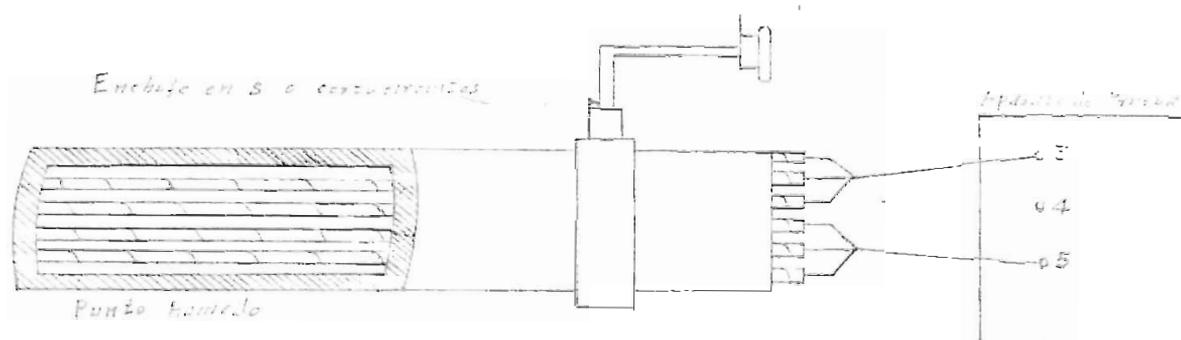
Cuando se trata de localizar averías en un cable aéreo por medio de la bobina exploradora, se mantiene ésta en la parte inferior del ca-

ble, ésto evita que las corrientes del cable de suspensión tengan efecto en la bobina.

MODO DE DETERMINAR PUNTOS HUMEDOS CON LA BOBINA EXPLORADORA.-

Un pun-

to húmedo puede considerarse como un caso particular de derivación a tierra, en el que todos o un gran número de pares están en comunicación con tierra en el mismo punto. Esta clase de averías puede localizarse por el método siguiente: Elíjanse cierto número de pares de los que tengan menos aislamiento y manténgase la bobina exploradora como lo indica la siguiente figura:



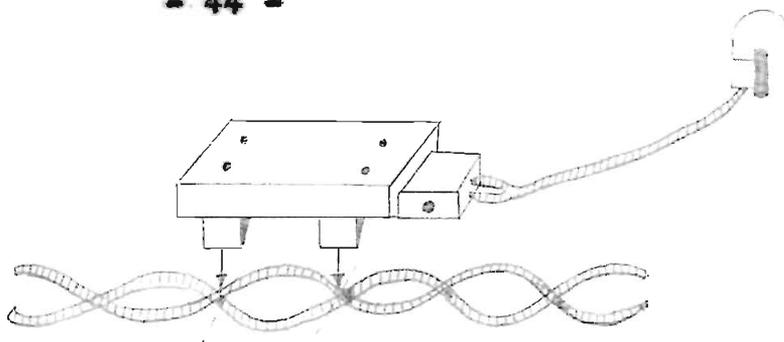
En la localización de puntos húmedos conviene generalmente emplear los bornes 5 y 3 puesto que la resistencia que un punto húmedo ofrece al paso de la corriente es relativamente grande; cuando se haya pasado el punto húmedo no se oirá sonido alguno en el receptor o si se oye habrá disminuído mucho de intensidad.

MANERA DE LOCALIZAR CORTOCIRCUITOS CON LA BOBINA EXPLORADORA.-

Para

comprender con perfección el procedimiento de la localización de cortocircuitos con la bobina exploradora, es necesario considerar los efectos que sobre la misma producen las corrientes que pasan por el par en cortocircuito.

Cuando una corriente alterna pasa por un par en cortocircuito, como lo indica el gráfico siguiente:



(Fig # 27)

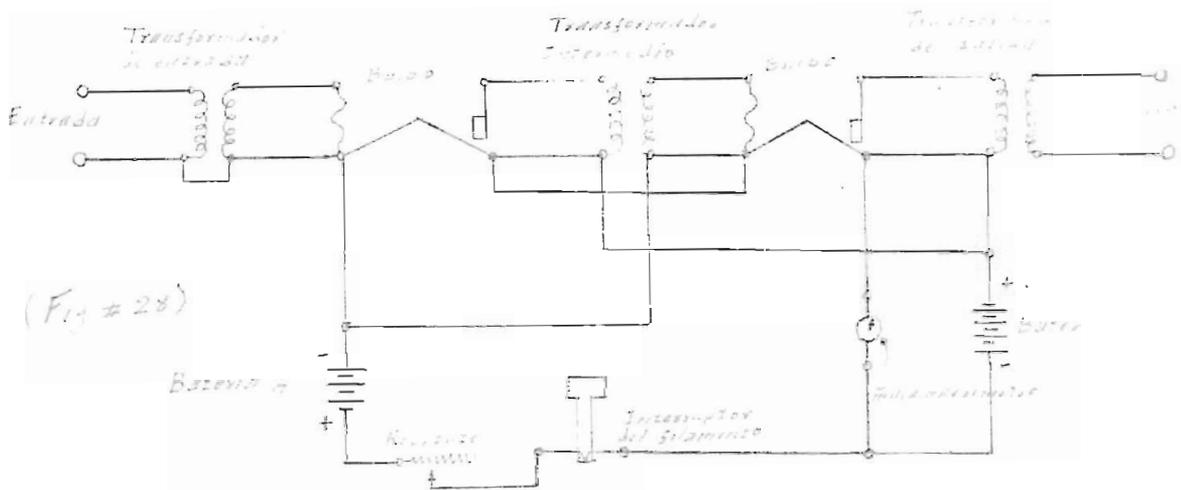
Se oirá un sonido de intensidad máxima al colocar la bobina exploradora con las piezas polares en el centro de dos vueltas consecutivas de los hilos del par como se ve en A. Si la bobina exploradora se corre a lo largo del cable hasta la posición B en la cual los puntos medios de las piezas polares corresponden con los puntos en que los hilos del par en cortocircuito se entrecruzan, no se oirá sonido alguno. En los puntos intermedios el sonido se oirá menos que en A, pero más que en B. Esto recibe el nombre de efecto de cortocircuito. Determinando la situación de tres puntos de sonido máximo en unos 60 C/M de cable es posible llegar a conocer la dirección en que están arrollados los pares alrededor del alma del mismo y pasando después la bobina exploradora a lo largo de ésta línea se podrá llegar a descubrir los puntos de sonido máximo y mínimo.

El sonido que se oye al pasar la bobina a lo largo del cable es algo semejante al que produciría un chico que pasara corriendo a lo largo de una empalizada, manteniéndolo un palo contra la misma y al que produce un palo cuando se mantiene apoyado contra los rayos de una rueda que gira.

EMPLEO DE UN AMPLIFICADOR.-

Los pares en cortocircuito y los trocados pueden localizarse mas facilmente con la bobina exploradora si se utiliza un amplificador portátil para aumentar el sonido producido por el receptor. Para ello se conecta los bornes de entrada del amplificador a la bobina exploradora y los de salida al receptor.

El sonido descrito anteriormente se oirá con mucha facilidad al localizar pares en cortocircuito o cuando la bobina exploradora esté en el lado del cortocircuito o del truesque en los pares trocados. La figura siguiente muestra el esquema del circuito de un amplificador adecuado para éste objeto.



LOCALIZACION DE CONDUCTORES CUYO TRAZADO SE DESCONOCE.-

El principio utilizado para localizar los conductores cuyo trazado se desconoce, es el mismo que se ha empleado al localizar averías con la bobina exploradora. Por el conductor que se trata de localizar se hace pasar una corriente alterna la cual produce un campo magnético alternativo alrededor del conductor. Cuando las líneas de fuerza de este campo cortan la bobina exploradora se produce una corriente en el circuito de dicha bobina, que a su vez produce un sonido en un receptor intercalado en este circuito.

Las conexiones del vibrador a los distintos tipos de hilos ocultos son las indicadas en las siguientes figuras:

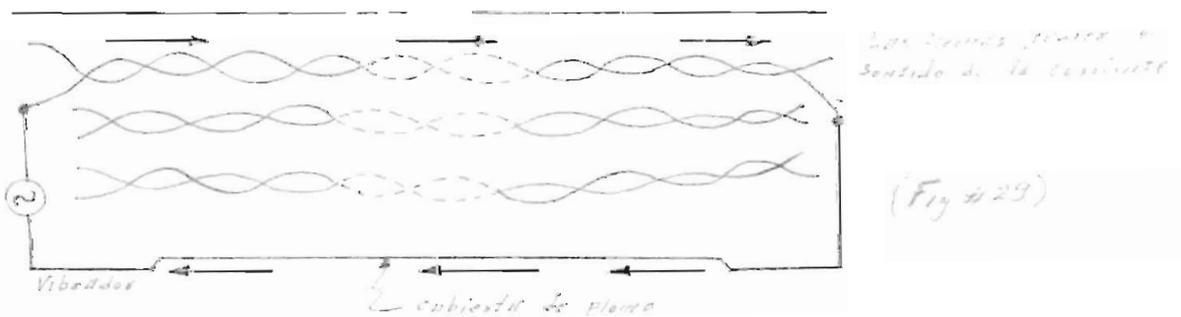
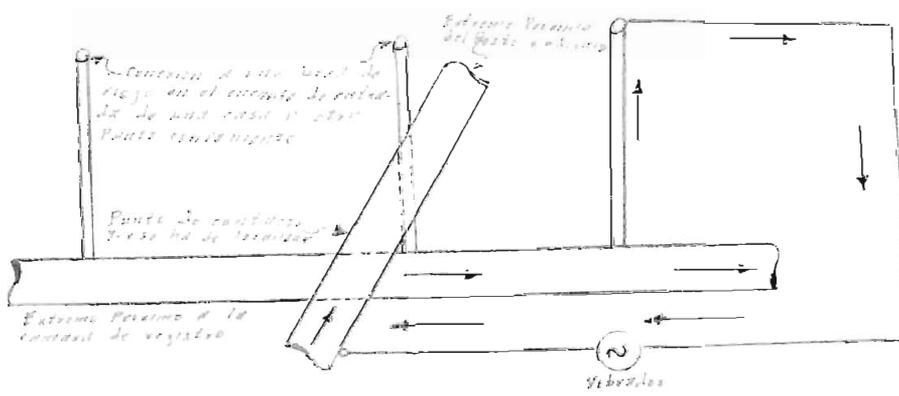
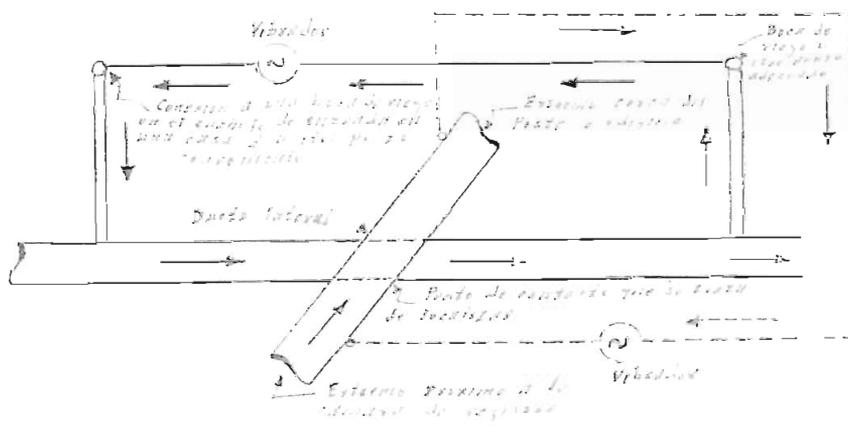
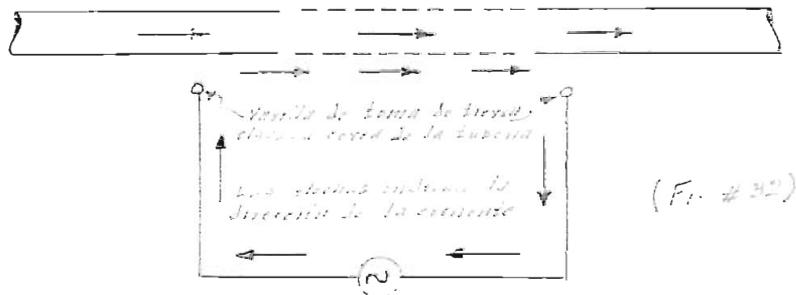
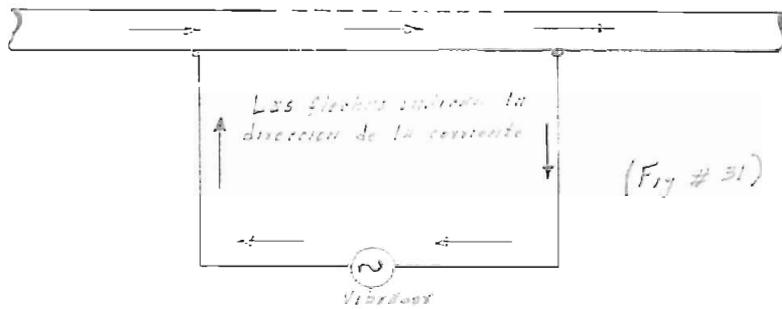
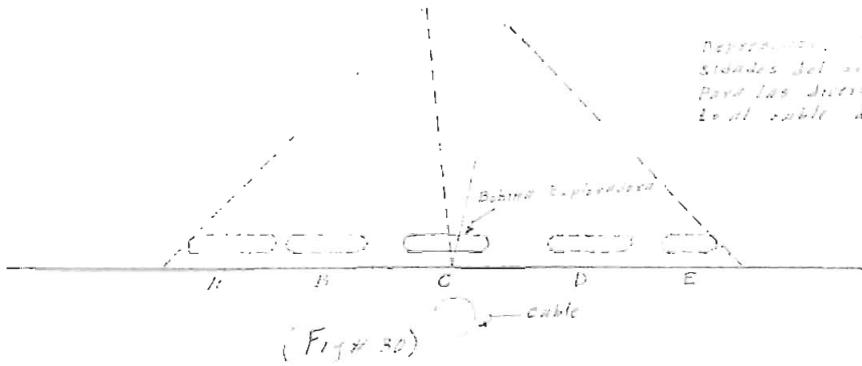


Figura 30. - Gráfico de las intensidades del sonido en los receptores para las diversas posiciones con respecto al cable de la bobina explosiva.



El amplificador indicado anteriormente se conecta entre la bobina exploradora y el receptor y sirve unicamente para reforzar la débil corriente de aquella, de modo que se obtenga en el receptor un sonido de intensidad conveniente.

En algunos casos no es necesario el empleo del amplificador.

La corriente del vibrador debe ser de bastante intensidad: 0,1 a 0,3 amperios en cortocircuito, para poder obtener un campo magnético bastante intenso.

Puesto que la intensidad del sonido producido en el receptor depende del número de líneas de fuerza que cortan a la bobina exploradora, se obtiene buenos resultados empleando una que sea bastante grande. Una bobina de unas 300 vueltas de hilo de cobre N^o 24 con doble cubierta de algodón, enrollado sobre el aro de acero de una rueda de bicicleta dá resultados satisfactorios.

LOCALIZACION DE UN CABLE SUBTERRANEO O SUBMARINO.-

Para determinar la ruta de los cables submarinos o subterráneos se conecta el vibrador como lo indica la figura 29.

La elección del hilo en la última capa del cable produce un sonido de máxima intensidad en los receptores. Si el cable fuera submarino la cubierta de plomo debe conectarse con los alambres de la armadura. La bobina exploradora se mantiene horizontal y al aproximarla a un punto sobre el cable se oye un sonido que va aumentando gradualmente de intensidad, hasta que quede la bobina en el mismo plano vertical que el cable, en cuya posición el sonido desaparecerá o disminuirá mucho de intensidad.

La figura 30 es la representación gráfica de la intensidad del sonido con respecto a las posiciones relativas del cable y la bobina. Al pasar la bobina de A a B el sonido aumenta. El máximo sonido se obtiene justamente antes de que la bobina llegue al punto C situado

en el mismo plano vertical que el cable. Cuando la bobina está en C las líneas de fuerza son tangentes al plano de la misma de modo que no se produce sonido. Cuando la bobina se retira del cable hacia E el sonido alcanza rápidamente un máximo y después decrece gradualmente a medida que la bobina va retirándose del mismo.

MODO DE LOCALIZAR LA TUBERIA Y SU DIRECCION PERTENECIENTE A OTRA COMPANIA.-

Con frecuencia es necesario determinar el trazado que un trozo de tubería de gas o de agua cuya situación exacta se desconoce. Si la tubería es metálica y accesible en dos puntos, puede determinarse su trazado conectando a la misma un vibrador por medio de hilos largos, como indica la figura 31.

Con el vibrador conectado como indica la figura 31, la tubería, los hilos y el aparato forman un circuito metálico cerrado. En el caso de que la tubería no fuera accesible en dos puntos se puede determinar su trazado conectando el vibrador como indica la figura 32.

Se introduce en tierra cerca de la tubería, dos varillas de tosa de tierra separadas entre sí unos 30 metros o mas. Los bornes del vibrador por medio de hilos largos recubiertos. En estas condiciones hay una corriente que pasa por la tierra situada entre las dos varillas de tierra y en la misma dirección de la tubería. Si la distancia entre las varillas y aquellas es corta, puede considerarse que prácticamente toda la corriente pasa por la misma.

Durante la operación hay que tener cuidado de colocar el vibrador y los conductores bastante alejados de la tubería, para que el campo que producen no se confunda con el de éste.

LOCALIZACION DEL CONTACTO ENTRE DOS TUBERIAS.-

En la figura 33 se indica el procedimiento para localizar un contacto entre el tubo de hierro de la canalización lateral de la compañía telefónica y una

tubería de otro servicio.

Para poder localizar un contacto de ésta clase es necesario saber donde se cruzan la tubería extraña y la canalización lateral telefónica se conecta primero el vibrador a la tubería en dos puntos convenientes, tales como bocas de riego o incendios o al enchufe de la tubería de entrada en una casa como se indica en la figura 26.

El trazado se determina como se describió anteriormente. Luego se conecta el vibrador al conducto lateral como indica la línea de puntos de la misma figura y se determina su trazado de igual manera. La línea de cruce de las dos tuberías determina el punto de contacto.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.-

La definición de resistencia de aislamiento tal como se emplea en las especificaciones para cables telefónicos, es la resistencia entre un hilo y la cubierta cuando todos los demás están en comunicación con tierra por medio de aquella. Las especificaciones para cables con aislamiento de papel exigen que la resistencia de aislamiento no sea inferior a 800 megohmios por kilómetro, a la temperatura de 15 grados, después de una carga con potencial máximo continuo de 500 voltios y mínimo de 100 durante un minuto de electrificación.

La resistencia de aislamiento varía en proporción inversa de la longitud del cable, esto es, cuando mas largo es el cable menor es su aislamiento.

Para un cable de cualquier longitud la resistencia de aislamiento necesaria puede obtenerse por la siguiente fórmula:

$$RA = \frac{800}{L}$$

en la que:

RA = Resistencia de aislamiento necesaria suponiendo 800 megohmios por kilómetro.

L = longitud del cable en Kilómetros.

Cuando se conocen la resistencia absoluta total de aislamiento RA y la longitud L, la resistencia de aislamiento por kilómetro RK se encuentra por medio de la fórmula:

$$RK = \frac{RA}{L}$$

La resistencia de aislamiento es diferente para las diferentes temperaturas y para diferentes períodos de electrificación. En tiempo frío la resistencia de aislamiento es mayor que en tiempo caluroso para igual humedad ambiental.

La resistencia de aislamiento puede medirse por varios procedimientos que son:

- a) Por medio de un megóhmetro.
- b) Por medio de un voltímetro y una batería.
- c) Por medio de un galvanómetro, una batería y una resistencia patrón
- d) Por medio de un puente de Wheatstone.

MEDIDA DE AISLAMIENTO CON EL MEGOHMETRO.-

El megóhmetro es un aparato muy apropiado para determinar la resistencia de aislamiento de un cable. Las lecturas se hacen en megohmios y el único cálculo que es necesario hacer es simplemente la determinación de la resistencia por kilómetro: $RK = \frac{RA}{L}$

En la tabla siguiente se da un esquema de las mediciones del megóhmetro.

Longitud del cable en metros	Resistencia de aislamiento en megohmios necesaria	Longitud del cable en kilómetros	Resistencia de aislamiento necesaria en megohmios
50	16.000	1	800
100	8.000	2	400
150	5.330	3	266
200	4.000	4	200
300	2.065	5	160
400	2.000	6	133
500	1.600	7	114

Longitud del cable en metros	Resistencia de aislamiento necesaria en megohmios	Longitud de cable en kilómetros	Resistencia de aislamiento necesaria en megohmios
600	1.330	8	100
700	1.336	9	89
800	1.000	10	80
900	888	11	70
1.000	800	12	67

El megóhmetro consiste esencialmente en un generador de corriente continua de alto potencial (400 voltios para los trabajos telefónicos) accionado a mano por medio de una manivela y además un dispositivo indicador, una parte del cual actúa sobre la aguja proporcionalmente al voltaje y la otra proporcionalmente a la intensidad de la corriente que pasa por la resistencia exterior.

Para medir el aislamiento con un megóhmetro se procede como sigue: Se coloca el megóhmetro sobre un soporte firme y aproximadamente a nivel, se regulan los tornillos de nivelación sobre los que descansa el aparato hasta que la burbuja del nivel indique que el megóhmetro está horizontal. Una vez conseguido esto se dá vueltas a la manivela hasta acerla girar con rapidez sin que haya que realizar gran esfuerzo para que continúe, se mantiene ésta velocidad hasta que quede ajustada la aguja y marque infinito. A continuación se prueban los conductores del aparato para asegurarse que tienen buen aislamiento. Para ello uno de los conductores se une al borne marcado Line y el otro al marcado Earth, se hace girar la manivela asegurándose de que los otros extremos de los conductores no se toquen. Si éstos estan secos y en buen estado la lectura del megóhmetro será infinito. Después se conecta el conductor del borne marcado Line a uno de los hilos del cable y el de tierra a la cubierta.

Se hace girar otra vez la manivela como antes, hasta que la indicación de la aguja sea bastante firme. Esta lectura (RA) es la resis-

tencia de aislamiento entre el hilo conectado a la terminal de Línea y todos los demás hilos de la cubierta del cable.

El aislamiento de los otros hilos se mide de idéntica manera.

El empleo del megóhmetro como queda descrito nos dá el aislamiento real. Para las pruebas durante la ejecución de los empalmes en los cables, no es necesario en general comprobar cada hilo con respecto a todos los demás unidos a la cubierta. El procedimiento corriente en estos casos es hacer una prueba de manojos como sigue:

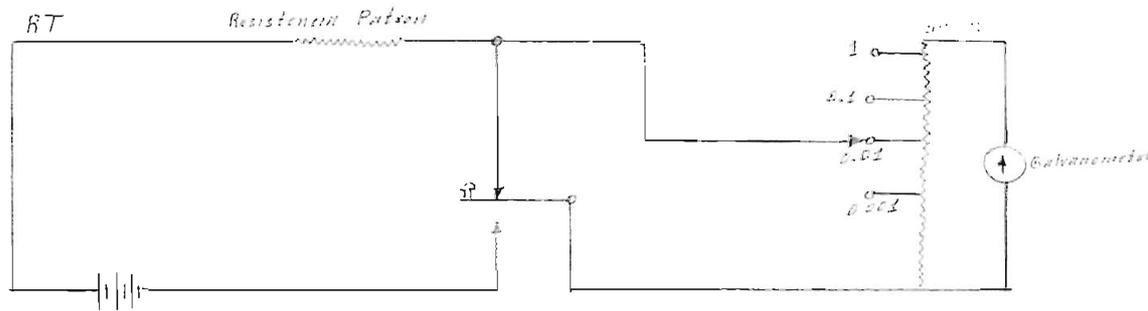
Se nivela el megóhmetro, se ajusta la aguja y se prueban los conductores del aparato como se describió anteriormente. Después se prueba cada manajo de cables, estando los demás unidos a la cubierta.

La lectura del megóhmetro será superior a 1.000 megohmios para secciones cortas de cable y para las largas la lectura será superior a los valores dados en la tabla de resistencia de aislamiento.

Si la lectura fuera menor que la dada en la tabla, se separa el manajo que tenga poco aislamiento y se prueba cada uno de sus hilos con respecto a los demás manojos puestos en comunicación con la cubierta. Cada lectura en este caso debe dar un valor tan alto como lo indica la tabla. En caso de que la lectura para uno cualquiera de los hilos fuera menor que la dada en la tabla, se prueba éste con respecto a los otros manojos, después se prueba el hilo solo con respecto a la cubierta con lo que se prueba si la avería se encuentra entre el hilo y los otros grupos, entre el hilo y la cubierta o en ambos a la vez.

MEDICIONES CON EL GALVANOMETRO Y LA BATERIA.—Primeramente se deduce la constante del galvanómetro.

La resistencia patrón debe ser alta, siendo el valor usual 100.000 ohmios. La batería debe dar 100 voltios por lo ménos. Cuando la llave abra el circuito de la batería, el galvanómetro debe quedar en cortocircuito como lo indica el gráfico siguiente:



(Fig # 35)

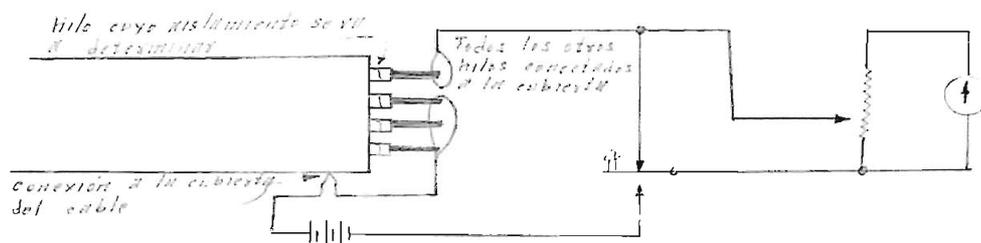
Sea K la constante en megohmios del galvanómetro. Esta puede definirse como el valor de la resistencia en megohmios a través de la cual la batería empleada produce una desviación de la aguja del galvanómetro igual a una división de la escala cuando el shunt está en 1. Sea RT la resistencia de la unidad tomada como tipo, expresada en megohmios y M el poder multiplicador del shunt que variará según su posición como indica la siguiente tabla:

SHUNT	VALOR DE M
1,0	1
0,1	10
0,01	100
0,001	1.000

Sea D la desviación de la aguja del galvanómetro.

Entonces se tiene que $K M \cdot D \cdot RT$

Primero se prueba siempre con el shunt de 0,001 si la desviación es menor que 1/10 del total de la escala, se emplea el shunt 0,01 y así sucesivamente. Una vez hecho ésto se sustituye la resistencia patrón por la resistencia de aislamiento que se debe medir como lo indica la siguiente figura:



Se observa la desviación de la escala despues de haber mantenido **oprimida** la llave durante un minuto. Si llamamos D a la desviación tenemos:

$$RA = \frac{K}{M \cdot D}$$

en donde :

RA = Valor absoluto de la resistencia de aislamiento

K = Constante en megóhmetros del galvanómetro.

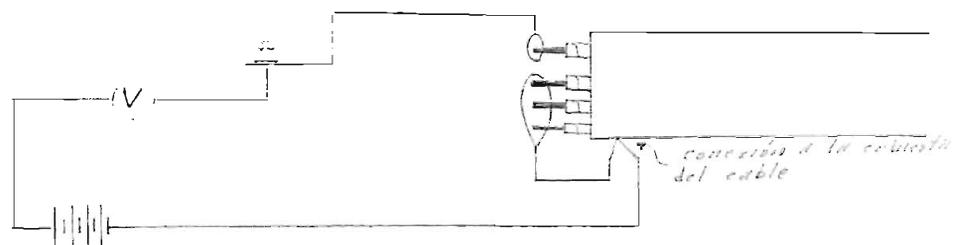
M = Poder multiplicador del shunt.

MEDICIONES CON EL VOLTÍMETRO Y UNA BATERIA.-

Para poder hacer estas

mediciones se procede de la siguiente manera:

Primero se mide el voltaje de la batería y le llamamos VB . Después se conecta el voltímetro, la batería y la resistencia desconocida en serie como lo indica el gráfico siguiente:



(Fig #37)

Luego se cierra la llave del voltímetro y se anota su lectura que la llamamos VX. También se anota la resistencia del voltímetro que es de antemano conocida y la llamamos RV . El valor absoluto de la resistencia de aislamiento se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$RA = \frac{VB - VX}{VX} RV$$

en la que:

RA = Resistencia de aislamiento que se busca

VB = Voltaje de la batería

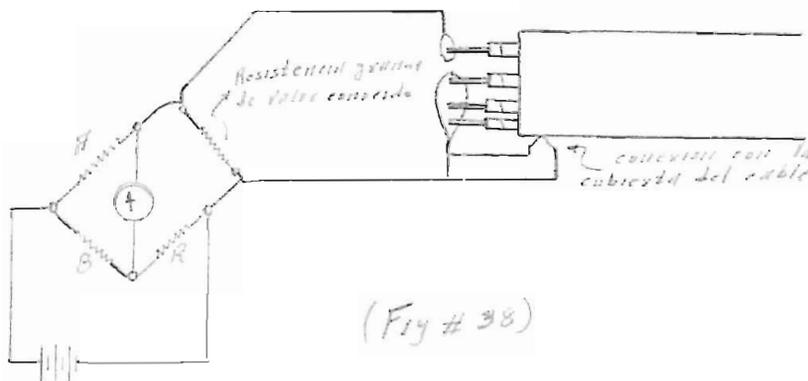
RV = Lectura del voltímetro cuando está en cortocircuito la resisten-

cia desconocida.

RV Resistencia del galvanómetro.

MEDICIONES DE LA RESISTENCIA POR MEDIO DEL PUENTE DE WHEATSTONE.-

La resistencia hasta un megóhmetro puede medirse con bastante exactitud por medio del puente de Wheatstone. Las resistencias mayores de un megohmio pueden medirse empleando una resistencia auxiliar en paralelo con la resistencia desconocida. Para ello se deben hacer las conexiones que indica la siguiente figura:



Se mide la resistencia combinada de las dos resistencias en paralelo y si la denominamos Z se tiene:

$$RA = \frac{Z \cdot Y}{Z - Y}$$

en la que tenemos:

RA = Valor absoluto de la resistencia de aislamiento.

Y = Resistencia auxiliar.

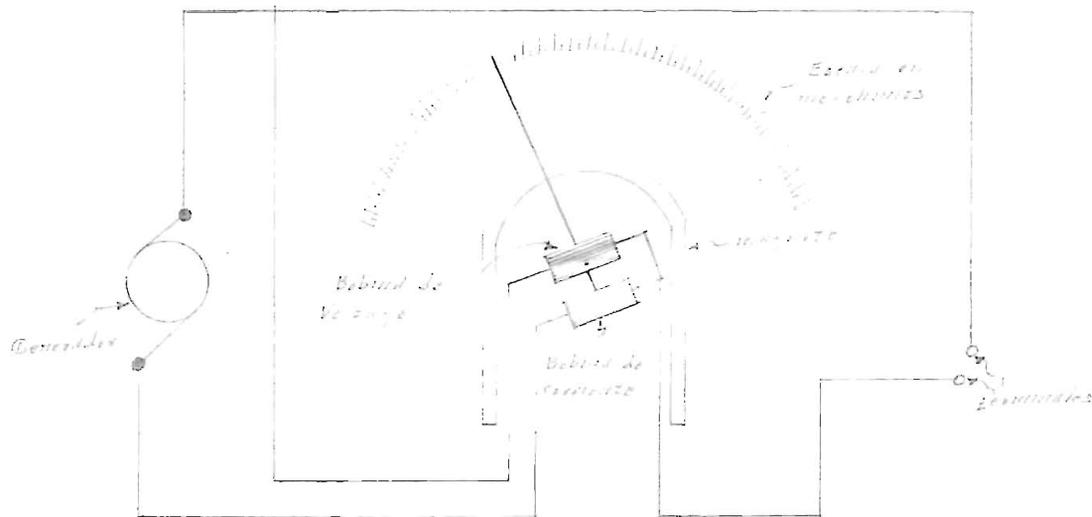
Z = Resistencia de Y y RA en paralelo

Por éste procedimiento se puede medir aislamientos hasta de 2 megohmios si la resistencia Y es de 100.000 ohmios.

La escala está calibrada de manera que indica el equivalente de la resistencia exterior que produce la deflexión de la aguja.

El néger es un instrumento idéntico a un ohmetro para medidas por medio de voltaje.

La siguiente figura nos muestra un típico circuito de néger.



Estos aparatos están equipados usualmente con generadores cuyo voltaje generado es constante, prescindiendo de la velocidad, dado que el generador no es accionado en exceso sino en forma normal, ésta observación sin embargo, de que el voltaje del generador no es de mayor importancia en consideración a la precisión de la medida, cualquier variación en el voltaje afecta tanto al voltaje como a la corriente de la bobina.

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS CONDUCTORES

El diámetro necesario de los conductores se determina desde el punto de vista técnico teniendo en cuenta que el abonado que recibe la comunicación obtenga un volumen de voz adecuado, pero entre los distintos dispositivos técnicos, debe elegirse aquel que resulte más económico.

El punto de vista económico es de importancia preponderante, pues si no se elige convenientemente el diámetro de los conductores de la red, se puede ocasionar gastos superfluos, por éste motivo se van a tratar las consideraciones técnicas de transmisión para el cálculo de las redes urbanas.

EQUIVALENTE DE REFERENCIA.-

El punto de partida del cálculo de una red, es como ya se indicó anteriormente, que el abonado reciba suficiente volumen de voz bajo cualquier circunstancia.

La eficiencia de una comunicación se determina y se indica en comparación con un patrón aceptado internacionalmente llamado Systeme Fundamental European de Reference Pour la Transmission Telephonique que abreviado generalmente se representa por SFERT. Este patrón se encuentra en el laboratorio de la CCIF en Ginebra y con él se calibran todos los patrones de trabajo utilizados por empresas públicas y privadas.

Las mediciones se efectúan en la práctica reduciendo el volumen de voz del sistema SFERT hasta obtener el mismo volumen del dispositivo que se va a medir, intercalándose una atenuación.

La atenuación indica en una escala logarítmica la relación existente entre la potencia aparente que se introduce en una red compuesta por impedancias y la potencia aparente que sale de la red.

A cada uno de los sistemas logarítmicos que se utilizan corresponde

una unidad de atenuación la misma que se define de la siguiente manera:

N La atenuación medida en Néper es igual a la mitad del logaritmo natural de la relación entre la potencia aparente de entrada (P_i) y la de salida (P_u).

$$b_N = \frac{1}{2} \ln \frac{P_i}{P_u} = \ln \sqrt{\frac{P_i}{P_u}}$$

dB La atenuación medida en decibeles es igual a diez veces el logaritmo de Briggs de la relación entre la potencia de entrada y de salida.

$$b_{dB} = 10 \cdot \log \frac{P_i}{P_u}$$

De las ecuaciones anteriores puede deducirse fácilmente la relación entre b_N y b_{dB} por eliminación de P_i/P_u de tal manera que:

$$b_{dB} = 20 \cdot \log e \cdot b_N = 20 \cdot 0,4343 b_N$$

De ésta manera para una determinada atenuación b, en néper, la correspondiente cifra en decibeles será 8,686 veces mayor; de lo anterior se deduce que:

$$1 N = 20 \cdot \log e \text{ dB} = 8,686 \text{ dB}$$

Para dar una idea de las magnitudes de las distintas atenuaciones a continuación se vé unos ejemplos:

N	dB	$\frac{P_i}{P_u}$	$\eta = \frac{P_u}{P_i} \cdot 100\%$
0,115	1	1,26	79,4
1	8,69	7,39	13,5
2	17,37	54,5	1,83
3	26,06	404	0,25
3,4	29,53	897	0,11
4	34,74	2.980	0,034
4,6	39,96	9.900	0,010
5	43,43	22.000	0,005

Si se acopla dos redes en serie con las atenuaciones b₁ y b₂ N ó dB suponiendo que ambas redes tienen la misma característica tenemos una atenuación total de b₁ + b₂ N ó dB.

La eficiencia de un aparato telefónico o de una conexión telefónica se indica por medio de un Equivalente de Referencia que nos indica en cuantos nepers ó decibeles el aparato en cuestión es mejor o peor que el sistema SFERT.

Si se dice por ejemplo que una conexión tiene un equivalente de referencia de + 1,5 N quiere decir que en el sistema SFERT hay que acoplar una atenuación de 1,5 nepers para que el volumen del receptor SFERT sea igual que el del receptor del sistema medido.

La regla de signos (+ y) para el equivalente de referencia es:
más + peor que SFERT
ménos - mejor que SFERT.

El equivalente de referencia total puede dividirse en equivalentes parciales como el equivalente de referencia del aparato transmisor generalmente designado SRE ; atenuación de línea y el equivalente de referencia del aparato receptor MRE . Todas las equivalencias se miden en nepers o decibeles y son válidas en relación a SFERT.

EQUIVALENTE DE REFERENCIA DE TRANSMISION.-

Indica en qué medida el transmisor considerado es peor (+) o mejor (-) que el transmisor patrón.

La eficiencia del micrófono de carbón depende de la intensidad de la corriente de alimentación.

Generalmente se divide SRE en equivalente de referencia con línea de 0 ohmios designándole SRE₀ y en atenuación adicional a causa de disminución de alimentación microfónica.

La atenuación de alimentación microfónica indica cuanto ha disminuído la potencia del micrófono a causa de la disminución de la corriente de alimentación por la resistencia de la línea de abonado.

La atenuación de la línea es la medida de las reducciones de potencia en las corrientes de conversación en las líneas que intervienen en la

comunicación.

La atenuación es diferente para distintas frecuencias de voz.

En tratándose de una red urbano es suficiente con expresar la atenuación en relación a una sola frecuencia que generalmente es de 800 períodos/segundo.

Existen también atenuaciones en las centrales telefónicas que se originan en parte por el puente de alimentación de corriente, por los relevadores de supervisión acoplados entre los hilos, etc. y también por las bobinas de fusibles en el repartidor general.

EQUIVALENTE DE REFERENCIA DEL RECEPTOR.-

Este indica en qué medida el receptor considerado es peor (+) o mejor (-) que el receptor patrón, en lo que se relaciona a la eficiencia y esto depende de la cápsula receptora.

En el lado de recepción no se encuentra ningún equivalente a la atenuación de alimentación microfónica.

La atenuación total para una comunicación telefónica completa puede por tanto considerarse compuesta de las siguientes partes:

- 1) El equivalente de referencia de transmisión del aparato transmisor con línea de 0 ohmios.
- 2) Atenuación adicional del aparato transmisor a causa de la disminución de la alimentación microfónica con sistema de batería central.
- 3) Atenuación total restante de las líneas que intervienen en la comunicación.
- 4) Suma de las atenuaciones de las centrales que intervienen en la comunicación.
- 5) Equivalente de referencia de recepción del aparato receptor.

EQUIVALENTE DE REFERENCIA ADMITIDO EN EL TRAFICO INTERNACIONAL.-

De acuerdo a experiencias se tiene que bajo condiciones exteriores

favorables (nivel bajo de interferencias en las líneas y en la pieza donde uno se encuentra) puede obtenerse una comunicación telefónica satisfactoria, si el equivalente de referencia total llega a 4,6 N. Ésta cifra sin embargo no es suficiente para poder dimensionar aparatos y líneas.

Las convenciones internacionales que tienden a lograr un tráfico telefónico sin obstáculos entre los países, deben por varias consideraciones técnicas no solamente fijar el valor máximo del equivalente de referencia sino también indicar cómo debe éste repartirse en los distintos elementos que componen un circuito de comunicación.

Por consiguiente estas convenciones que en un principio solamente contemplaban el tráfico internacional, determinan realmente en gran parte las dimensiones de las diversas redes en su totalidad.

El comité Internacional Telefónico de Consultas (Comité Consultatif International Telephonique, abreviado CCIF) ha dado ciertas recomendaciones para el ordenamiento del tráfico telefónico.

De acuerdo a éstas recomendaciones cualquier abonado debe poder comunicarse con una línea internacional a través de no más de tres centrales interurbanas.

EQUIVALENTE DE REFERENCIA DE LA RED URBANA.-

Las únicas recomendaciones

que CCIF ha hecho con respecto al sistema nacional es de que el equivalente de referencia de transmisión no debe sobrepasar de 2,1N y el equivalente de referencia de recepción no debe sobrepasar de 1,5N. Cuando se trata de dimensionar una red local es necesario saber cuanto del total del equivalente de referencia permitido ya está consumido por la línea interurbana.

Como norma se debe proyectar las líneas interurbanas nacionales de tal manera que la atenuación restante resulte cero desde los bornes de la línea internacional hasta cualquier central interurbana.

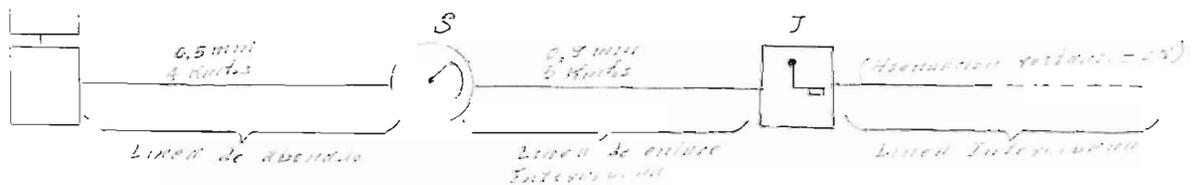
CALCULO DE LOS EQUIVALENTES DE REFERENCIAS CON DIAMETRO DE CONDUCTORES Y LONGITUD DE LINEAS CONOCIDAS.-

Los datos que generalmente se necesitan para el cálculo de una red son: la resistencia óhmica por kilómetro de línea doble (par kilómetro); la atenuación de corriente vocal por kilómetro a 800 p/s y precio relativo por par kilómetro de cable conocido.

Los valores indicados se encuentran en la siguiente tabla:

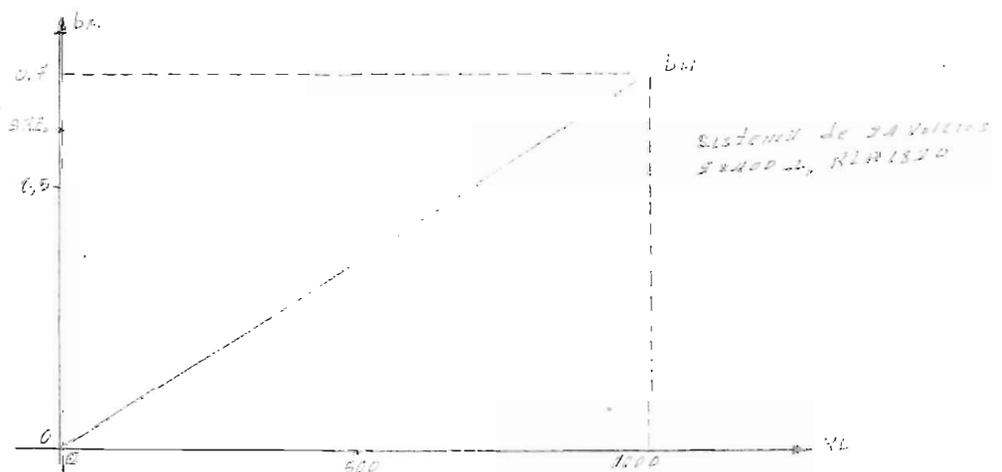
		DIAMETRO DE LOS CONDUCTORES					
CABLE TIPO EPB	mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Resistencia	ohm/km	280	178	124	91	70	55,5
Atenuación	N/km	0,167	0,133	0,111	0,095	0,083	0,073
Precio relativo para cable primario	par/km	31	37	49,50	64,50	87,50	100
Precio relativo para cable secundario	par/km	66,50	76,50	88	106	131	148
Cable bajo plomo de un par EDDBA y EDDBS	mm	0,7					
Resistencia	ohm/km	91					
Atenuación	N/km	0,165					
Conductor desnudo de hierro	mm	2	3	4			
Resistencia	ohm/km	78	31	18			
Atenuación	N/km	0,026	0,017	0,013			
Conductor desnudo de bronce	mm	1	1,25	1,5	2	2,5	
Resistencia	ohm/km	87	47	33	18,2	8,7	
Atenuación	N/km	0,030	0,021	0,017	0,012	0,007	
Conductor desnudo de cobre	mm	2	3	4	4,5	5	
Resistencia	ohm/km	11,4	5,1	2,9	2,3	1,9	
Atenuación	N/km	0,0077	0,0040	0,0026	0,0023	0,0018	

Los valores de resistencia indicados en la tabla anterior son válidos a 20 grados centígrados y comprenden una compensación por el alargamiento del hilo ocasionado por el retorcido de los pares. Los valores de atenuación son válidos también para 20 grados centígrados. Los precios son por cable colocado pero no incluyen canalización, mano de obra, etc. debido a que el precio de compra del cable depende del precio del día del cobre y plomo y en la gran variación que existe en el precio de mano de obra para espalmes y colocación, etc. según el lugar de trabajo, razón ésta por la cual no pueden darse precios absolutos, siendo los valores de la tabla valores relativos. Vamos a suponer que tenemos una red de acuerdo a la siguiente figura:



Un abonado se encuentra conectado a una central automática S mediante una línea de cuatro kilómetros con conductores de 0,5 mm de diámetro; la central S a su vez se encuentra conectada a la central interurbana J mediante una línea de enlace de 5 kilómetros de 0,9 mm de diámetro calculada para tráfico interurbano.

Primeramente se calcula la resistencia en la línea de abonados: $4 \times 178 = 712$ ohmios. Según la siguiente curva sobre atenuación

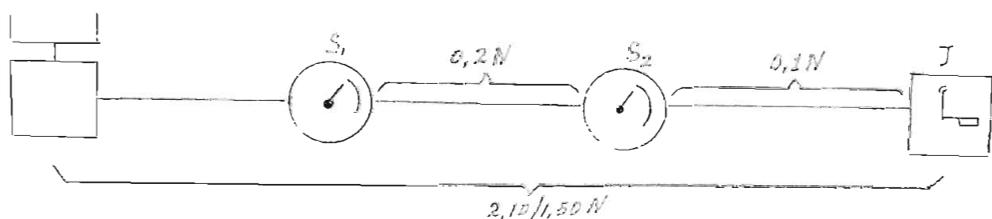


de la alimentación microfónica corresponde a ésta resistencia una atenuación adicional de $712 \times 0,00075 = 0,54$ N. La atenuación de la corriente de voz en la línea de abonado será evidentemente de : $4 \times 0,133 = 0,53$ N y en la línea de conexión de $5 \times 0,73 = 0,37$ N. Los equivalentes de referencia totales de transmisión y recepción se calculan según la siguiente tabla:

	TRANSMISION	RECEPCION
SRE _o y MRE del aparato	0,25	0,00
Tolerancia	0,20	0,20
Atenuación de alimentación microfónica	0,54	- - -
Atenuación de la corriente de voz en la línea de abonado	0,53	0,53
Atenuación en la Central Automática	0,10	0,10
Atenuación de corriente de voz en la línea de enlace	0,37	0,37
Atenuación en la Central Interurbana	0,10	0,10
Equivalente de referencia total	2,09 N	1,30

En caso de ser la línea de abonado considerado la más larga de la red las exigencias de CCIF para ésta red son cumplidas con 0,01 N de reserva con respecto a SRE y una reserva de 0,2 N con respecto a MRE. CALCULO DE LA LONGITUD DE LA LINEA DE ABONADO CON UN EQUIVALENTE DE REFERENCIA Y DIAMETRO DE CONDUCTOR DADOS.-

Tenemos la siguiente figura:



Se debe calcular la longitud de línea de abonado admisible con la cual el equivalente de referencia no sobrepase 2,10 N para la transmisión y 1,50 N para la recepción.

Se supone desde luego que la central trabaja con el sistema de alimentación de 48 V con bobinas de alimentación de 2 x 400 ohmios y que la línea de abonado está conducida por un cable del tipo EPB.

El cálculo se efectúa de acuerdo a la siguiente tabla:

	Transmisión	Recepción
Equivalente de referencia total	2,10	1,50
Corresponde a SRE ₀ y MRE	0,25	0,00
Corresponde a tolerancia	0,20	0,20
Corresponde a atenuación de central	0,10	0,10
Corresponde a atenuación de línea	0,20	0,20
Atenuación de central en J	0,10	0,10
Total	1,05	0,80
Resta para la línea de abonado incluyendo atenuación de alimentación microfónica	1,05	0,70

El largo total de la línea de abonado se determina procurando que su atenuación de corriente de voz no sobrepase 0,70 N y que la suma de las atenuaciones de alimentación microfónica y de corriente de voz no sobrepase 1,05 N.

Una línea doble de 1 kilómetro en un cable EPB con conductores de 0,5 mm tienen una resistencia de 178 ohmios. La atenuación de alimentación microfónica según la curva de la figura 1 resulta de :

$178 \times 0,00075 = 0,134$ N/km. Entonces se tiene por kilómetro la siguiente atenuación total:

Recepción: $0,133$ N

Transmisión: $0,134 + 0,133 = 0,267$ N

La longitud máxima admitida para los conductores es de :

Con respecto a la calidad de transmisión $1,05/0,267 = 3,94$ km.

Con respecto a la calidad de recepción $0,70/0,133 = 5,26$ km.

La calidad de transmisión como se ve está delimitada a aproximadamente 3,9 km. que será por consiguiente la longitud máxima de la línea de abonado.

Sin embargo se puede encontrar casos donde la calidad de recepción determina la longitud admisible de la línea de abonado. Esto ocurre si las centrales y líneas de enlace consumen una gran parte de la atenuación total.

Pero no se debe conformar con esta clase de consideraciones vagas ya que se puede dictar reglas generales para establecer cuando es la calidad de recepción o la de transmisión la que determina la dimensiones de la red.

Como regla general tenemos:

$$SRE_0 + \text{tolerancia} + b_M + \sum b_L + \sum b_S = 2,10$$

$$MRE + \text{tolerancia} + \sum b_L + \sum b_S = 1,50$$

Donde se tiene:

b_M = atenuación de alimentación microfónica.

$\sum b_S$ = Suma de todas las atenuaciones de central.

$\sum b_L$ = Suma de todas las atenuaciones de línea.

Si se resta la ecuación inferior de la superior tenemos que si las tolerancias son iguales $(SRE_0 - MRE) + b_M = 2,10 - 1,50 = 0,60$ o bien:

$$b_M = 0,60 - (SRE_0 - MRE)$$

Para nuestro aparato con el sistema de 48 voltios con bobinas de alimentación de 2 x 400 ohmios .

$$SRE_0 - MRE = 0,25 - 0,00 = 0,25$$

y por consiguiente:

$$(b_M)_{48 V} = 0,60 - 0,25 = 0,35 \text{ N.}$$

Según los datos y curvas obtenidos según la figura 1 b_M será igual a 0,35 para una resistencia de línea local de $0,35 : 0,00075 = 467$ ohmios valor que puede utilizarse como valor límite.

Partiendo de éste valor de resistencia puede calcularse la longitud límite de la curva para cada una de las dimensiones de conductores por ejemplo: para un diámetro de conductor de 0,5 mm tenemos:

$$L_{48V} = 467 : 178 = 2,62 \text{ kilómetros}$$

Si resulta que al calcular según las condiciones de transmisión, la longitud máxima de la línea de abonados es mayor de 2,62 km. entonces no es necesario controlar el cálculo según las condiciones de recepción.

En cambio si la longitud es menor se debe calcular la misma según las condiciones de recepción y ésta longitud menor será la máxima longitud de línea admisible.

Para un sistema de 24 voltios se tiene:

$$SRE_0 - MRE = 0,60 - 0,00 = 0,60 \text{ de donde:}$$

$$(b_M) 24 V = 0,60 - 0,60 = 0,00 H.$$

Por lo anotado se tiene que en un sistema de 24V la transmisión es la que determina siempre las dimensiones de la red.

Por todas las consideraciones anotadas para determinar el calibre que deben tener los conductores de una red local, se debe tomar en cuenta tanto la transmisión como el funcionamiento del equipo instalado y la resistencia mecánica.

LA TRANSMISION.-

Depende de las propiedades de los dos aparatos: el transmisor y el receptor y también de la línea entre ellos.

APARATO TRANSMISOR.-

La eficiencia en transformar la voz humana en corriente alterna depende de la construcción del aparato y de la corriente directa que pasa por el micro.

En el caso de un aparato de batería local la fuente de energía es una pila seca colocada cerca del aparato y la línea entre éste y la central no tiene influencia sobre la magnitud de la corriente del micro. En el caso de batería central, ésta batería central alimenta el micro por medio de la línea, por lo tanto la resistencia de línea influye sobre la corriente del micro.

De acuerdo a la descripción, dada la eficiencia de un aparato de batería local es muy cerca de 0 N y la de un aparato de batería central se puede calcular aproximadamente, según la fórmula:

$$a = 0,000525 \cdot r + 0,4 \quad (1)$$

r es la resistencia en ohmios de la línea entre el aparato y la batería central.

APARATO RECEPTOR.-

La eficiencia del aparato receptor se compara con la del aparato patrón de la CCIF y se expresa como ya se indicó anteriormente en néper superior o inferior.

La eficiencia del aparato para recibir tanto en batería central como en batería local es muy cerca de 0 népers.

LÍNEA ENTRE LOS APARATOS.-

Según se indicó anteriormente el efecto del micro del aparato de batería central disminuye con la resistencia de la línea entre el aparato y la central que lo alimenta.

Toda la línea de aparato a aparato atenúa, además, la corriente alterna que en el aparato receptor se transforma en voz. La atenuación depende de las cualidades de la línea, tales como la resistencia, la capacidad, etc.

CONDICIONES FIJADAS PARA UNA COMUNICACION.-

Como la influencia sobre la transmisión, tanto de los aparatos transmisor y receptor, como de la línea entre ellos se expresa en néper, se puede sumar la influencia de todos ellos y controlar que el total no sobrepase determinado valor

que es el límite para una transmisión aceptable.

La CCIF recomienda una atenuación total en la línea de 3,3 nepers sin tomar en consideración los aparatos transmisor y receptor, pero en la conferencia de Oslo en el año 1.938 se modificaron las recomendaciones incluyéndose también entonces los aparatos.

Las recomendaciones de la CCIF son:

- a) El equivalente de transmisión no debe ser mayor de 1,95 nepers
- b) El equivalente de recepción no debe ser mayor de 1,45 nepers.
- c) La atenuación resultante de un circuito no debe ser mayor de 1 N.
- d) La variación de la misma no debe ser mayor de 0,2 nepers.

De lo anotado resulta que el equivalente total permitido de un circuito es:

$$1,95 + 1,45 + 1,0 + 0,2 = 4,6 \text{ nepers.}$$

ATENUACION.-

Se entiende por atenuación de una línea la disminución de energía ó potencia mandada de un extremo a otro de un conductor.

CONSTANTES PRIMARIAS DE UNA LÍNEA.-

Son los factores que intervienen para el cálculo de una línea y estos son:

R = resistencia que se mide en ohm/km del circuito.

L = autoinducción que se mide en H/km ó mH/km del circuito.

G = Conductancia que se mide en mho/km ó μ /mho/km del circuito

c = capacidad que se mide en F/km ó μ /F/km.

La manera de encontrar estos factores es la siguiente:

Resistencia:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Siendo ρ la resistencia específica (resistividad) resistencia de un pedazo de material de 1 cm. de longitud y de 1 cm² de la superficie de la sección.

Para el cobre se tiene los siguientes valores:

Cobre destemplado standard $\rho = 1,589$ (0 ° C)

Cobre electrolítico $\rho = 1,56$ "

Cobre estirado en duro $\rho = 1,60$ "

Cobre a una temperatura de 20°C $\rho = 1,77$

La sección se calcula para (a) de la siguiente manera:

$$a = \frac{d^2}{4} = 0,7854 d^2 \text{ de donde:}$$

$$R = \rho \frac{l}{0,7854 d^2}$$

donde d es el diámetro en centímetros.

Cuando se toma en cuenta la temperatura se tiene:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t) \text{ siendo:}$$

R_t = resistencia a la temperatura de t grados.

R_0 = resistencia a la temperatura de 0 grados.

t = diferencia de la temperatura en grados centígrados.

ρ = es un coeficiente.

α para el cobre es aproximadamente 0,004

La resistencia total del circuito es :

$$R_c = \rho \frac{20 l}{\frac{d^2}{4}}$$

siendo en éste caso:

l = longitud de la línea en kilómetros.

d = diámetro del conductor en milímetros.

ρ = resistividad en $\Omega \cdot \text{cm}$.

AUTOINDUCCION.-

$$L = 0,00092 \log \frac{b}{a} + 0,0001 \text{ henry/km. del circuito.}$$

b = distancia entre los alambres, medida de eje a eje en cm. ó mm

a = radio del alambre en cm. ó mm.

CONDUCTANCIA.-

G es la conductancia de aislación. Si la aislación del conductor es 1 M.A./Km. (un megohmio = 10^6 ohmios)

La conductancia es de 1 μ /mhc / Km. (un micromho = 10^{-6} mhos).

Para una línea normal de alambre desnudo en el tiempo seco se tiene:

$$G = 0,118 \times 10^{-6} \text{ mhos / Km.}$$

pudiendo desde luego este valor cambiar con las diferentes circunstancias muy frecuentemente.

CAPACIDAD.-

$$C = \frac{0,01206 \times 10^{-6}}{\log \frac{b}{a}} \text{ F/Km.}$$

Los valores de a y b son los mismos que se vió anteriormente en la autoinducción.

CONSTANTES DE PROPAGACION.-

$$\gamma = \beta + j\alpha \quad \text{siendo } \gamma = \sqrt{-1}$$

constante de atenuación.

constante de la longitud de onda o constante de la retardación de la fase.

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

Los valores de β y α se encuentran de la siguiente manera:

$$\beta = \sqrt{1/2 [(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2) + (RG - \omega^2 LC)]}$$

$$\alpha = \sqrt{1/2 [(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2) + (RG - \omega^2 LC)]}$$

En estas fórmulas es dado el valor de :

$\omega = 2\pi f$ frecuencia angular, en la cual f es dado en ciclos por segundo.

La frecuencia se encuentra relacionada con λ = longitud de onda y

v = velocidad de onda, de donde:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2}{\alpha} \quad \text{luego}$$

$$v = \frac{2\pi f}{\lambda} = \frac{W}{\lambda}$$

Otro factor que interviene en las líneas es la impedancia, la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R^2 + W^2 L^2}{G^2 + W^2 C^2}}$$

Valores del aumento de la atenuación en transmitir por disminución del voltaje en la resistencia del conductor entre una central de batería central y el abonado.

Resistencia	Atenuación	Resistencia	Atenuación	Resist.	Atenuac.
300	0,218	560	0,394	820	0,543
310	0,225	570	0,400	830	0,549
320	0,232	580	0,406	840	0,554
330	0,239	590	0,412	850	0,560
340	0,245	600	0,418	860	0,565
350	0,252	610	0,424	870	0,570
360	0,259	620	0,430	880	0,575
370	0,266	630	0,436	890	0,580
380	0,273	640	0,442	900	0,585
390	0,280	650	0,448	910	0,590
400	0,287	660	0,454	920	0,595
410	0,294	670	0,460	930	0,600
420	0,301	680	0,466	940	0,604
430	0,308	690	0,471	950	0,609
440	0,314	700	0,477	960	0,614
450	0,321	710	0,483	970	0,618
460	0,328	720	0,489	980	0,623
470	0,335	730	0,494	990	0,628
480	0,341	740	0,500	1.000	0,633
490	0,348	750	0,506		
500	0,355	760	0,511		
510	0,362	770	0,516		
520	0,369	780	0,521		
530	0,375	790	0,526		
540	0,382	800	0,532		
550	0,388	810	0,537		

VALORES PERMISIBLES DE LA ATENUACION.-

Estos valores están dados definitivamente por los diferentes sistemas como son : Europeo, Americano y Anglo Sajón.

En el trabajo de la presente Tesis, en la misma que se ha escogido el sistema L.M.Ericsson de hecho se tiene que escoger el sistema europeo y por lo tanto los siguientes valores:

En transmitir	En recibir
1,95	1,45

Estos valores son obtenidos para una batería de 24 voltios alimentada por medio de bobinas de 2 x 400 ohmios.

ATENUACION Y RESISTENCIA DE LA LINEA PARA DIFERENTES DIAMETROS.-

Se admite una frecuencia de 500 períodos por segundo.

TIPO DE LINEA	ATENUACION	RESISTENCIA
Alambre de hierro de 2 mm	0,026	78
Alambre de hierro de 3 mm	0,017	31
Alambre de hierro de 4 mm	0,013	18
Alambre de bronce de 1 mm	0,030	87
Alambre de bronce de 1,25 mm	0,021	47
Alambre de bronce de 1,5 mm	0,017	33
Alambre de bronce de 2 mm	0,012	18,2
Alambre de bronce de 2,5 mm	0,007	8,7
Alambre de cobre de 2 mm	0,0077	11,4
Alambre de cobre de 3 mm	0,0040	5,1
Alambre de cobre de 4 mm	0,0026	2,9
Alambre de cobre de 4,5 mm	0,0023	2,3
Alambre de cobre de 5 mm	0,0018	1,9

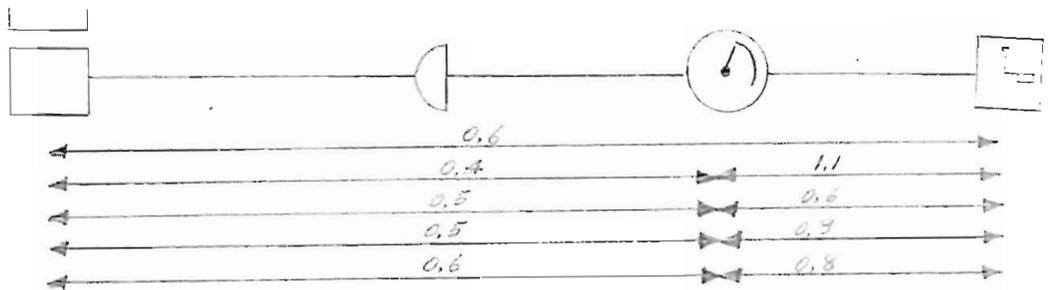
MANERA DE DIMENSIONAR O ADOPTAR UN DIAMETRO DE CABLE.-

Esta operación depende de muchos factores como el físico, situación geográfica y sobre todo el económico y como todos estos factores son complejos se tiene que aplicar un cuadro de valores proporcionales de los cuales se deduce la combinación más conveniente; el cuadro en referencia es el siguiente:

El costo de 1 par Km.	Diámetro	Secundario	Primario
	0,4	66,50	31
	0,5	76,50	37
	0,6	88,00	49,50
	0,7	106,00	64,50
	0,8	131,00	87,50
	0,9	148,00	100,00

De éste cuadro se toman los valores más convenientes para aplicar a la necesidad efectiva de la red.

Como es obvio, los valores y aplicaciones se harán aplicando los principios del sistema europeo, o sea :



Cogiendo los valores de la proporción se ve cual es la combinación mas eficaz aunque sea de un sólo diámetro.

REGISTRO DE LINEAS.-

Se necesita un registro sobre las líneas y puntos de conexión de la red que sea exacto, sencillo y de fácil comprensión, para que posibles daños de las líneas puedan localizarse y remediarse sin demora. Entonces puede informarse enseguida al trabajador la situación de la línea en los diferentes puntos de conexión. También le ofrece a uno la posibilidad de determinar las rutas de conexión para nuevos suscriptores o los que hayan cambiado de domicilio y de resolver a qué par de determinado punto de conexión hay que conectar una línea de suscriptor. Por último, un registro adecuado revela en cualquier momento el grado de ocupación y la cantidad de reservas que queda en cada punto de conexión, para que se proyecten con anticipación posibles ensanches.

El sistema de registrar de L.M.Ericsson se funda en la división decimal de los cables.

Los cables primarios que salen de la central se dividen en grupos de 50 pares. Cada uno de éstos grupos está conectado a una regleta de protección de 50 pares en el lado de líneas del bastidor del distribuidor general de la central.

La regleta tiene un número que indica su posición en el bastidor del distribuidor general. El primer número es 001. Los 50 pares de la regleta de protección están subdivididos en 5 grupos de a 10 pares.

El cable primario acaba en una caja terminal dentro de un armario de distribución.

Cada subgrupo de 10 pares de la regleta de protección está conectado a su bloque de 10 pares en la caja terminal. Los pares de cada grupo de 50 pares se numeran desde 01 hasta 50.

Los cables que salen del armario de distribución están divididos en grupos de 50 pares. Cada grupo se marca con una letra, empezando con A.

Además, si estos cables son secundarios que terminan en puntos de dispersión, se marca cada 10 pares del grupo de 50 pares con una cifra de 1 a 5. Entre cada 10 pares se cuenta desde 01 a 10.

En redes donde no puede haber más de 99 armarios, se numeran éstos con un número de dos cifras, desde 01 hasta 99.

En los armarios se coloca una designación en cada grupo de 50 pares de los cables entrantes y salientes por medio de una ficha, que según los casos se coloca a la izquierda o a la derecha de la caja terminal. En los puntos de dispersión se marca el número del armario y el del cable de 10 ó 20 pares que entra a la caja. Los números se pitan en el frente de la caja y en el lado interior de su tapa.

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

Telecommunications Principles and Practice	W.T.Perkins
Ingeniería de Comunicaciones	W.L.Everritt
Electrical Communication	Albert
Telephony Automatic Exchange Systems	J.Atkinson
Telephone Engineer and Management	Revista
The National Telephone Magazine	Boletín
Wires and Cables	Catalogue Ericsson
Telephone Cables	B.I.C.C.
Automatic Telephone	Philips
Ericsson Review	número 3-4 1/56 1 1/59 2-4 1/54 2 1/51
Boletín de Planta	Ericsson.