

7-UES
1504
M357e
1994

Ex. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA



TRABAJO DE GRADUACION

"ELABORACION DE UN MANUAL DE ESTANDARES Y DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, DE UNA MISMA POSTERIA, DE CABLES DE POTENCIA Y CABLES PORTADORES DE SEÑAL DE TELEVISION".

PRESENTADO POR:

CARLOS CELSO MARQUEZ LINARES
HUBERTO JAIME MELENDEZ RECINOS

15101317
15101317

PARA OPTAR AL TITULO DE:

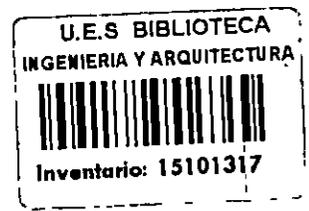
INGENIERO ELECTRICISTA

NOVIEMBRE, 1994

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTROAMERICA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SERETARIO: LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO: ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO: ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR: ING. SALVADOR DE JESUS GERMAN

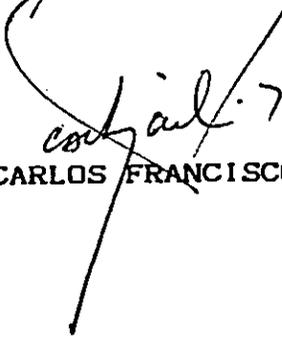
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:


COORDINADOR: ING. JUAN DE DIOS VELASQUEZ PAZ


ASESOR: ING. CARLOS FRANCISCO HERRERA

SAN SALVADOR,

NOVIEMBRE,

1994

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 27 de Octubre 4 de 1997, en el local de Sala de Lectura de la E.I.E. a las 10:00 horas, con la presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador

- 1- Ing. Salvador de J. German
Director
- 2- Ing. Gerardo Marvin Jorge Hernández
Secretario
- 3-

[Handwritten signature]



Y con el Honorable Jurado de evaluación integrado por las personas siguientes:

- 1- Ing. Carlos Francisco Herrera *[Handwritten signature]*
- 2- Sr. Edgar Armando Canales *[Handwritten signature]*
- 3- Ing. Ulises Zelaya *[Handwritten signature]*
- 4-
- 5-
- 6-

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación: "ELABORACION DE UN MANUAL DE ESTANDARES Y DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, DE UNA MISMA POSTERIA, DE CABLES DE POTENCIA Y CABLES PORTADORES DE SEÑAL DE TELEVISION"

a cargo del (los) Er(es): Carlos Celso Márquez Linares Y Huberto Jaime Meléndez Recinos

Habiendo obtenido el presente trabajo una nota final, global de 8.3 (OCHO PUNTO TRES.)

DEDICATORIA

**A DIOS TODOPODEROSO: POR SER EL MANANTIAL DE TODA LA
SABIDURIA.**

**A MI MADRE: JUANA FRANCISCA MARQUEZ
A MI PADRE: SALOMON LINARES**

**POR SU PACIENCIA Y SACRIFICIO PARA BRINDARME UNA PROVECHOSA
EDUCACION, Y QUE SIN SU VALIOSO APOYO NO HUBIERA SIDO
POSIBLE ALCANZAR MI META.**

**A MIS HERMANOS: QUE ME BRINDARON SU APOYO INCONDICIONAL Y ME
ANIMARON A SEGUIR ADELANTE PARA TERMINAR SATISFACTORIAMENTE
MI CARRERA.**

**A MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y DOCENTES: QUE ME BRINDARON SU
AMISTAD, COOPERACION Y ENSEÑANZAS EN EL TRANCURSO DE TODA
LA CARRERA.**

**A MIS DEMAS SERES QUERIDOS: QUE DE ALGUNA FORMA HAN
CONTRIBUIDO A QUE MI LOGRO HAYA SIDO UN EXITO.**

CARLOS CELSO

DEDICATORIA

DIOS OMNIPOTENTE: YA QUE ES EL ORIGEN DE TODO CONOCIMIENTO.

A MIS PADRES: BAUDILIO DE JESUS MELENDEZ
MARIA ESPERANZA RECINOS DE MELENDEZ

POR SU ABNEGACION Y SACRIFICIO PARA PROCURARME UNA BUENA EDUCACION Y QUE SIN SU SOPORTE NO ME HUBIERA SIDO POSIBLE ALCANZAR ESTA META.

A MIS HERMANOS: QUE ME ALENTARON A SEGUIR ADELANTE Y CON SU EJEMPLO ME MOTIVARON A CONCLUIR MI CARRERA.

A MIS MAESTROS, COMPANEROS Y AMIGOS: QUIENES ME BRINDARON SUS ENSEÑANZAS, AYUDA Y AMISTAD EN EL TRANCURSO DE LA CARRERA.

Y A TODOS LOS DEMAS SERES QUERIDOS.

HUBERTO JAIME

AGRADECIMIENTOS

Al ING. CARLOS FRANCISCO HERRERA Superintendente de CAESS, por su desinteresado apoyo y valiosa asesoría, sin la cual no hubiese sido posible la realización del presente Trabajo de Graduación.

Al ING. JUAN DE DIOS VELASQUEZ PAZ Docente de la Unidad de Ciencias Básicas de la FIA-UES y Coordinador del Trabajo de Graduación, por proporcionarnos orientación y ayuda en todas las etapas de nuestro trabajo.

Al Sr. EDGAR ARMANDO CANALES Jefe del Departamento Técnico de CABLEVISA, que con sus conocimientos y experiencia fue un apoyo fundamental en el desarrollo de este trabajo.

PREFACIO

Desde hace algunos años comenzó a funcionar el sistema de distribución de Televisión por Cable en nuestro país, por lo que era necesario crear una instalación que ofreciera buenas alternativas técnicas y económicas.

Los tipos de instalación a los que se tenía opción eran: 1) Subterráneo, 2) Instalar sus propios postes, 3) Alquilar los postes de la compañía de Telecomunicaciones para el uso conjunto de los dos sistemas, y 4) Alquilar los postes de la compañía de suministro eléctrico para el uso compartido de ambos sistemas.

Debido a que estas opciones presentan tanto ventajas como desventajas, se evalúan todas ellas llegando a la conclusión de que debido a la poca existencia de espacio físico disponible en calles y avenidas, para la instalación de nuevos postes ó nuevas canalizaciones, se descartan las dos primeras opciones, por lo tanto, sólo quedan las alternativas de alquilar los postes de otras compañías ya instaladas, es decir, la compañía de Telecomunicaciones o la compañía de suministro eléctrico. Sin embargo, la opción que presentaba mayores ventajas debido a que no existirían problemas de Interferencias, era la del uso conjunto con la compañía de Telecomunicaciones, pero esto no fue posible por la negativa de dicha compañía de alquilar sus bienes, siendo la última opción compartir las instalaciones con la compañía de suministro eléctrico.

Con la llegada de nuevas empresas con este sistema a nuestro país en un futuro próximo, es de esperarse que se instalen hasta 3 cables del sistema de CATV de diferentes empresas en un mismo poste, llegando a crear un problema de carácter técnico tanto para la compañía de suministro eléctrico, como para las compañías de CATV, ya que no existe un lineamiento o estándares que regulen la instalación del cable de CATV en los postes de la compañía de energía eléctrica.

El presente trabajo pretende proporcionar una alternativa de solución al problema que se presenta entre ambos sistemas, de tal forma que se consideran la planimetría, tipo de cable adecuado, protecciones, instalación del cable, el debido aterrizado del sistema de CATV, así como estructuras para el uso conjunto de ambos sistemas, siendo lo más esencial para evitar los problemas de carácter técnico y económico.

Por otro lado, se pretende proporcionar al Ingeniero Electricista un conocimiento de los procedimientos operativos que se llevan a cabo para la instalación del cable y dispositivos del sistema de CATV.

RESUMEN DEL TRABAJO

El presente Trabajo de Graduación, titulado "ELABORACION DE UN MANUAL DE ESTANDARES Y DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, DE UNA MISMA POSTERIA, DE CABLES DE POTENCIA Y CABLES PORTADORES DE SEÑAL DE TELEVISION", tiene por objeto llenar en lo posible el vacío existente en nuestro medio de un documento técnico que permita a los Ingenieros Electricistas, empresas de suministro eléctrico y de TV por cable resolver los problemas que se podrían dar entre ambos sistemas.

El primer capítulo describe los elementos que componen a los sistemas de distribución de energía eléctrica y de TV por cable, así como también, se explica el proceso mediante el cual estos dos sistemas hacen la distribución de sus respectivas señales hasta llevarla hacia los centros de consumo.

El segundo capítulo expone el análisis de la Interferencia Electromagnética entre ambos sistemas, comenzando con la definición básica de los tres elementos que intervienen en el problema de la Interferencia Electromagnética, los cuales son: Fuente (líneas de potencia), medio de acoplamiento (capacitivo y/o inductivo) y el receptor (cable coaxial que transporta la señal de TV), además se explican los métodos de solución al problema de la interferencia de los cuales, se consideran el método del blindaje o apantallamiento, que evita la introducción de interferencia al conductor que lleva la señal de TV. Posteriormente se considera, cuales son los efectos del campo magnético generados por las líneas de suministro eléctrico, llegando así a establecer cual es la distancia de separación más óptima y segura entre ambos sistemas, para que puedan instalarse paralelamente en los mismos postes sin tener problemas de interferencias.

El tercer capítulo presenta las normas técnicas sugeridas para el uso conjunto en los mismos postes, de los sistemas de TV por cable y de suministro eléctrico. Exponiendo las condiciones más relevantes que se deben de cumplir para la elaboración de planos, las características mínimas que cumplirán los cables coaxiales que portarán la señal de TV, también se mencionan los elementos de protección que tiene que llevar el sistema de CATV, así como las separaciones recomendadas para que sean respetadas por los dos sistemas.

En las secciones posteriores se exponen las normas de aterrizado del sistema de CATV y las principales estructuras recomendadas para el uso conjunto en los mismos postes que sirven para el tendido de suministro eléctrico, incluyendo el listado de herrajes y dispositivos.

Finalmente el cuarto capítulo proporciona los procedimientos operativos que son utilizados para la instalación de los dispositivos de TV, así como la del mismo cable que transporta dicha señal, posteriormente se ofrece un procedimiento para el flechado adecuado del mismo cable y por último se menciona la importancia del mantenimiento adecuado que se le debe proporcionar al sistema de distribución de TV y al mismo tiempo se proporciona un cuadro con las fallas más frecuentes ocurridas en los dispositivos que conforman el sistema de TV, además se incluyen sus posibles soluciones.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
CAPITULO I. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA Y DE TELEVISION POR CABLE	
INTRODUCCION	1
1.1 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA	2
1.2 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.	2
1.2.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA TIPICO	2
1.2.1.1 DEFINICIONES FUNCIONALES	2
1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SALVADOR	3
1.3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	4
1.3.2 TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION	7
1.3.3 SISTEMA SECUNDARIO	8
1.3.4 CIRCUITOS SECUNDARIOS	9
1.3.5 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	9
1.3.6 ACOMETIDA	10
1.3.6.1 TIPOS DE ACOMETIDA	10
1.3.6.1.1 ACOMETIDA PRIMARIA AEREA	10
1.3.6.1.2 ACOMETIDA SECUNDARIA	11
1.3.6.1.3 ACOMETIDA ESPECIAL	11
1.3.7 CARACTERISTICAS DE LA CARGA	11
1.4 SISTEMA DE DISTRIBUCION POR CABLE	12
1.5 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE TELEVISION POR CABLE	12
1.5.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	12

1.5.1.1	DEFINICIONES FUNCIONALES	12
1.6	DESCRIPCION GENERAL DE LA RECEPCION Y PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL DEL SATELITE	14
1.7	DESCRIPCION DEL PROCESO DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE TELEVISION POR CABLE	16
	CONCLUSIONES	18
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	19
CAPITULO II. ANALISIS DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA ENTRE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA Y DE TELEVISION POR CABLE.		
	INTRODUCCION	20
2.1	INTRODUCCION AL PROBLEMA DE LAS INTERFERENCIAS	21
2.1.1	INTRODUCCION	21
2.2	DEFINICIONES DE COMPATIBILIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD	22
2.3	FUENTES, ACOPLAMIENTOS Y RECEPTORES DE EMI	24
2.3.1	ORIGEN o FUENTE: LINEAS DE SUMINISTRO ELECTRICO	26
2.3.2	EL ACOPLAMIENTO	27
2.3.3	EL RECEPTOR: CABLE COAXIAL	27
2.4	ACOPLAMIENTOS	29
2.4.1	ACOPLAMIENTO POR CONDUCCION (IMPEDANCIA COMUN)	29
2.4.2	ACOPLAMIENTO CAPACITIVO O ELECTRICO	29
2.4.3	ACOPLAMIENTO INDUCTIVO O MAGNETICO	30
2.5	METODOS GENERALES DE SOLUCION AL PROBLEMA DE LA EMI	31
2.5.1	BLINDAJES O PANTALLAS	31
2.5.1.1	INTRODUCCION	31
2.5.1.2	LA EFECTIVIDAD DE LOS BLINDAJES	35
2.5.1.3	PERDIDAS POR ABSORCION	37
2.5.1.4	PERDIDAS POR REFLEXION	39

2.5.2 LA EFECTIVIDAD DEL BLINDAJE EN EL CABLE COAXIAL	41
2.5.3 ANALISIS DEL CAMPO ELECTRICO, APLICANDO EL METODO DE LAS IMAGENES Y LA PUESTA A TIERRA	43
2.5.4 SEGUNDO METODO DE SOLUCION PARA EVITAR LOS CAMPOS MAGNETICOS EN EL CABLE QUE TRANSPORTA LA SEÑAL DE TELEVISION PROVOCADOS POR LAS LINEAS DE POTENCIA	52
2.5.5 ANALISIS DEL CAMPO MAGNETICO PARA LAS DIFERENTES CORRIENTES QUE TRANSPORTAN LAS LINEAS SECUNDARIAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE POTENCIA Y DE LAS DISTANCIAS DE SEPARACION DE LA LINEA	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61

CAPITULO III. NORMALIZACION

INTRODUCCION	63
3.1 PLANIMETRIA	64
3.2 CABLES	64
3.3 PROTECCIONES	65
3.4 INSTALACION DEL CABLE	66
3.5 ATERRIZADO	68
3.6 ESTRUCTURAS SUGERIDAS PARA EL USO CONJUNTO DE LOS SISTEMAS DE CATV Y DE POTENCIA	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	87

CAPITULO IV. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

INTRODUCCION	88
4.1 FUENTE DE PODER (POWER SYSTEM)	89
4.2 CONECTORES	91
4.3 AMPLIFICADOR TRUNK (TRUNK AMPLIFIER)	92

4.4	AMPLIFICADOR TRUNK DE PUENTE (BRIDGER AMPLIFIER)	93
4.5	AMPLIFICADOR EXTENSOR DE LINEA (LINE EXTENDER)	93
4.6	ACOPLADORES DIRECCIONALES (DIRECTIONAL COUPLERS) ó DERIVADORES (SPLITTERS)	94
4.7	DERIVADOR DIRECCIONAL (DIRECTIONAL TAPS) ó DERIVADOR DE DISTRIBUCION (DISTRIBUTION TAP)	95
4.8	ACOMETIDAS	96
4.9	PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO Y FLECHADO DEL CABLE COAXIAL	97
4.10	SELECCION DE LOS TRAMOS PARA EL CHEQUEO DEL FLECHADO	98
4.11	LAS TOLERANCIAS DEL FLECHADO	99
4.12	CUANDO AMARRAR EL CONDUCTOR	100
4.13	METODO DEL BLANCO DIRECTO PARA LA INSPECCION DEL FLECHADO	100
4.14	RETENIDAS	101
4.14.1	RETENIDA PARA ANGULO	101
4.14.2	RETENIDA PARA REMATE	102
4.15	MANTENIMIENTO	102
4.15.1	EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	103
4.15.2	EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	104
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
	ANEXOS	
	GLOSARIO	

CAPITULO I

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA Y DE TELEVISION POR CABLE.

INTRODUCCION

Este capítulo comprende las generalidades y definiciones de los elementos más esenciales, que conforman los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica y de Televisión por Cable.

En primer lugar, se define el Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, dando una breve explicación del proceso de distribución y de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema.

En segunda instancia, se determina el Sistema de Distribución de Televisión por Cable (CATV), exponiendo la función principal de cada uno de los elementos que intervienen en el Sistema, así como el proceso de la Distribución.

1.1 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.

DEFINICION.

En un sentido bastante amplio podemos decir, que el sistema de distribución se refiere al proceso en el cual la energía eléctrica es transportada desde las subestaciones de distribución hasta los diferentes puntos de consumo.

1.2 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA.

1.2.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA TIPICO.

Los elementos esenciales de un sistema de distribución típico incluyen circuitos de subtransmisión, subestaciones de distribución, circuitos primarios o Feeder, conductores, circuitos secundarios, transformadores de distribución y acometida.

1.2.1.1 DEFINICIONES FUNCIONALES.

1) CIRCUITOS DE SUBTRANSMISION:

Opera entre 13 a 66KV y entregan energía a las subestaciones de distribución.

2) SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION:

Las cuales convierten la energía a un voltaje más bajo para la distribución local y regulan el voltaje entregado a los centros de carga.

3) PARARRAYOS:

Tiene la función principal de proteger la instalación eléctrica (transformador, interruptor, conductores de línea, etc.) contra sobretensiones de origen externo o interno, a la vez que absorbe parte de su energía.

4) FUSIBLE:

Es el dispositivo que protege a un circuito interrumpiendo por fusión de su elemento sensible a la corriente, cuando por él circula una sobrecorriente o corriente de cortocircuito.

5) CIRCUITOS PRIMARIOS o "FEEDER":

Estos operan entre 2.4 a 23KV y dan su carga a un área geográfica bien definida.

6) CONDUCTORES:

Los materiales de los conductores que más se emplean en el sistema de distribución son: Aluminio, Aluminio con alma de Acero y el Cobre.

Para el caso del Aluminio con alma de Acero, es utilizado en el sistema primario y para fase neutra del sistema secundario.

El Aluminio con aislante, es usado en el sistema secundario.

El cobre se utiliza en las bajadas de los transformadores.

Los conductores pueden ser elaborados en forma de hilos y cables, además, estos se obtienen ya sea desnudos o aislados. El aislamiento puede ser a base de resinas sintéticas como lo son el cloruro de polivinilo y el polietileno.

7) CIRCUITOS SECUNDARIOS:

Estos llevan la energía a lo largo de la calles hasta llegar a una corta distancia de los consumidores.

8) TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION:

Estos se instalan en postes o en bóvedas cerca de los consumidores y convierten la energía al voltaje de utilización.

9) ACOMETIDA:

Es el tramo de línea entre el punto de entrega de la Compañía Distribuidora de Energía Eléctrica y el punto de recibo del consumidor.

1.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SALVADOR.

En El Salvador, existe una empresa nacional autónoma que genera la mayor parte de la energía eléctrica. A la vez también existen compañías pequeñas que generan, pero esta energía es vendida directamente a esta empresa; además existen varias compañías distribuidoras ubicadas en distintos departamentos, siendo la distribuidora más grande la encargada de comercializar la energía en las áreas de San Salvador, San Miguel, La Unión, La Libertad, La Paz, Chalatenango y algunos pueblos de otros departamentos.

En algunas áreas rurales la empresa generadora distribuye directamente la energía eléctrica a los usuarios.

1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

El sistema de distribución primaria, está formado por varios puntos de entrega de la empresa generadora, en donde se tiene una subestación receptora-reductora de 115 a 23KV y con una capacidad de potencia determinada.

De la subestación de distribución, se distribuye esta energía en varios circuitos, unos de distribución para diferentes zonas y otros que alimentarán otra subestación mediante un circuito expreso, que corrientemente se denomina circuito loop o de enlace, para que en esa otra subestación se efectúe una nueva división de la energía por encontrarse más cerca de los centros de consumo.

En el sistema de distribución también se tienen subestaciones que alimentan a 23KV entre líneas hasta los transformadores reductores a 4.16KV entre líneas, del cual se distribuye la energía en varios circuitos a ese voltaje. Es de notar que este último sistema tiende a quedar obsoleto y es utilizado en zonas de más antiguo servicio.

En cuanto al suministro del servicio a los grandes consumidores industriales y comerciales el punto de entrega se realiza en alta tensión y son los consumidores los encargados de instalar su propia subestación para transformar el voltaje a niveles adecuados de utilización.

También se tienen conectados a las líneas primarias, transformadores de distribución que se instalan en postes para convertir el voltaje primario de 23KV ó 4.16KV a 120/240V que es el voltaje secundario estándar de las empresas distribuidoras.

La conexión de los diferentes elementos del sistema de distribución se muestra en la figura 1.1 y en la figura 1.2 se muestra un esquema general de todo el Sistema de Transmisión de Energía Eléctrica:

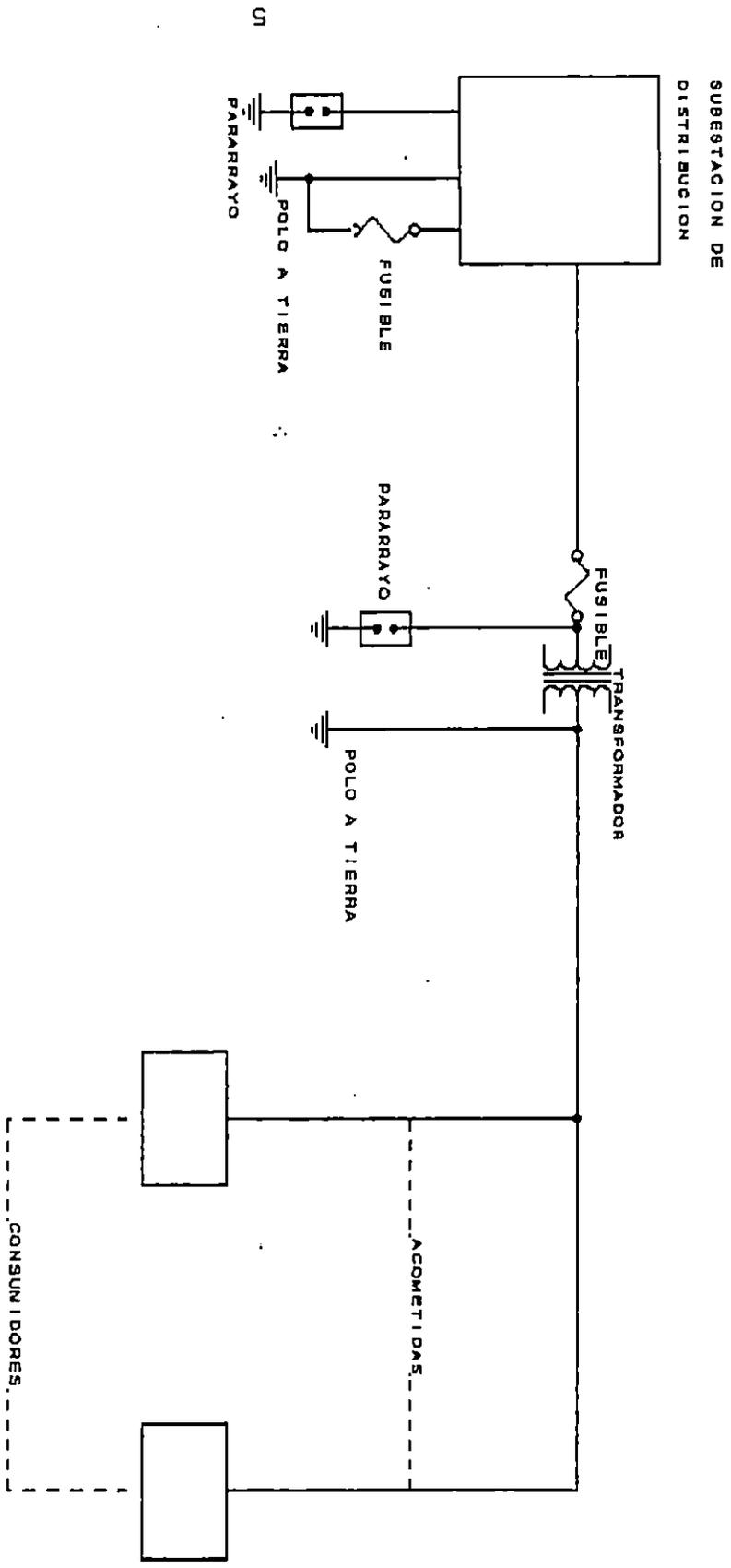


FIGURA 1.1 SISTEMA TIPICO DE DISTRIBUCION.

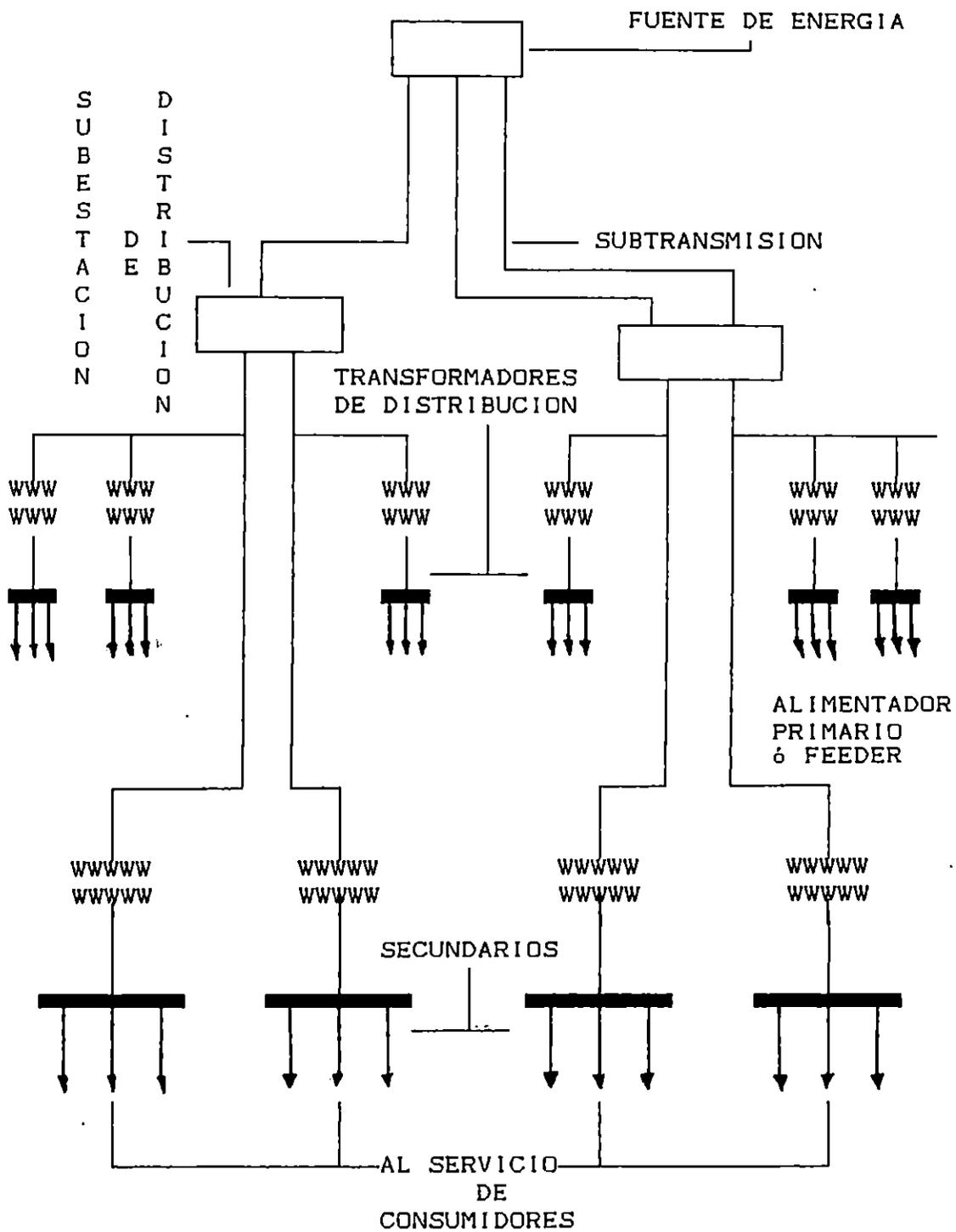


FIGURA 1.2 Sistema General de Transporte de Energía Eléctrica.

1.3.2 TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

Las líneas de distribución pueden ser primarias ó secundarias. En el sistema de distribución, las líneas de distribución primaria son trifásicas de cuatro hilos, esto significa que tres fases o líneas llevan la carga del sistema y una línea neutro es la que sirve de referencia o el punto de voltaje cero. Para el sistema de alta tensión dicha referencia se obtiene en la subestación receptora por medio de un transformador especial de tierra que se conecta a una red de tierra construida en la subestación.

Por estas líneas circulan las corrientes necesarias para suplir la demanda de potencia. Inherentes a este proceso se presentan pérdidas de potencia asociadas principalmente con la resistencia de los conductores y con las corrientes que circulan.

En los subsistemas de Distribución, donde las tensiones son relativamente bajas (23KV y 4.16KV), las pérdidas por efecto corona suelen ser muy pequeñas, ya que los valores de susceptancia a tierra (derivación) de la línea de distribución son muy bajas, por tal motivo se suelen despreciar.

Con esta simplificación el modelo para representar una línea de distribución corresponde a la mostrada en la Fig. 1.3.

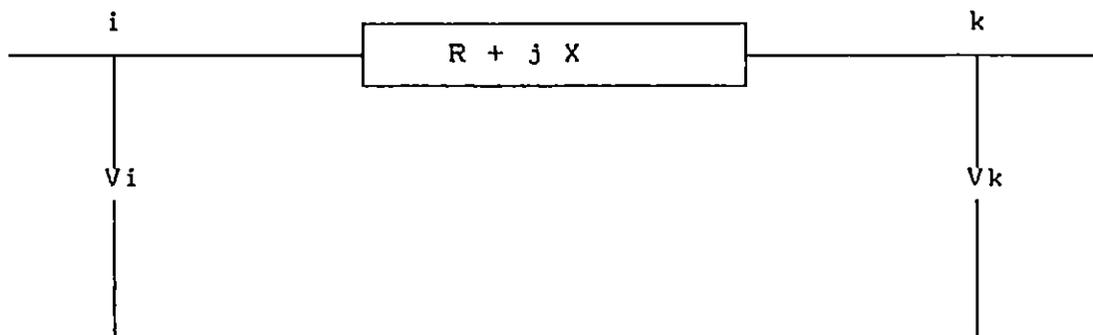


FIGURA 1.3 Representación de una línea de Distribución.

1.3.3 SISTEMA SECUNDARIO.

El sistema secundario es aquella parte del circuito de distribución entre los alimentadores primarios y los consumidores. El sistema secundario está compuesto por: transformadores de distribución, circuitos secundarios, acometidas, consumidores y contadores para medir el consumo de energía eléctrica. Un simple diagrama unifilar del sistema secundario para servicio residencial o área de alumbrado comercial se muestra en la Fig. 1.4 .

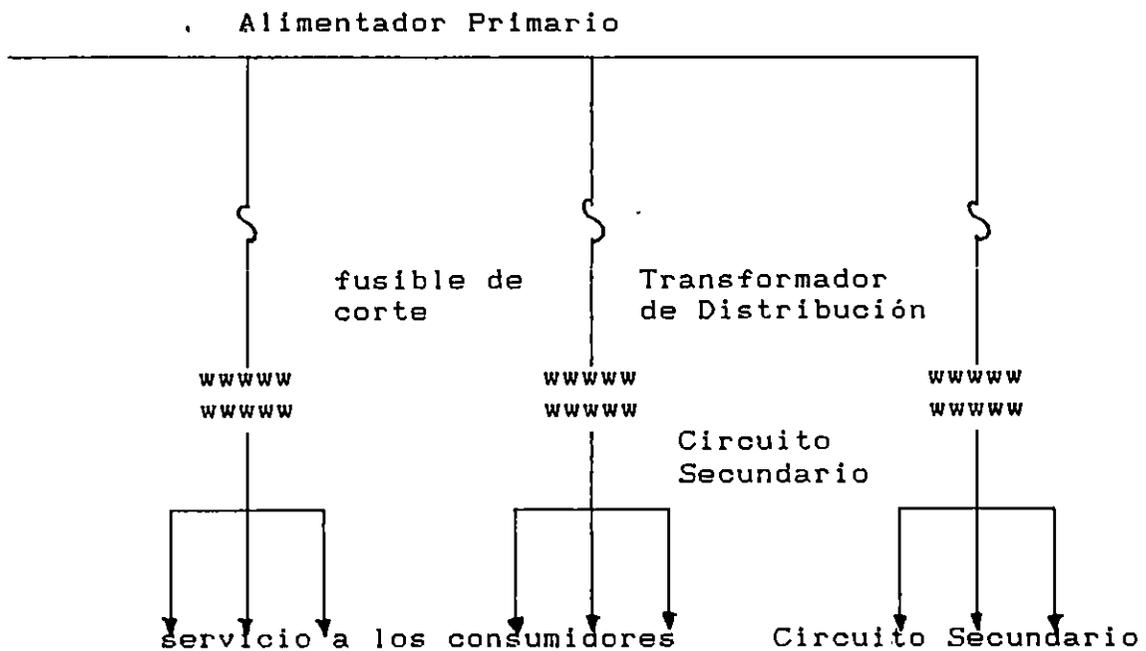


FIGURA 1.4 Diagrama unifilar del sistema secundario para áreas de servicio residencial ó alumbrado comercial.

Los circuitos secundarios salen de los bornes del secundario del transformador de distribución para alimentar a varios consumidores; los sistemas secundarios son predominantemente monofásicos en zonas residenciales, monofásicos y trifásicos en áreas industriales y comerciales. Los arreglos de sistemas secundarios que pueden ser usados son: el sistema radial directo, los bancos secundarios y los sistemas de redes secundarias. El sistema radial directo es el más comúnmente usado por su simplicidad de operación y su bajo costo.

1.3.4 CIRCUITOS SECUNDARIOS.

Los circuitos llevan la potencia a nivel de voltaje de utilización desde los terminales de bajo voltaje del transformador de distribución, hasta los puntos de entrada de servicios para cada consumidor.

En general, la magnitud de las cargas determina que nivel de voltaje debe aplicarse. La norma actual en áreas rurales y residenciales es el nivel de voltaje nominal 120/240 voltios monofásicos tres hilos, los niveles de voltaje nominal aplicado son generalmente 120/208 voltios trifásicos, cuatro hilos ó 120/240 voltios trifásicos cuatro hilos, los sistemas trifásicos son deseables y generalmente requeridos por los consumidores industriales y comerciales, ya que los HP de los motores trifásicos cuestan menos que los HP de los motores monofásicos de la misma capacidad.

El nivel de voltaje secundario para distribución residencial en nuestro país es 120/240 voltios monofásicos, bifilar o trifilar; para sistemas comerciales e industriales que son servidos por redes secundarias, el nivel de voltaje puede ser 120/240 voltios monofásicos o trifásicos y 120/208 voltios trifásicos dependiendo de la carga que se va a servir.

En cuanto a la forma de construcción, los sistemas secundarios en nuestro país son de construcción aérea en su mayoría; existen algunos proyectos de distribución subterránea ejecutados por las empresas de servicio público que responden a necesidades específicas de los abonados, ya sea por su condición socio-económica o debido a la ubicación geográfica del sitio donde se va a utilizar el servicio. No es una práctica común para una empresa de distribución en nuestro país hacer tendidos subterráneos de redes secundarias.

1.3.5 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.

Los transformadores de Distribución son aplicados en muchas localizaciones a lo largo de un sistema de distribución. Estos son instalados aéreos en postes o en plataformas.

Son conectados desde los alimentadores primarios a través de fusibles desconectores como se muestra en la Fig. 1.4.

Cuando ocurre una falla en un transformador o en el secundario, la apertura del fusible primario para los transformadores tipo convencional, evita una interrupción del servicio a otras cargas suministradas desde el mismo alimentador primario.



Los transformadores de distribución permiten también una cantidad sustancial de sobrecarga, especialmente para cortas duraciones. Los transformadores de distribución son predominantemente unidades monofásicas cuyo rango van desde 15, 25, 50, 75 y 100 KVA.

Los transformadores de distribución más comúnmente usados en nuestro país para sistemas secundarios son los tamaños de 10, 15 y 25 KVA, que se localizan principalmente en áreas rurales; los tamaños de 50 y 75 KVA que se localizan en áreas metropolitanas de consumos relativamente bajos y en áreas residenciales de mayor consumo. Estos transformadores son desde luego, unidades monofásicas que son las que sirven para servicio residencial propiamente dichos.

En cuanto a los abonados comerciales, industriales y algún abonado residencial de carga comparable, para los cuales la red secundaria es aplicable a su servicio, las compañías de distribución, en estos casos determina la disponibilidad del servicio de manera que no altere la calidad del servicio de otros consumidores; caso contrario se le suministra la energía eléctrica a través de un transformador exclusivo.

1.3.6 ACOMETIDA.

Acometida, se define como el tramo de línea entre el punto de entrega de la compañía distribuidora de energía eléctrica y el punto de servicio del consumidor.

Las acometidas dependiendo del voltaje de servicio (que esta de acuerdo con la carga a servirse) se pueden clasificar en primarias y secundarias, estas a su vez pueden ser aéreas o subterráneas por la forma en que están instaladas.

1.3.6.1 TIPOS DE ACOMETIDA.

1.3.6.1.1 ACOMETIDA PRIMARIA AEREA.

Se caracteriza por el tendido de las líneas a través de postes y comprende desde el poste de entrega de la compañía distribuidora hasta el poste de servicio del consumidor, siendo los voltajes de operación de este tipo de acometida (23.0, 13.2 y 4.16KV).

En la siguiente figura se muestra una acometida primaria aérea.

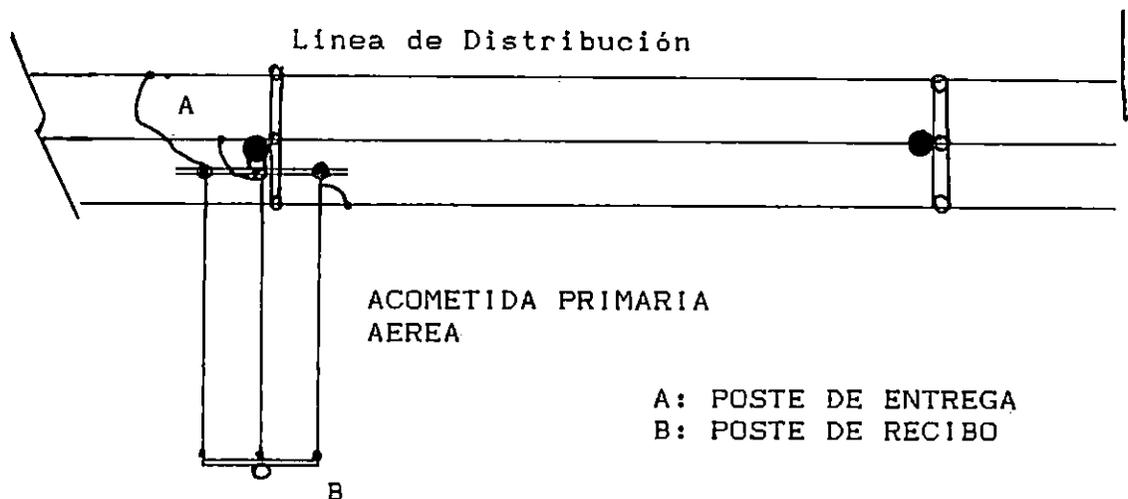


FIGURA 1.5 Esquema de Acometida Primaria Aérea.

1.3.6.1.2 ACOMETIDA SECUNDARIA.

Generalmente este tipo de acometida es aérea, el cliente (consumidor) solamente necesita colocar un gancho que sirve como remate, el voltaje de servicio es de 120/240V monofásico trifilar o trifilar 240/480V.

1.3.6.1.3 ACOMETIDA ESPECIAL.

Este tipo de acometida por lo general, se utiliza para alimentar equipos para propósitos médicos (rayos X, Gammacámara, etc.), siendo los niveles de voltaje utilizados para estos equipos 480/240V.

1.3.7 CARACTERISTICAS DE LA CARGA.

CARGA CONECTADA: De cualquier sistema o de una parte de un sistema es la potencia total de todos los aparatos receptores, instalados en los establecimientos de los abonados, conectados al sistema.

DEMANDA: De una instalación de un sistema es el promedio de la carga absorbida en los terminales de los receptores, durante un determinado intervalo de tiempo adecuado y especificado.

La demanda o carga promedio puede ser descrita como la carga continua e invariable la cual absorbe la misma cantidad de energía que la carga actual, en un período de tiempo dado.

1.4 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE TELEVISION POR CABLE.

DEFINICION.

Básicamente es el encargado de transportar por líneas físicas la señal de T.V. de video y sonido; directamente desde el HEADEND hasta llegar a las casas de los abonados, utilizando para este propósito equipos amplificadores, derivadores y demás accesorios.

1.5 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE TELEVISION POR CABLE.

1.5.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

1.5.1.1 DEFINICIONES FUNCIONALES.

Los elementos esenciales de un sistema de distribución incluyen: Headend, Fuente de Poder, Sistema Trunk, Amplificadores, Sistema Secundario, Acometida y Cable Coaxial.

HEADEND: Es la estación donde todas las señales obtenidas de las diferentes estaciones terrenas, son captadas y procesadas hasta llevarlas a una frecuencia adecuada, de tal manera, que todas las señales ya combinadas, tengan la misma potencia para enviarlas a través del cable Trunk.

FUENTE DE PODER: Es el encargado de proporcionar el voltaje adecuado a todos los amplificadores de la red. Dicha fuente se calcula tomando en cuenta todas las caídas de voltaje que se producen en los amplificadores colocados en la red, más las caídas entre las longitudes de cable entre amplificadores.

Para poder insertar la alimentación, es necesario el uso de dispositivos llamados "Introdutores de potencia".

INTRODUCTORES DE POTENCIA: Son los dispositivos encargados de hacerle llegar la alimentación a los amplificadores conectados a la red, éste se instala entre la línea del cable coaxial y la salida de la Fuente de Poder.

SISTEMA TRUNK: La función de este sistema es la de llevar la señal de CATV a áreas geográficas definidas. El recorrido de éste se hace necesario sólo hasta llegar a los lugares donde se comenzará a hacer la distribución por zonas.

SISTEMA SECUNDARIO: La finalidad de este sistema es la de obtener la señal de CATV que es transportada por el Sistema Trunk y luego, llevarla a los servicios de los abonados.

AMPLIFICADOR TRUNK (T.A.): Es usado sólo en el Sistema Trunk

y se utiliza cada vez que el nivel de la señal cae aproximadamente 11 dB de la señal máxima. Su nivel máximo de salida es de 35 dBmV y el mínimo de 24 dBmV.

Sirve para agrandar el sistema, expandiéndolo hasta donde se quiera mantener una calidad de imagen igual o parecida a la que sale del HEADEND.

AMPLIFICADOR TRUNK DE PUENTE (B.A.): Es el Amplificador que sirve para distribuir la señal del Sistema Trunk en cada una de sus salidas (4) al sistema secundario.

Este es colocado cada vez que se necesita distribuir señal en un área considerablemente grande, aunque la señal en la línea troncal no haya caído 11 dB. El nivel de salida del B.A. depende directamente del nivel de salida del cable Trunk.

AMPLIFICADOR EXTENSOR DE LINEA (L.E.): Este Amplificador sirve para extender la línea que sale del B.A. o sea la línea de distribución, para poder abarcar una zona más grande con cada una de las salidas del B.A. y se coloca cuando esta a la mínima señal del TAP. Su nivel de salida es de aproximadamente 48 dBmV.

NOTA: El voltaje de operación de todos los Amplificadores es de 60 Voltios onda cuadrada y lo suministra la fuente de poder a través del cable coaxial. El voltaje mínimo con el que pueden trabajar adecuadamente es de 42 Voltios.

TOMAS DE DERIVACION (T): Son los derivadores de señal colocados generalmente en cada poste y de los cuales conectamos las líneas que alimentan a las casas, su valor depende de la intensidad de señal que tengamos en ese lugar, pues se pretende sacar una señal entre +12 a +15 dBmV de cada una de sus salidas, de cada valor podemos tener TAPS de 2, 4 y 8 salidas, pero hay que tener en cuenta que dependiendo del número de salidas así varía la pérdida a través de él.

DIVISORES DE SEÑAL (S): Elementos pasivos, que como su nombre lo indica, dividen la señal, ya sea en 2 o más líneas (siendo los más comunes los de 2 y 3 vías). Pueden ser usados en líneas primarias y secundarias. Son diseñados para trabajar en una gama de frecuencias determinadas.

Ambos divisores trabajan con un rango de 5 MHz a 450 MHz, y pueden ser usados en forma inversa si las condiciones son adecuadas; es decir, que sus salidas pueden ser usadas como entrada y su entrada como salida, en esta condición el divisor se convierte en un combinador de señal, esto es cierto si las entradas son de frecuencia o de bandas diferentes.

ACOPLADORES DIRECCIONALES (D.C.): Estos se utilizan cuando se encuentra dentro del Sistema de Distribución un tramo corto, en el cual se quiere dar señal, con pérdidas mínimas en la línea. Su función es extraer una porción determinada de la señal, permitiendo a la vez el paso de casi toda la potencia a la salida.

ACOMETIDAS A LA CASA DEL ABONADO: Luego de haber distribuido los puntos de donde se tomará la señal para dar al abonado, que se denominan tomas de derivación, de este dispositivo la señal sale con un nivel de +13 dBmV; y luego esta señal es llevada a la casa del abonado.

CABLE COAXIAL: Los cables coaxiales se componen de dos conductores concéntricos, separados por un dieléctrico. Todo el conjunto va cubierto por una funda no conductora que sirve como protección del medio ambiente. A altas frecuencias la señal viaja por la superficie del alambre central (Cobre).

El conductor cilíndrico exterior (Aluminio), está conectado a tierra y reduce en gran medida las pérdidas por radiación en señales de alta frecuencia.

Tanto en el sistema Trunk como en el sistema secundario se utiliza este tipo de cable, además, es conveniente mencionar que estos cables van acompañados de otro alambre auxiliar denominado "mensajero", que sirve para tensar el cables coaxial.

1.6 DESCRIPCION GENERAL DE LA RECEPCION Y PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL DEL SATELITE.

La estación terrestre está constituida de una antena parabólica de plato, la cual recoge y refleja hacia su foco tanto como puede de la débil señal proveniente del satélite. Un alimentador o concentrador, ubicado exactamente en dicho foco, canaliza la radiación reflejada y concentrada en el plato, hacia el Amplificador de Bajo Ruido (LNA), el cual amplifica la señal manteniendo toda la información original, luego a través de un corto tramo de cable lleva estas señales hacia un dispositivo llamado subconvertor, que baja la gama de frecuencias. Después de la subconversión, el mensaje es enviado a un receptor de video, para ser convertido en una forma comprensible para la televisión y finalmente llega al monitor de televisión.

El proceso de la recepción y procesamiento de la señal del satélite se puede ver reflejada en el diagrama de la figura 1.6.

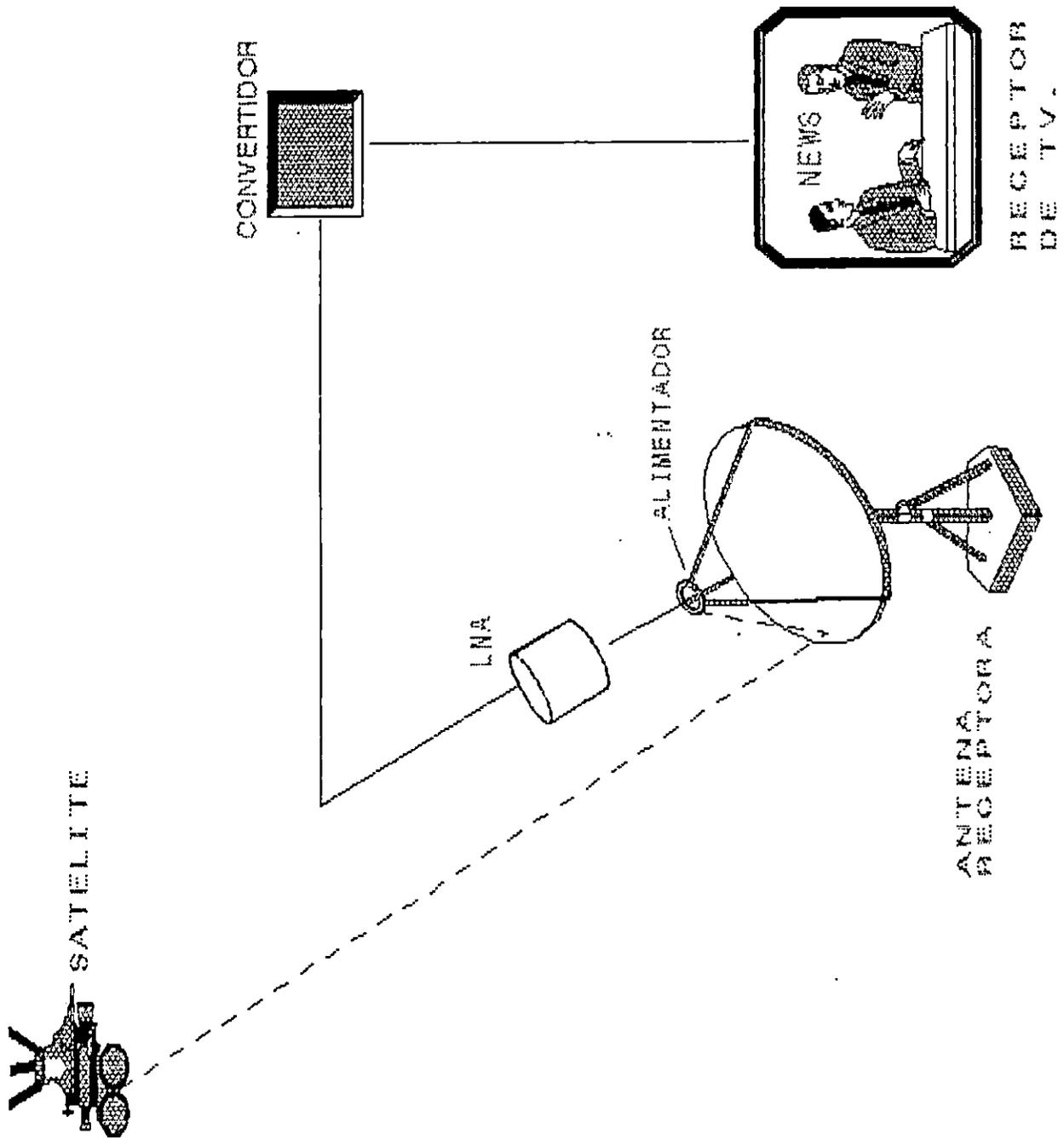


FIGURA 1.6 Diagrama general de la recepción de señales vía satélite.

1.7 DESCRIPCION DEL PROCESO DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE TELEVISION POR CABLE.

El proceso comienza a partir de la estación terrestre, la cual recibe la señal proveniente del satélite y luego es introducida al HEADEND (Centro de control electrónico), ya en este lugar, las señales son procesadas (Demodulador, Modulador y Combinador), para convertirlas a la banda base. Posteriormente esta señal sale del HEADEND con un valor de 59 dBmV, más adelante en la línea trunk este valor de señal puede bajar y mantenerse hasta aproximadamente 32 dBmV. Dicha línea es distribuida a zonas geográficas bien definidas, además, para mantener el valor de la señal constante se colocan amplificadores a una determinada distancia y también se sacan derivaciones del cable para la distribución secundaria con un valor diferente de señal (+13 dB).

Es oportuno mencionar, que los amplificadores son alimentados por una fuente de poder que les proporciona un voltaje óptimo de 60 Voltios, en el peor de los casos hasta pueden trabajar aceptablemente con 42 Voltios.

De los amplificadores se obtienen los cables secundarios para ser distribuidos a los derivadores (TAPS), estos obtienen una señal y a la vez, salen de sus tomas las acometidas para ser llevada a las casas de los abonados.

Para un óptimo funcionamiento del sistema de cable es necesario tratar de mantener establecidos los niveles de señal en todas las zonas del sistema, ya que una buena señal debe estar entre +12dB a +15dB, saliendo de cada derivador (TAP); esto es para lograr tener una señal de 0 a +10dB a la entrada de cada televisor, especialmente cuando usamos un convertidor.

El diagrama de la figura 1.7 muestra un sistema típico de distribución de televisión por cable.

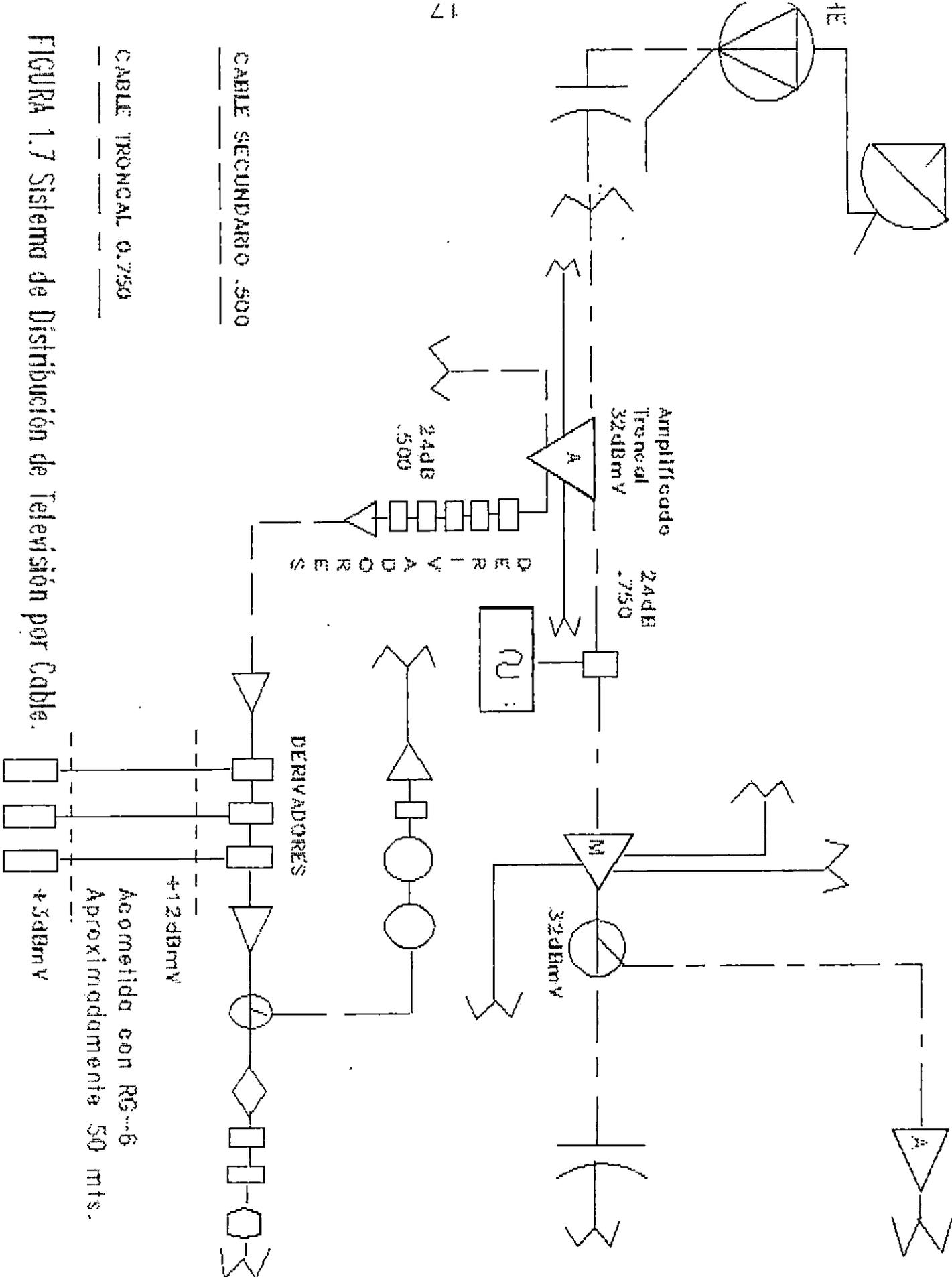


FIGURA 1.7 Sistema de Distribución de Televisión por Cable.

CABLE TRONCAL 0.750

CABLE SECUNDARIO .500

Acornetida con RG-6
Aproximadamente 50 mts.
± 5dBmV

CONCLUSIONES

- 1- La forma más común de distribuir la energía eléctrica en nuestro país, sigue siendo por medio aéreo, debido a sus facilidades económicas y de mantenimiento.

Por otro lado, el Sistema de Distribución de Televisión por cable, siendo un sistema de carácter innovador en nuestro país, ha encontrado en el medio aéreo las mismas ventajas que el sistema de potencia. Por lo que es bastante seguro que esta forma de distribución siga predominando por mucho tiempo en nuestro país.

- 2- La red de Distribución de Televisión por Cable es de fácil expansión por la versatilidad de su diseño, por lo que la red en cuestión puede ser ampliada en toda la región metropolitana, tomando como parámetro las estructuras de la compañía Distribuidora de Energía Eléctrica.

- 3- Ya que este sistema es de forma modular su mantenimiento resulta bastante accesible.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- Continental Cablevision Corporation.
" Master Technical Manual ".
- 2- Jose Atilio Medrano Jerez y Carlos Benjamin Drozco
Castillo." Manual de Instalaciones Eléctricas en Mediana
y Baja Tensión. Proyecto de Ingeniería Eléctrica ".
Universidad de El Salvador (UES). 1988.
- 3- Reed Stephen." Satellite Television Handbook and Buyers
Guide ". Reed publications, Miami, USA. 3ª Edición,
1981.
- 4- " Telecommunications " International Edition. Revista
Técnica sobre Telecomunicaciones. Varios Volúmenes.

CAPITULO II

ANALISIS DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA ENTRE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA Y DE TELEVISION POR CABLE

INTRODUCCION

Los problemas ocasionados por las interferencias electromagnéticas son muy complejos y su solución implica un conocimiento exacto de todos los fenómenos asociados.

En este capítulo se supera en cierta medida los contenidos clásicos de los textos de telecomunicaciones sobre el ruido e interferencia.

Se introducen los conceptos de Interferencia, Susceptibilidad y Compatibilidad Electromagnética, y se adopta las convenciones más difundidas a nivel internacional para expresar dichos términos.

Además se definen los tres elementos básicos del problema de Interferencia Electromagnética (EMI), los cuales son: Fuente(Líneas de Suministro Eléctrico), Medio de Acoplamiento(Capacitivo y/o Inductivo) y el Receptor(Cable coaxial que transporta las señal de televisión).

También se consideran cuáles son los efectos del campo eléctrico y magnético generados por las líneas de Suministro Eléctrico, y las consecuencias en el Sistema de Televisión por Cable. Se explican los métodos de solución al problema de las Interferencias, de los cuales se consideran el método del Blindaje o Apantallamiento, que evita en gran parte la penetración de Interferencias al Sistema (específicamente al conductor central del cable coaxial que conduce la señal de Televisión).

2.1 INTRODUCCION AL PROBLEMA DE LAS INTERFERENCIAS.

2.1.1 INTRODUCCION.

Las interferencias electromagnéticas se pueden definir como señales de tipo electromagnético que perturban no intencionalmente el normal funcionamiento de un sistema eléctrico o electrónico, afectando a las magnitudes eléctricas o magnéticas (tensión, corriente o campo electromagnético) de sus circuitos, aunque no lleguen a apreciarse sus efectos externamente. Dos importantes excepciones a esta definición son la distorsión provocada por las alinealidades en un circuito y los ruidos de tipo térmico en los componentes.

Cuando las interferencias perturban el funcionamiento de cualquier equipo electrónico, incapacitándolo para realizar la misión para la que fue diseñado, con riesgo para la seguridad de instalaciones y personas en caso de fallos, plantea un grave problema, tanto técnico como comercial. Es un problema técnico porque, una vez completado el diseño del equipo, se hace muy difícil su protección contra las interferencias.

Es un problema comercial porque los costos se incrementan debido a las protecciones a añadir. También crea una mala imagen, tanto de producto como de empresa, por culpa de fallos y la consiguiente falta de fiabilidad.

El problema de las interferencias es un tema con el que se encuentran continuamente todos los ingenieros de diseño. A pesar de ello, es un tema tratado de forma superficial en la mayoría de las Escuelas Técnicas. Sólo se trata de forma teórica sobre los ruidos de tipo térmico en los componentes, el ruido de cuantificación, las interferencias en las telecomunicaciones, el ruido blanco, etc. En cambio no se da una visión práctica sobre la generación, acoplamiento y recepción de interferencias electromagnéticas en los equipos, tanto analógicos como digitales. El diseñador se encuentra con problemas de descargas electrostáticas y atmosféricas, acoplamientos inductivos, capacitivos, radiaciones, blindajes, problemas con las masas y los desacoplamientos, etc., sobre los cuales, usualmente no tiene una buena formación teórico práctica coherente. Esto se agrava cuando descubre que no existe mucha bibliografía, incluso en el extranjero, en comparación con otras materias, además de estar muy dispersa.

Los efectos indeseables que se pueden atribuir a las interferencias pueden tomar diversas formas, tales como: zumbidos en la recepción de programas de radio, que pueden ser tan intensos hasta el grado de anular totalmente la recepción;

aparición de nieve² en la imagen de televisión, a consecuencia del funcionamiento de una licuadora o lavadora, funcionamiento incorrecto de una computadora, pérdida de datos en sistemas de comunicaciones, etc.

En el presente trabajo se empleará el término interferencia electromagnética para cubrir todo el espectro de fenómenos relacionados. Además, se utilizará la abreviación correspondiente a la traducción inglesa de interferencia electromagnética o sea EMI (Electromagnetic Interference); esto, con el objeto de facilitar al lector el uso de la convención más usada internacionalmente.

2.2 DEFINICIONES DE COMPATIBILIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD.

Los técnicos que internacionalmente se relacionan con las interferencias electromagnéticas las denominan con las siguientes siglas: EMI: ElectroMagnetic Interferences, EMC: ElectroMagnetic Compatibility, EMS: ElectroMagnetic Susceptibility, EMP: ElectroMagnetic Pulses, NEMP: Nuclear ElectroMagnetic Pulses, ESD: ElectroStatic Discharges, RFI: RadioFrequency Interferences.

La compatibilidad electromagnética (EMC) es la aptitud de un equipo para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin introducir perturbaciones intolerables en ese ambiente o en otros equipos y soportar las producidas por otros equipos.

La compatibilidad electromagnética está regulada en varios países por reglamentos de obligado cumplimiento, los cuales se remiten a las Normas técnicas. El estudio de la problemática general de generación, propagación, influencia sobre otros circuitos y medidas de corrección de interferencias electromagnéticas (EMI) se agrupa bajo el título genérico de compatibilidad electromagnética. La compatibilidad electromagnética depende del nivel de perturbación de las interferencias del generador y de la susceptibilidad del afectado (receptor).

El término susceptibilidad (EMS) y su opuesto inmunidad, se emplean para indicar la mayor o menor propensión de un dispositivo o sistema a ser afectado por las interferencias, es decir, el nivel de susceptibilidad de un sistema es la propiedad que tiene éste para funcionar correctamente en un ambiente de interferencia. Así pues, resulta prácticamente

² Nieve: Ruido en televisión en forma de finos puntos, cuya densidad es proporcional a la intensidad de la interferencia.

imposible hablar de susceptibilidad, inmunidad o medidas de protección en términos generales, sin referirse a sistemas o dispositivos en concreto, ya que cada uno de ellos tendrá un comportamiento distinto al de otros tipos de EMI.

La susceptibilidad de los equipos, sistemas e instalaciones se deriva en realidad de los tres bloques fundamentales que los integran:

- Componentes y dispositivos electrónicos.
- Placas de circuito impreso, cableado y alimentaciones.
- Medios mecánicos de soporte: racks, chasis o armarios.

En último extremo, los elementos propiamente susceptibles del equipo o instalación son, una vez más, los componentes electrónicos, mientras que el resto de componentes actúan como origen, medio de captación o de propagación de las perturbaciones, debiéndose diseñar el conjunto con criterios más o menos comunes en todos los casos que pueden resumirse en tres grandes grupos:

- Supresión de EMI en los equipos de potencia, y generadores de EMI, en general, en mayor o menor medida según cual sea su ubicación.

- Eliminación de las formas de propagación de las EMI mediante planos de masa, blindajes o pantallas, sistemas de puesta a tierra y otros medios de eliminar acoplamientos de campos próximos o lejanos.

- Precauciones de instalación del conjunto de equipos electrónicos y equipos de potencia, incluyendo filtros y eligiendo los métodos de aislamiento e interconexión más adecuados para mejorar la inmunidad a las EMI.

En el caso particular del estudio que se esta realizando, la compatibilidad electromagnética entre los sistemas de distribución de energía eléctrica y de TV por cable, se puede decir que es satisfactoria, ya que, no existen perturbaciones intolerables entre ambos, esto como consecuencia de las protecciones que lleva implícito el sistema de TV.

La susceptibilidad del sistema de distribución de TV por cable es casi nula, es decir, que trabaja aceptablemente en un ambiente rodeado de muchas interferencias pero en particular, la interferencia producida por el sistema de potencia; siendo el Aluminio del cable coaxial (que actúa como apantallamiento) y la separación entre conductores, los métodos de protección para dichas interferencias.

2.3 FUENTES, ACOPLAMIENTOS Y RECEPTORES DE EMI.

El estudio de los distintos tipos, orígenes, medios de propagación e influencias que las interferencias pueden ejercer sobre otros circuitos, distintos de los que las generan, abarca una serie de conceptos muy diversos. Para facilitar la comprensión de dichos conceptos, todo análisis de un problema de interferencias se divide en las siguientes partes:

- Origen, fuente o generador de las interferencias.
- Medios de propagación o caminos de acoplamiento de las interferencias.
- Receptores afectados por las interferencias.

Así, para que las interferencias sean un problema, debe existir un generador de perturbaciones, un circuito afectado por ellas o receptor que sea susceptible a las EMI y un camino de acoplamiento que las transmita al circuito afectado (como se muestra en la fig. 2.1). Los modos o medios de propagación son: por conducción y por impedancia común, medidas en unidades de tensión e intensidad; y por radiación electromagnética, magnética (acoplamiento inductivo) o eléctrica (acoplamiento capacitivo) medidas en unidades de campo.

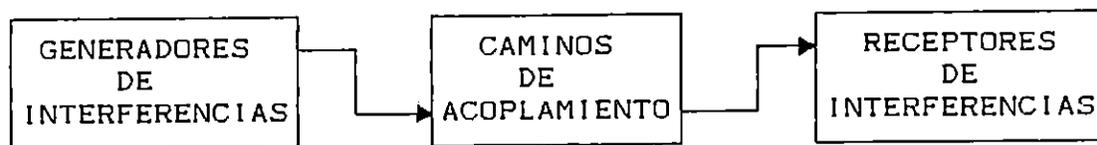


FIGURA 2.1 Las tres partes principales en todo fenómeno de interferencia electromagnética son: el generador de interferencias o perturbaciones, los caminos o canales de acoplamiento y los receptores afectados por las interferencias.

Siempre que uno se enfrenta a un problema de EMI, debe analizar cuál es la fuente de interferencia, cuál es el receptor y cuál es el camino de acoplamiento entre ellos. Hay tres modos de eliminar las EMI: eliminarlas en la fuente, insensibilizar el receptor o disminuir la energía transmitida a través del canal de acoplamiento, aunque también se pueden aplicar dos o tres de ellos.

Los problemas debidos a las interferencias pueden ocurrir entre sistemas independientes dentro un amplio espectro de frecuencias (50 Hz a GigaHz) tales como emisores de radio/TV, radares, aviones, barcos, líneas de distribución de energía eléctrica, etc. Para solucionar estos problemas, el control en la asignación de frecuencias reduce la posibilidad de que estos sistemas se interfieran. También son importantes el reparto del tiempo de emisión, la localización geográfica y la orientación de las antenas de los mismos.

Los acoplamientos inductivo y capacitivo son fenómenos de propagación debido a la cercanía entre el generador y el receptor de EMI. La diafonía es un fenómeno combinado de acoplamiento inductivo y capacitivo y, usualmente, aparece cuando los cables perturbadores y receptores se disponen muy juntos a lo largo de una longitud relativamente grande.

En general, son afectados por las EMI todos aquellos dispositivos, equipos o sistemas que sufren los efectos de las perturbaciones, viendo de alguna forma alterado su funcionamiento o sus características, o llegando incluso a su destrucción. Así pues, el campo de posibles circuitos afectados y efectos de tales perturbaciones es extensísimo y va desde el equipo de control que aleatoriamente se descontrola hasta el circuito integrado (CI) que recibe señales parásitas o descargas electrostáticas que pueden llegar a destruirlo.

En general, las Normas y Recomendaciones sobre interferencias suelen distinguir entre los distintos tipos de receptores afectados y distintas categorías o Clases de efectos. Las clases de receptores son:

- a) Dispositivos, entendiendo como tales los elementos o componentes más simples que intervienen en un sistema.
- b) Equipos, que son conjuntos funcionales destinados a desempeñar alguna función concreta.
- c) Sistemas, o conjuntos de equipos destinados a realizar tareas o procesos más complejos.

Y las clases de efectos son:

Clase 0: No se produce mal funcionamiento del equipo o dispositivo. La perturbación no influye.

Clase A: La perturbación produce efectos aceptables, pero no altera el funcionamiento del equipo o dispositivo.

Clase B: La perturbación altera temporalmente el funcionamiento del equipo o dispositivo, pero éste no sufre efectos irreversibles, pudiendo funcionar de nuevo sin intervención técnica.

Clase C: La perturbación altera el funcionamiento del equipo o dispositivo, haciendo necesaria la intervención técnica para volver a funcionar.

Clase D: La perturbación produce daños irreversibles en el equipo o dispositivo, quedando irrecuperable.

Pretender un estudio exhaustivo de todos los tipos de receptores afectados y efectos posibles de las EMI, resulta poco menos que imposible, por lo que incluso las Normas y ensayos han de referirse forzosamente a dispositivos, equipos o sistemas en concreto.

Otra posible clasificación es la mostrada en la figura 2.2. En ella se observa un diagrama general en el que se presentan los generadores y receptores de interferencias electromagnéticas con sus caminos de acoplamiento. Tanto en los generadores como en los receptores, destaca la división entre su vertiente natural o artificial. Por supuesto este diagrama no pretende ser exhaustivo, aunque es bastante completo.

Las fuentes naturales de EMI están asociadas a fenómenos naturales terrestres o extraterrestres. Las fuentes artificiales de EMI están asociadas con los sistemas construidos por el hombre.

Como se ha visto en el apartado anterior, para el análisis de un problema de EMI se deben considerar tres factores; que para el caso del análisis de los sistemas de potencia y de TV por cable, estos factores se definen a continuación:

2.3.1 ORIGEN o FUENTE: LINEAS DE SUMINISTRO ELECTRICO.

Las líneas de distribución de energía son fuentes de EMI que se radia o se conduce a lo largo de ellas. Las principales causas son: el chisporroteo que se produce en los aisladores, el contacto con los distintos herrajes y el efecto corona.

Las emisiones producidas por el chisporroteo son las más frecuentes, se presentan sobre todo en las líneas de distribución de energía de voltajes bajos, debido a que la



instalación de estas líneas frecuentemente no se hace según las prácticas de ingeniería recomendadas, a lo viejo de las instalaciones, o al polvo que se acumula en los aisladores.

En las líneas de voltaje superiores a 30kV, predominan las emisiones de EMI por efecto corona; sin embargo, el efecto corona depende de varios factores y se puede presentar a voltajes más bajos. Depende principalmente de las condiciones atmosféricas y del cuidado con que se hayan hecho las instalaciones. También cuando no se toman precauciones en los amarres de las líneas y se dejan puntas. En muchos casos, el efecto corona se manifiesta en forma irregular; por ejemplo, cuando el tiempo es húmedo o hay neblina, es más intenso.

2.3.2 EL ACOPLAMIENTO.

La principal trayectoria de acople lo constituye el acople de línea a cable coaxial. Por la acción de este acople conocido como diafonía, las emisiones de la línea fuente producen emisiones indeseables en el cable receptor. Estos acoples se hacen por medios capacitivos y/o inductivos, produciéndose emisiones no intencionales sobre el cable receptor cercano a la fuente de EMI, el cual transporta ya sea potencia pura o regulada.

El mecanismo de acople involucra capacitancias e inductancias mutuas entre la línea fuente y el cable receptor, en algunas ocasiones existe un plano de tierra como trayectoria de retorno del circuito.

Los acoples entre las líneas de suministro eléctrico y los cables coaxiales, involucran acople de campos eléctricos y magnéticos, lo cual es representado por el acople de capacitancias mutuas e inductancias mutuas, respectivamente.

2.3.3 EL RECEPTOR: CABLE COAXIAL.

En nuestro análisis, el receptor afectado por las emisiones de EMI de las líneas de suministro eléctrico, lo constituye el sistema de CATV, específicamente, de los dispositivos más simples que intervienen en el sistema (amplificadores, cable coaxial) es decir, de los componentes que se encuentran cerca de la fuente de emisión de EMI, y por lo tanto, están más expuestos a recibir dichas interferencias.

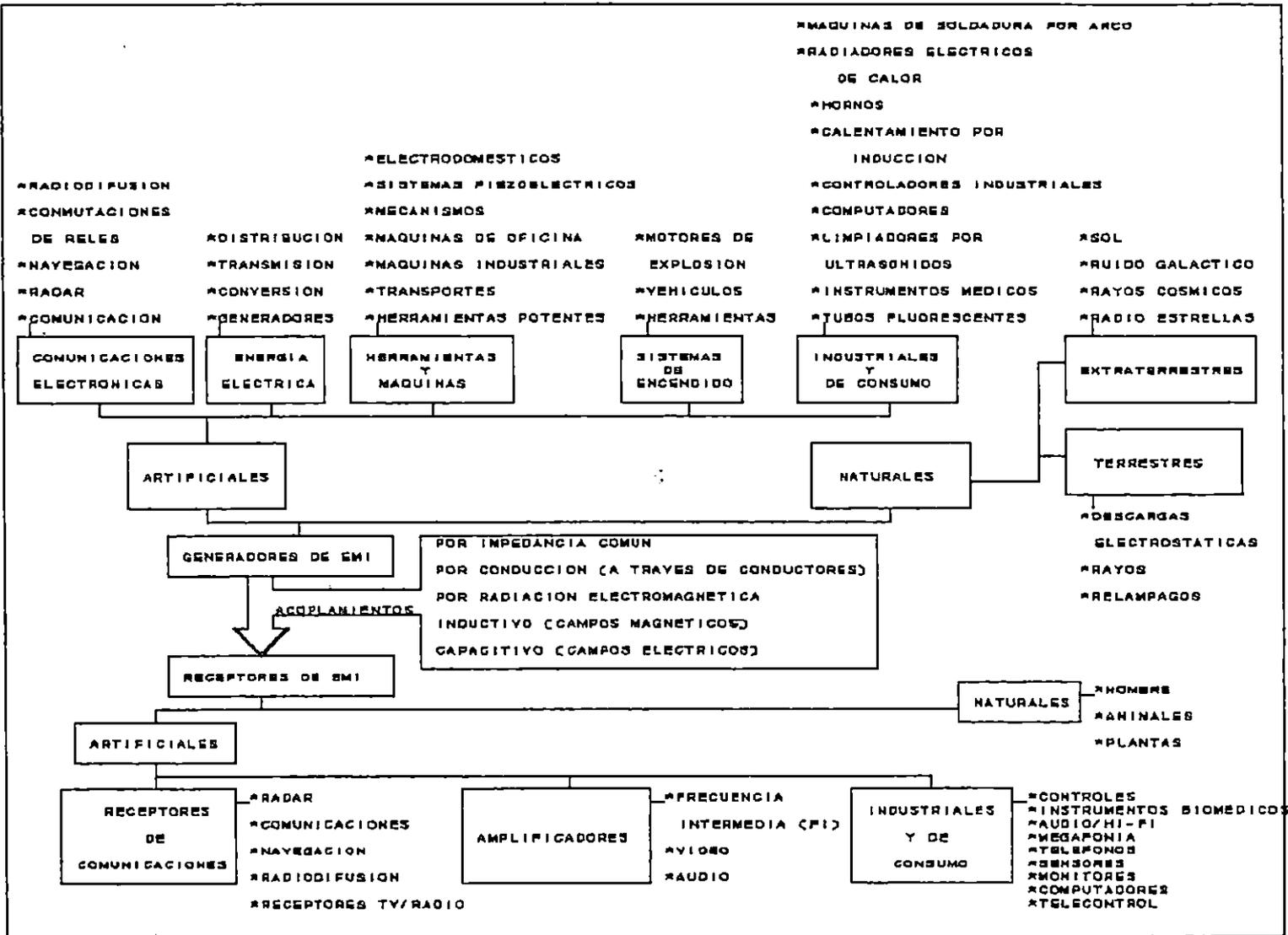


FIGURA 2.2 Diagrama general de los generadores y receptores de interferencias electromagnéticas con sus caminos de acoplamiento. Tanto en los generadores como en los receptores destaca la división entre su vertiente natural o artificial.

2.4 ACOPLAMIENTOS.

2.4.1 ACOPLAMIENTO POR CONDUCCION (IMPEDANCIA COMUN).

Este tipo de acoplamiento se produce siempre que dos circuitos tienen alguna impedancia en común.

El que las tensiones resultantes por estas razón puedan o no ser consideradas como interferencias depende de la susceptibilidad del circuito a ese tipo concreto de perturbación.

El acoplamiento se produce por impedancias resistivas, generalmente la resistencia de los conductores, o por una combinación de éstas y otras impedancias reactivas parásitas inducidas por efectos electrostáticos o magnéticos.

2.4.2 ACOPLAMIENTO CAPACITIVO O ELECTRICO.

Este tipo de acoplamiento se denomina también frecuentemente acoplamiento electrostático, y se produce a causa de la capacidad que existe entre los conductores de un sistema perturbado y la fuente de interferencias. En este caso, la severidad de la perturbación depende de la velocidad de cambio de las tensiones en la fuente de interferencias y de la impedancia que exista entre este elemento y el circuito bajo estudio.

En primer lugar, se sabe que cualquier sistema de conductores eléctricos cargados presenta un fenómeno de inducción electrostática mutua entre todos ellos. Esta inducción electrostática se origina en el hecho de que las variaciones de carga de un conductor cualquiera modifica la distribución del campo eléctrico en el sistema, lo cual a su vez, origina una modificación en las distribuciones de carga de los demás conductores.

Este efecto se puede cuantificar mediante unos coeficientes de capacidad que dependen de la geometría de la distribución.

Las capacidades, denominadas frecuentemente parásitas, son capacidades distribuidas, en contraposición a las capacidades concentradas representadas por los condensadores, dispositivos físicos contruidos especialmente para hacer uso de este fenómeno de inducción electrostática. Las capacidades parásitas son omnipresentes en cualquier sistema de conductores cargados, y fácilmente se comprende su efecto perjudicial en tanto que supone un acoplamiento de energía de unos conductores en otros.

2.4.3 ACOPLAMIENTO INDUCTIVO O MAGNETICO.

Este tipo de acoplamiento se produce debido a las inductancias mutuas que existén entre un circuito y la fuente de interferencias.

Esta inducción tiene su origen en el hecho de que las variaciones de corriente de un conductor cualquiera modifica las distribuciones de campo magnético, y, a su vez, estas variaciones de campo originan fuerzas electromotices inducidas en todos los demás circuitos. El efecto, que se cuantifica mediante unos coeficientes de inductancia mutua, depende de la velocidad de cambio de las corrientes, según la ley de Lenz:

$$V=-L(di/dt)$$

El acoplamiento magnético es la manifestación de la existencia de los campos magnéticos, y éstos existen siempre que hayan corrientes eléctricas. Por lo tanto, cualquier conductor de un equipo genera un campo magnético, y sus variaciones pueden incidir sobre cualquier circuito cercano que presente un área en la que se induce una fuerza electromotriz.

Pueden reducirse los caminos de acoplamiento, es decir, las inductancias mutuas entre circuitos próximos, disponiendo los cableados adecuadamente, separando los conductores de distintos circuitos, disponiendo los cruces a 90°, evitando las largas canalizaciones paralelas, etc.

Y, por último, es fundamental que los circuitos presenten la menor área posible a los campos magnéticos. Para ello, el conductor que transporta una señal y el de retorno deben estar muy próximos entre sí.

Cuando ello es posible, se reduce el área trenzando los cables o utilizando cables coaxiales.

En general, es importante vigilar los acoplamientos en las cercanías de transformadores, bobinas u otros aparatos contruidos para aprovechar las propiedades de los campos magnéticos (relés, máquinas eléctricas, etc.). En todos estos aparatos se generan campos importantes, y, en general, no quedan completamente confinados en el interior del aparato, sino que se extienden a zonas próximas bajo la forma de flujos de dispersión y pueden generar importantes perturbaciones en los circuitos allí situados.

2.5 METODOS GENERALES DE SOLUCION AL PROBLEMA DE LA EMI.

2.5.1 BLINDAJES O PANTALLAS.

2.5.1.1 INTRODUCCIÓN.

Como se ha visto anteriormente, con excepción de las interferencias conducidas, el resto de interferencias electromagnéticas (EMI) se deben al acoplamiento de campos eléctricos (acoplamiento capacitivo), campos magnéticos (acoplamiento inductivo) y campos electromagnéticos (acoplamiento por radiación electromagnética). Un método de protección frente a estos acoplamientos consiste en evitarlos utilizando blindajes o pantallas metálicas.

Un blindaje es una superficie metálica dispuesta entre dos regiones del espacio que se utiliza para atenuar la propagación de los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos. Un blindaje sirve tanto para no dejar salir el flujo de los campos de la zona encerrada por él (fig. 2.3a), como para evitar que en una zona protegida por el mismo entre campo alguno (fig. 2.3b). El ámbito de atenuación de los blindajes abarca un extenso espectro de frecuencias, ya que en el mercado existen materiales para apantallar desde 1 Hz a casi 1 THz (10^{12}). La forma en que se presentan los blindajes son: cajas, armarios, juntas eléctricas, compartimientos internos, pinturas conductoras, láminas metálicas, cables apantallados, diferentes tipos de depósitos conductores sobre plásticos, etc.

La efectividad total de un blindaje es igual a la suma de las pérdidas por absorción más las pérdidas por reflexión más un factor que contabiliza las múltiples reflexiones en los blindajes. Un blindaje electrostático contra campos eléctricos debe incluir todos los componentes a proteger, debe conectarse a un potencial constante que puede ser la masa del sistema y debe tener alta conductividad. Un blindaje magnético efectivo también debe encerrar totalmente a los componentes que se quiere proteger y debe tener alta permeabilidad. No existe el blindaje perfecto contra campos de alta frecuencia. Un blindaje compuesto por un material buen reflector y uno con alta permeabilidad da buenos resultados en bastantes casos con una considerable efectividad.

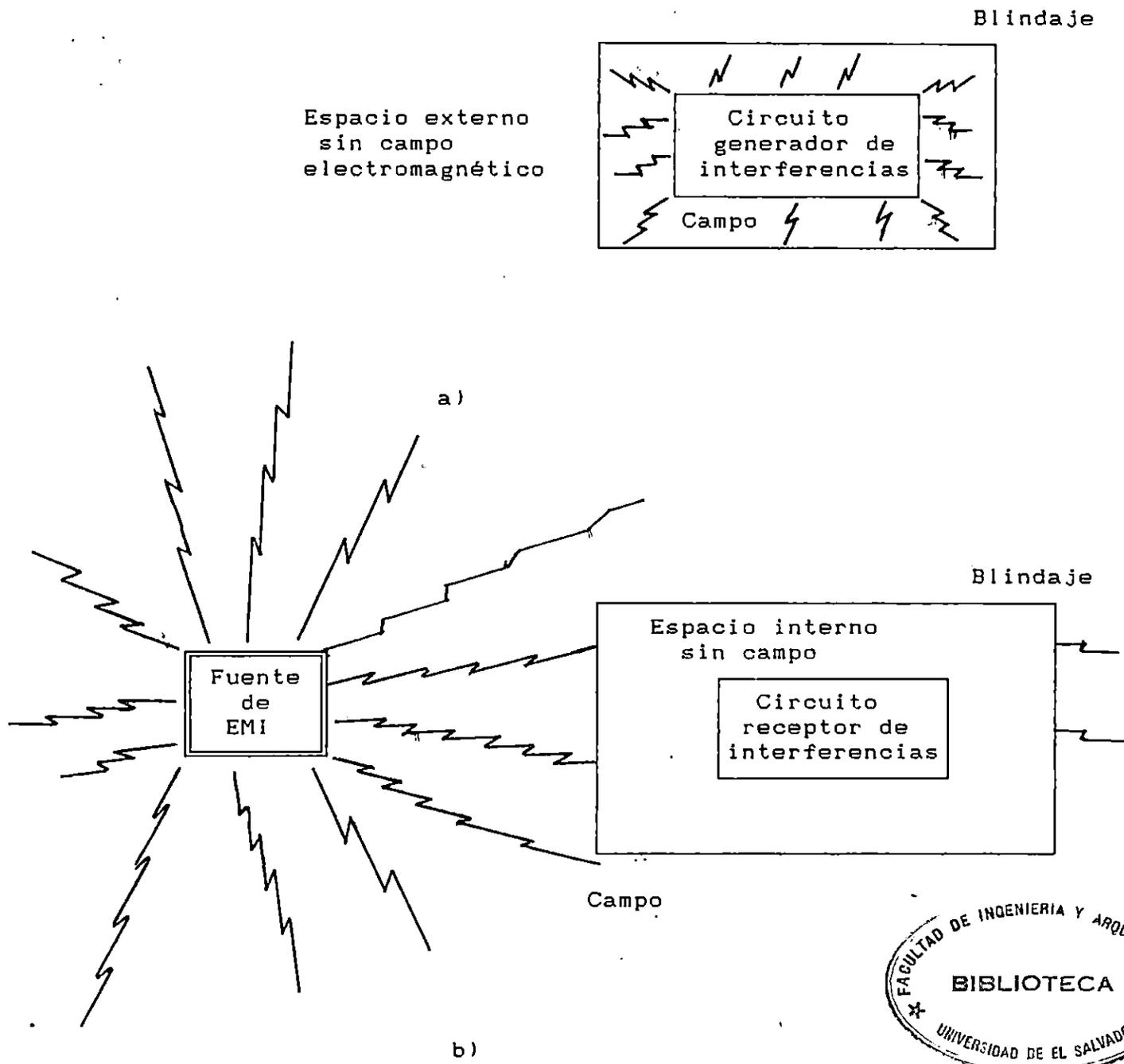


FIGURA 2.3 (a) Un blindaje evita que el campo generado en el circuito radie hacia el exterior. (b) Un blindaje también evita que las radiaciones externas interfieran en el circuito.

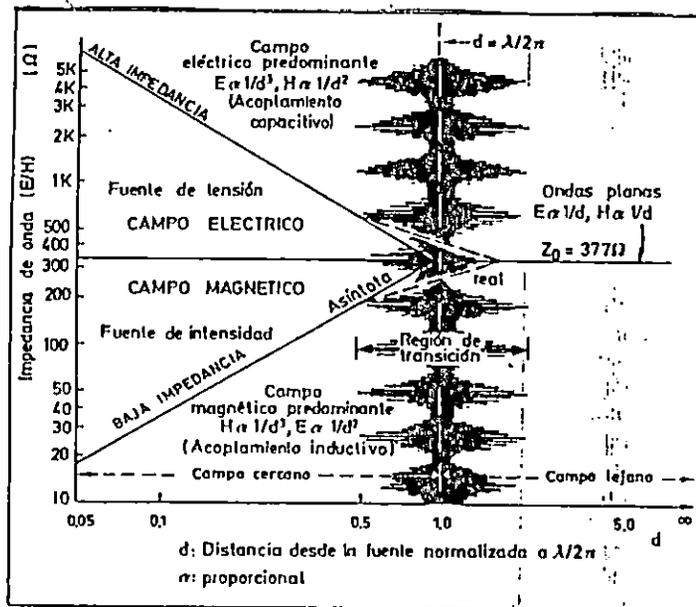


FIGURA 2.4 En un punto cercano a la fuente del campo, las propiedades de un campo están determinadas principalmente por las características de la fuente. Lejos de ésta, las propiedades están determinadas principalmente por el medio de propagación. Así, el espacio se puede dividir en dos regiones en función de la distancia entre la fuente del campo y el punto de observación cerca de la fuente está el llamado campo cercano. A una distancia mayor de $\lambda/2\pi$ se sitúa el campo lejano o radiación electromagnética.

Las características de un campo están determinadas por su generador, su frecuencia, el medio de propagación y por la distancia entre el generador y el punto donde está situado el receptor de la interferencia. En un punto cercano a la fuente del campo, las propiedades del mismo están determinadas principalmente por las características de la fuente. Lejos de ésta, las propiedades están determinadas principalmente por el medio de propagación. Por ello, se puede dividir el espacio en dos regiones en función de la distancia entre la fuente del campo y el punto de observación (figura 2.4). Cerca de la fuente esta el llamado campo cercano. A una distancia

mayor de la longitud de onda λ dividida por 2π ($\lambda/2\pi$) se sitúa el campo lejano o radiación electromagnética, siendo:

$$\lambda (m) = C/f = 2,997925 \times 10^8 (m/s) / f. (Hz)$$

Esta zona pertenece a las denominadas ondas planas (campo electromagnético). La región alrededor de $\lambda/2\pi$ es la región de transición.

El cociente entre la intensidad de campo eléctrico E y la intensidad de campo magnético H, (E/H), tiene unidades de impedancia y se conoce como impedancia de onda. En el campo lejano, E/H es igual a la impedancia característica del medio ($E/H = Z_0 = 377\Omega$ en el aire o en el vacío). En el campo cercano esta impedancia está determinada por las características de la fuente y la distancia de la fuente al punto desde donde se observan los efectos del campo. Si la fuente tiene una fuerte intensidad eléctrica y baja tensión ($E/H < 377$), el campo cercano es predominantemente magnético. Contrariamente, si la fuente tiene alta tensión y baja intensidad ($E/H > 377$), el campo cercano será principalmente eléctrico.

Un campo puede considerarse cercano hasta una distancia aproximada de $1/6$ de la longitud de onda del generador cometiendo sólo aproximadamente un 5% de error ($6 \approx 2\pi$). En el campo cercano se deben considerar los campos eléctrico y magnético por separado.

En la zona de campo cercano, si el campo eléctrico es más intenso que el magnético, la intensidad de campo eléctrico E se atenúa, conforme nos alejamos de la fuente, proporcionalmente a $(1/d^3)$ (d=distancia), mientras que la intensidad de campo magnético H se atenúa proporcionalmente a $(1/d^2)$ (figura 2.4).

Contrariamente, en esta misma zona, si la intensidad de campo magnético es mayor que la del campo eléctrico, se atenúa proporcionalmente a $(1/d^3)$, mientras que la intensidad de campo eléctrico se atenúa proporcionalmente a $(1/d^2)$. En el campo lejano, ambas intensidades de campo se atenúan proporcionalmente a $(1/d)$.

2.5.1.2 LA EFECTIVIDAD DE LOS BLINDAJES.

La efectividad de un blindaje puede especificarse en términos de atenuación en dB de la intensidad de campo. Así, la efectividad S está definida para campos eléctricos por:

$$S = 20 \log (E_0/E_1) \quad (\text{dB})$$

y para campos magnéticos como:

$$S = 20 \log (H_0/H_1) \quad (\text{dB})$$

En las ecuaciones precedentes, $E_0(H_0)$ es la intensidad de campo incidente y $E_1(H_1)$ la intensidad de campo que traspasa el blindaje. La efectividad de un blindaje puede variar con la frecuencia, la geometría del campo, la posición desde donde el campo es medido, con el tipo de campo que está siendo atenuado, la polarización y con la dirección de la incidencia.

Los resultados del cálculo de la efectividad sirven para comparar varios materiales en función de su atenuación.

Al incidir una onda electromagnética en una superficie metálica existen dos efectos. La onda es parcialmente reflejada por la superficie, y la parte transmitida (no reflejada) es atenuada al pasar a través del blindaje. Este último efecto provoca las llamadas pérdidas por absorción y son las mismas en los dos tipos de campo: lejano y cercano. Las pérdidas por reflexión dependen del tipo de campo y de la impedancia de onda y, por tanto, no son iguales en los campos cercano y lejano. La energía transmitida puede asimismo reflejarse en la superficie del blindaje contraria a la posición del emisor de campo y volverse a reflejar múltiples veces en las dos superficies.

La efectividad total de un blindaje es igual a la suma de las pérdidas por absorción (A), más las pérdidas por reflexión (R) más un factor (B) que contabiliza las múltiples reflexiones en los blindajes. Así, se puede escribir:

$$S = A + R + B \quad (\text{dB})$$

La tabla 2.1 muestra un escalado cualitativo de la eficiencia de los blindajes con varios márgenes de frecuencia, desde blindajes considerados muy inefectivos o ineficientes (0-10 dB) a los considerados muy efectivos (mayor de 90 dB), cuyo objetivo es difícil de conseguir.

El factor B debido a las múltiples reflexiones es despreciable si la absorción $A > 9$ dB desde un punto de vista práctico, B se puede despreciar en el caso de campos eléctricos y electromagnéticos y sólo se debe considerar en los campos magnéticos.

Material	Frecuencia (kHz)	Pérd. de absorción (todos los campos)	Pérdidas de reflexión		
			campos magnéticos	campos eléctricos	ondas planas
magnético $\mu_r=1000$ $\sigma_r=0.1$	<1	A-B	A	E	E
	1-10	C-D	A-B	E	E
	10-100	E	B	E	D
	>100	E	B-C	D	C-D
no magnético $\mu_r=\sigma_r=1$	<1	A	B	E	E
	1-10	A	C	E	E
	10-100	B	C	E	E
	>100	C-D	D	E	E

EFECTIVIDAD DE LOS BLINDAJES			
	Atenuación (dB)	Característica	
A	0-10 dB	muy inefectivo	(muy malo)
B	10-30 dB	inefectivo	(malo)
C	30-60 dB	medio	(normal)
D	60-90 dB	efectivo	(bueno)
E	>90 dB	muy efectivo	(excelente)

TABLA 2.1 Resumen de características de efectividad de los blindajes sólidos, sin tener en cuenta las posibles discontinuidades debidas a ranuras o juntas. Las pérdidas por absorción son para un blindaje de 0.8 mm de espesor. Las pérdidas por reflexión son comparadas por una fuente de campo magnético a 1 metro de distancia del blindaje.

2.5.1.3 PERDIDAS POR ABSORCION.

Cuando una onda electromagnética pasa a través de un blindaje, su amplitud decrece exponencialmente debido a las corrientes inducidas en el mismo. Estas provocan pérdidas por efecto Joule y por ello disipan calor en el material. La distancia requerida para que la onda sea atenuada (1/e) veces (36.7% de su valor inicial equivalente a 8.7 dB ≈ 9 dB) está definida como la «profundidad de penetración»:

$$\delta = \sqrt{2/w \cdot \mu \cdot \sigma} = 0.0066 / \sqrt{\mu_r \cdot \sigma_r \cdot f}$$

donde δ es la profundidad dada en centímetros (tabla 2.2), la pulsación $w=2\pi f$ está dada en radianes/segundo, la frecuencia f en MHz, μ es la permeabilidad del material, σ es la conductividad, μ_r es la permeabilidad del material relativa al cobre. Así, en el caso del cobre estas variables $\mu_r = \sigma_r = 1$.

Frecuencia	δ para cobre	δ para aluminio	δ para hierro
100Hz	6.60	8.46	0.66
1kHz	2.08	2.67	0.20
10kHz	0.66	0.84	0.08
100kHz	0.20	0.28	0.02
1MHz	0.08	0.08	0.008
10MHz	0.03	0.03	0.002
(δ en mm)			

TABLA 2.2 Profundidad de penetración δ de varios materiales en milímetros.

Las pérdidas por absorción constituyen el principal mecanismo de apantallado en el caso de campos magnéticos de baja frecuencia. La ecuación de las pérdidas de absorción es la siguiente:

$$A = 1314,3t \cdot \sqrt{\mu_r \cdot \sigma_r \cdot f}$$

donde la absorción A está dada en dB, el espesor t en cm y la frecuencia f en MHz. μ_r y σ_r son las definidas en la anterior ecuación. Doblando el espesor del blindaje se doblan las pérdidas por absorción.

La figura 2.5 muestra que las pérdidas por absorción son proporcionales al espesor t y tienen una proporción inversa a la profundidad de penetración δ . Esta regla es aplicable a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (ondas planas).

La ecuación para el cálculo del factor de corrección B debido a las multirreflexiones es la siguiente:

$$B=20\log(1-e^{-2t/\delta})$$

en la que t es el espesor y δ la profundidad de penetración, ambas variables dadas en las misma unidad.

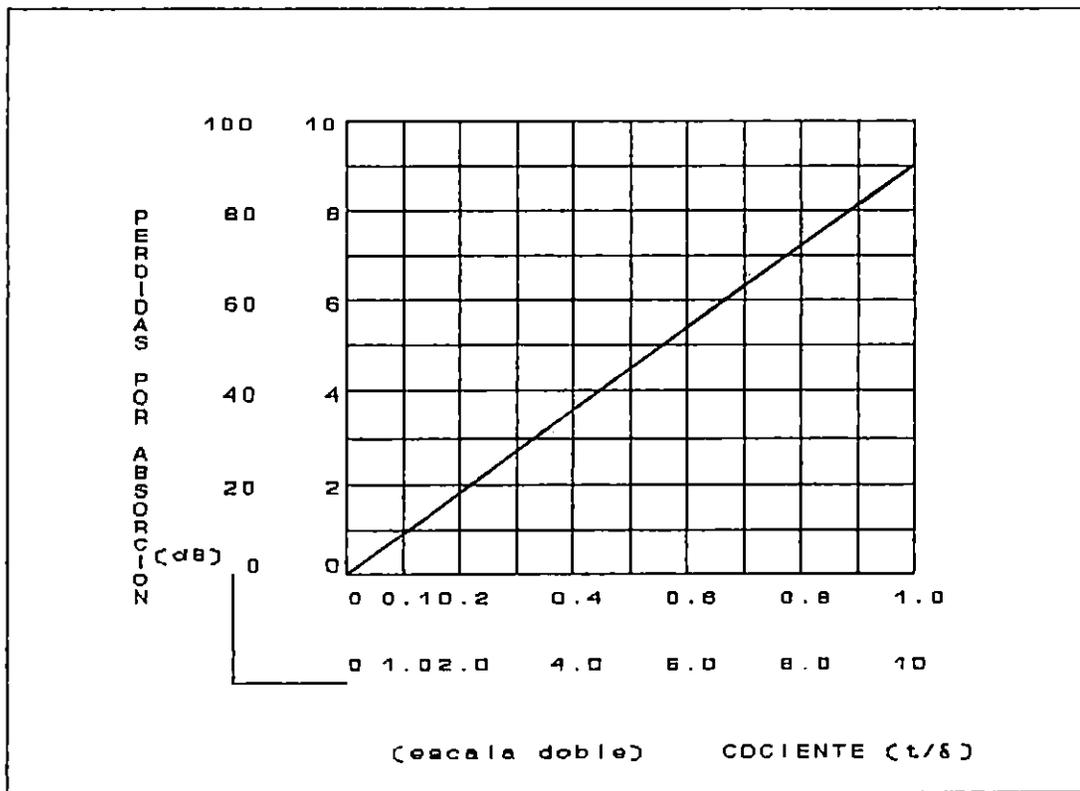


FIGURA 2.5 Las pérdidas por absorción son proporcionales al espesor t y tienen una proporción inversa a la profundidad de penetración δ del medio.

2.5.1.4 PERDIDAS POR REFLEXION:

El cálculo de las pérdidas por reflexión es más complicado que el de las pérdidas por absorción. Las pérdidas por reflexión en la frontera entre dos medios (aire y blindaje o entre dos metales distintos) están relacionadas con las impedancias características de cada uno de los medios. Según se puede ver en la figura 2.6, una onda incidente es parcialmente reflejada en la superficie de un blindaje. El resto es transmitida a través del blindaje. Las ecuaciones dadas en la figura pueden aplicarse también sustituyendo E por H y en ellas no se ha contemplado la reflexión en la segunda cara.

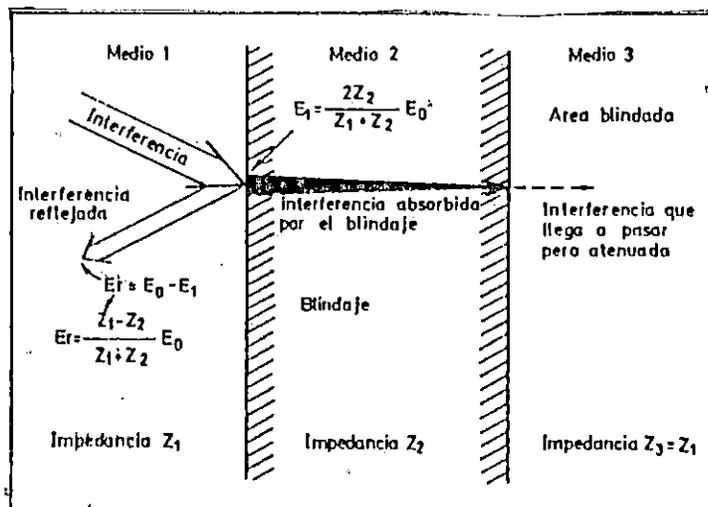


FIGURA 2.6 Una onda incidente es parcialmente reflejada en la superficie de un blindaje. El resto es transmitida a través del blindaje. Las ecuaciones dadas pueden aplicarse también sustituyendo E por H. Aquí no se ha contemplado la reflexión en la segunda cara para una mayor claridad.

Cuando una onda atraviesa un blindaje, encuentra dos medios de camino, y si éste es delgado en comparación con la profundidad de penetración δ , al tener pocas pérdidas por absorción, habrán múltiples reflexiones. Si el blindaje es metálico (medio 2 en la figura 2.6) y el área que lo rodea es aire (medio 1), entonces $Z_1 \gg Z_2$ y la mayor reflexión ocurre cuando la onda penetra en la pared exterior del blindaje en el

caso de campos eléctricos y cuando la onda deja la cara interna del blindaje en el caso de campos magnéticos.

La impedancia de cualquier material está dada por:

$$|Z|=E/H=3.68.10^{-7}.\sqrt{f}.\sqrt{\mu_r/\sigma_r}$$

donde f está dada en Hz y las demás variables han sido definidas anteriormente. Para el aire o el vacío, esta impedancia vale 377Ω .

En el caso de campos eléctricos, los blindajes delgados también son efectivos debido a la reflexión en la primera superficie. Sin embargo, en el caso de campos magnéticos, al tener la reflexión principal en la segunda superficie, se tienen múltiples reflexiones y por ello la efectividad del blindaje queda reducida. Las pérdidas por reflexión aumentan al disminuir la frecuencia y aumentar la conductividad del material.

En el caso de campos electromagnéticos (ondas planas), la impedancia antes de penetrar en el blindaje es igual a la impedancia característica del vacío Z_0 (377Ω), y cuanto menor es la impedancia del material del blindaje, mayores son las pérdidas por reflexión.

En el campo cercano, la impedancia E/H depende de la fuente del campo (antena) y no del medio de propagación, al contrario de lo que ocurre en el campo lejano. Un campo eléctrico con alta impedancia tiene mayor reflexión que una onda plana, siendo las pérdidas por reflexión el principal mecanismo de apantallado en el caso de campos eléctricos. Un campo magnético de baja impedancia tiene menor reflexión que una onda plana, debido a que las pérdidas por reflexión son función del cociente entre la impedancia de onda y la impedancia del blindaje.

En el campo cercano, las EMI pueden tener un 90% de intensidad de campo magnético H y un 10% de campo eléctrico E , en cuyo caso son irrelevantes las pérdidas por reflexión.

Las ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por reflexión para los tres casos anteriores, son las siguientes:

$$R=141.7-10 \log(\mu_r f^2 d^2/\sigma_r) \text{ dB}$$

para campos eléctricos

$$R=74.6-10 \log(\mu_r/fd^2\sigma_r) \text{ dB}$$

para campos magnéticos

$$R=108.1-10 \log(\mu_r f/\sigma_r) \text{ dB}$$

para campos electromagnéticos,

estando la distancia d en cm y la frecuencia f en MHz.

Con campos eléctricos, el principal mecanismo de apantallado a baja frecuencia es la reflexión, y a alta frecuencia, lo es la absorción. Con campos magnéticos, el principal mecanismo es la absorción. A bajas frecuencias es difícil apantallar eficientemente contra campos magnéticos porque su efectividad es baja.

2.5.2 LA EFECTIVIDAD DEL BLINDAJE EN EL CABLE COAXIAL.

Para prevenir la interferencia de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos provocados por los sistemas de TV por cable y distribución de energía eléctrica, una de las alternativas de solución, consiste en utilizar cable coaxial para transportar la señal de TV, y así, poder llevar los dos sistemas en la mismos postes.

El conductor exterior del cable coaxial, generalmente es de Aluminio, el cual actúa como blindaje o apantallamiento contra las EMI, provocadas por la señal que viaja en el conductor interior del cable, así como, las fuentes externas(líneas de potencia, comunicaciones, etc.).

A continuación, se explicará como las radiaciones de EMI provocadas por la señal de TV y de potencia, son contrarrestadas en el cable coaxial.

- Apantallamiento para prevenir radiación magnética generada por la señal de 60 Hz, en el interior del cable coaxial.

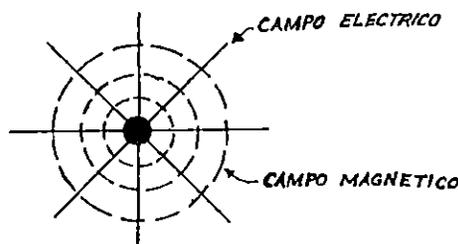


FIGURA 2.7 Campos eléctrico y magnético, alrededor de un conductor que lleva una corriente localizada en el espacio libre.

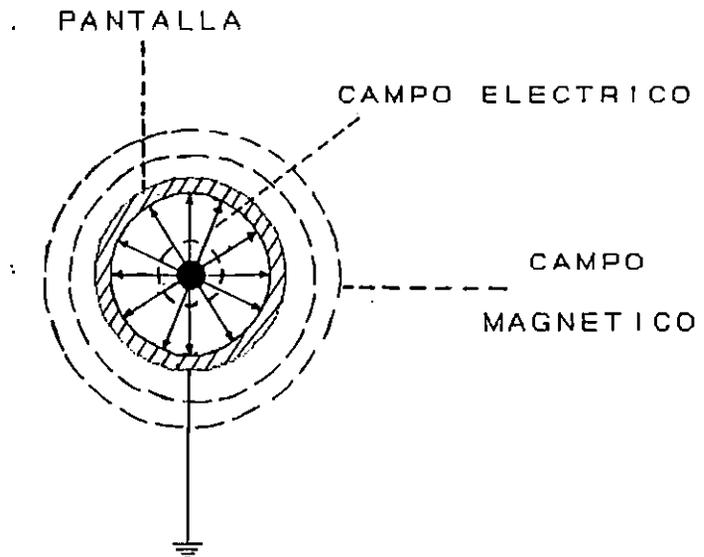


FIGURA 2.8 CAMPO ALREDEDOR DE CONDUCTOR BLINDADO; BLINDAJE ATERRIZADO EN UN PUNTO.

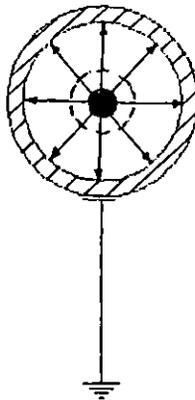


FIGURA 2.9 CAMPO ALREDEDOR DE CONDUCTOR BLINDADO Y PANTALLA ATERRIZADA.

Si se hace fluir por la pantalla una corriente igual y opuesta a la del conductor central, ésta corriente generará un campo magnético igual y opuesto que anulará el generado por el conductor central, afuera de la pantalla; como se muestra en la siguiente figura:

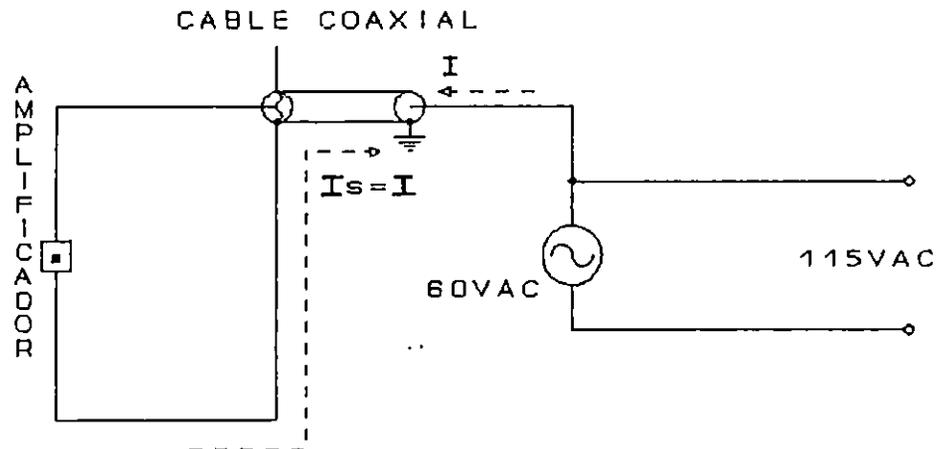


FIGURA 2.10 CABLE CON PANTALLA Y SIN ATERRIZAJE EN EL TERMINAL LEJANO, TODA LA CORRIENTE DE RETORNO FLUYENDO A TRAVES DE LA PANTALLA.

2.5.3 ANALISIS DEL CAMPO ELECTRICO, APLICANDO EL METODO DE LAS IMAGENES Y LA PUESTA A TIERRA.

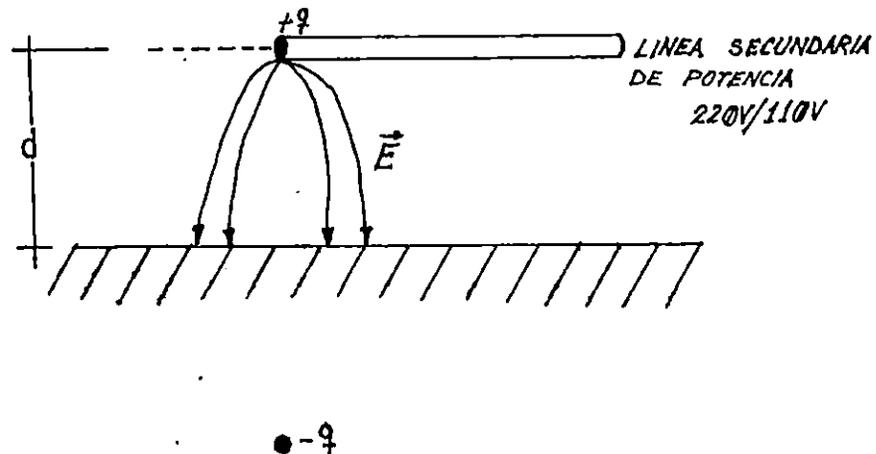


FIGURA 2.11 Método de las imágenes con puesta a tierra.

Si se tiene un conductor secundario con un voltaje de 220 V, éste voltaje producirá un campo eléctrico fluyendo radialmente hacia la tierra del sistema. La fuerza de atracción de las cargas positivas hacia las negativas viene dada por:

$$F = K \frac{q^2}{r^2}$$

Si esta fuerza se divide entre la carga q se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{F}{q} = K \frac{q^2}{qr^2} = K \frac{q}{r^2}$$

donde K : Es una constante que depende del medio de propagación del campo eléctrico.

Entonces, podemos deducir que: $E = \frac{1}{f(r^2)} = f(1/r^2)$

El campo eléctrico decae muy rápidamente con el inverso del cuadrado de la distancia.

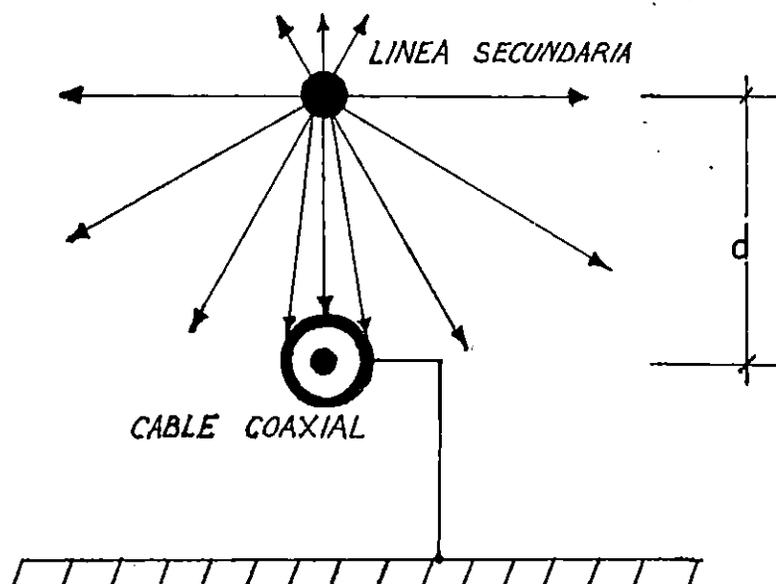


FIGURA 2.12 Análisis introduciendo el cable coaxial que transporta la señal de televisión.

- El cable coaxial se encuentra conectado a tierra, pero es conveniente hacer la aclaración, que esta tierra no es la misma que la del sistema de potencia.

Y partiendo del hecho, que el campo eléctrico siempre fluye de las cargas positivas hacia las negativas (en este caso tierra), entonces, el campo eléctrico que genera la línea de potencia llegará al blindaje del cable coaxial(que se encuentra aterrizado), protegiendo la señal de televisión de cualquier interferencia.

Como ya se mencionó, anteriormente, la efectividad total del blindaje es igual a la suma de las pérdidas por absorción (A), más las pérdidas por reflexión (R) y además de un factor (B), que es el que contabiliza las múltiples reflexiones.

$$S = A + R + B \text{ (dB)}$$

- Primeramente, se analiza la efectividad del blindaje a la frecuencia mínima y máxima a la que opera la señal de TV y posteriormente a la frecuencia de operación de las líneas de potencia que es de 60 Hz.

- Análisis de efectividad del blindaje para la señal de TV.

Las frecuencias de operación mínima y máxima son 40 MHz y 300 MHz respectivamente.

-Pérdidas por Absorción.

$$A=1314.3 \cdot t \sqrt{\mu_r \cdot \sigma_r \cdot f}$$

Nota: El material más utilizado como conductor externo en los cables coaxiales de transporte de señal de T.V es el Aluminio.

Para el aluminio μ_r : 1.00000065 \approx 1 y σ_r :0.658

El espesor del Aluminio más utilizado por los cables troncales y de distribución es: 0.2 mm

Sustituyendo los datos anteriores en la ecuación anterior tenemos:

Para $f=40$ MHz.

$$A=1314.3 \cdot t \cdot \sqrt{(1)(0.658)(40)}=66.08 \text{ dB}$$

-Cálculo de la profundidad de penetración.

$$\delta = \sqrt{2 / (\omega \cdot \mu \cdot \sigma)} = 0.0066 / \sqrt{\mu_r \cdot \sigma_r \cdot f}$$

Para $f=40$ MHz.

$$\delta = 0.0066 / \sqrt{(1)(0.658) \cdot (40)} = 0.0012 \text{ mm}$$

Para $f=300$ MHz.

$$\delta = 0.0066 / \sqrt{(1)(0.658)(300)} = 0.0004697 = 4.70 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

Material Aluminio.		
f (Mhz).	pérdidas por absorción en (dB).	profundidad de penetración en (dB).
40	66.08	0.0012
300	369.31	4.70×10^{-4}

TABLA 2.3 Resultados de las pérdidas de absorción y profundidad de penetración.

- PERDIDAS POR REFLEXION.

- Para campos eléctricos.

Para valores arbitrarios de distancia entre 0 y 1 mt, desde la línea de distribución de potencia hasta el blindaje que actúa en el cable coaxial.

Para $d=100\text{cm}$ y $f=40\text{MHz}$ se tiene:

$$R=141.7-10.\log(\mu_r.f^3.d^2/\sigma_r)$$

$$R=141.7-10\log((1)(40)^3(100)^2/0.658)=51.83\text{dB}$$

para $d=100\text{cm}$ y $f=300\text{MHz}$ se tiene:

$$R=141.7-10(11.61)=141.7-116.13=25.57\text{dB.}$$

para $d=40\text{cm}$ y $f=40\text{MHz}$ se tiene:

$$R=141.7-10(8.19)=141.7-81.92=59.78\text{dB}$$

para $d=40\text{cm}$ y $f=300\text{MHz}$ se tiene:

$$R=141.7-10(10.81)=141.7-108.1=33.6\text{dB.}$$

-Para campos magnéticos.

$$R=74.6-10\log(\mu_r/(f.d^2.\sigma_r)) [\text{dB}]$$

Para $d=100\text{cm}$ y $f=40\text{MHz}$.

$$R=74.6-10\log(1/(40(100)^2(0658)))=128.80\text{dB.}$$

Para $d=100\text{cm}$ y $f=300\text{MHz}$.

$$R=74.6-10(-6.29)=137.55\text{dB.}$$

Para $d=40\text{cm}$ y $f=40\text{MHz}$.

$$R=74.6-10(-4.62)=120.84\text{dB.}$$

Para $d=40\text{cm}$ y $f=300\text{MHz}$.

$$R=74.6-10(-5.5)=129.59\text{dB.}$$

-Para campos electromagnéticos (no depende de la distancia).

$$R=108.1-10\log(\mu_r \cdot f/\sigma_r)$$

Para $f=40\text{MHz}$

$$R=108.1-10\log[1(40)/0.6581]=108.1-17.83=90.27\text{ dB}$$

Para $f=300\text{MHz}$

$$R=108.1-10(2.658)=108.1-26.58=81.52\text{ dB}$$

LA EFECTIVIDAD.

Para campos lejanos $d > \lambda/2$ distancias mayores
de 0.5mt para $f=40\text{MHz}$
y 3.75mt para $f=300\text{MHz}$.

$$S = A + R + B \quad \triangleright \quad B: \text{Despreciable}$$

Para $f=40\text{MHz}$

$$S = 66.08 + 90.27 = 156.35\text{ dB}$$

Para $f=300\text{MHz}$

$$S = 369.31 + 81.52 = 450.83\text{ dB}$$

Para campo cercano $d < \lambda/2$

donde $\lambda = C/f$ donde C: velocidad de la luz (300Mmt/s)

El rango de frecuencias que es utilizado en el sistema de TV por cable esta entre 40MHz-300MHz.

$$\lambda = \frac{300\text{Mmt/seg}}{40\text{MHz}} = 7.5\text{mt}$$

$$d < \lambda/2 = 7.5/2 = 3.75\text{mt}$$

d varia de 40cm a 100cm

* campo eléctrico (efectividad del blindaje)

- Para $f=40\text{MHz}$

$$S = A + R + B \quad \triangleright \quad B: \text{Despreciable}$$

$$S = 66.08 + 59.78 = 125.86 \text{ dB, para } d=40\text{cm}$$

$$S = 66.08 + 51.83 = 117.91 \text{ dB, para } d=100\text{cm}$$

- Para $f=300\text{MHz}$

$$\lambda = \frac{300\text{Mmt/seg}}{300\text{MHz}} = 1\text{mt} \quad \triangleright \quad \lambda/2 = 0.5\text{mt}$$

$$S = A + R = 369.31 + 33.6 = 402.91 \text{ dB, para } d=40\text{cm}$$

* campo magnético

Para $f=40\text{MHz}$ se puede dar en cualquier valor menor de $\lambda/2=3.75\text{mt}$

Para $d=40\text{cm}$

$$S = A + R = 66.08 + 120.84 = 186.92 \text{ dB}$$

Para $d=100\text{cm}$

$$S = A + R = 66.08 + 128.80 = 194.88 \text{ dB}$$

Para $f=300\text{MHz}$ se puede dar en cualquier valor menor de $\lambda/2=0.5\text{mt}$

Para $d=40\text{cm}$

$$S = A + R = 66.08 + 129.59 = 195.67 \text{ dB}$$

Para el caso del Aluminio, que actúa como blindaje en el cable coaxial, podemos decir, que resulta muy efectivo y lo detallamos con la siguiente tabla.

Material Aluminio	Frecuencia MHz	Pérdidas por absorción (todos los campos)	Pérdidas por reflexión		
			Campos Magnético	Campo Eléctrico	Ondas planas
$\mu_r = 1$ $\sigma_r = 0.658$	40	D	E	D	E
	300	E	E	B	D
EFFECTIVIDAD DEL BLINDAJE B: 10-30 dB ▶ inefectivo (malo) D: 60-90 dB ▶ efectivo (bueno) E: > 90 dB ▶ muy efectivo (excelente)					

TABLA 2.4 La efectividad del Aluminio como blindaje.

Para una frecuencia de 60 Hz, la efectividad del blindaje se analiza de la siguiente manera:

$$A = 1314.3 (0.02) \sqrt{(1) \cdot (0.658) \cdot (0.000060)} = 0.165 \text{ dB}$$

$$\delta = \frac{0.0066}{\sqrt{(1) \cdot (0.658) \cdot (0.000060)}} = 1.05 \text{ cm} = 10.5 \text{ mm}$$

- CAMPOS ELECTRICOS

Para $d=100\text{cm}$:

$$R = 141.7 - 10 \log(\mu_r \cdot f^2 \cdot d^2 / \sigma_r) \text{ (dB)}$$

$$R = 141.7 - 10 \log[(1) \cdot (0.000060)^2 \cdot (100)^2 / (0.658)]$$

$$R = 141.7 + 84.83 = 226.53 \text{ dB}$$

Para $d=40\text{cm}$:

$$R = 234.49 \text{ dB}$$

- CAMPOS MAGNETICOS

Para $d=100\text{cm}$:

$$R = 74.6 - 10 \log(\mu_r / f \cdot d^2 \cdot \sigma_r) \quad (\text{dB})$$

$$R = 74.6 - 10 \log[1 / (0.000060) \cdot (100)^2 \cdot (0.658)]$$

$$R = 74.6 - 4.03 = 70.57 \text{ dB}$$

Para $d=40\text{cm}$:

$$R = 62.60 \text{ dB}$$

- CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

$$R = 108.1 - 10 \log(\mu_r \cdot f / \sigma_r) \quad (\text{dB})$$

$$R = 108.1 - 10 \log[(1) \cdot (0.000060) / (0.658)]$$

$$R = 148.50 \text{ dB}$$

- Para $d > \lambda/2$

$$\lambda = \frac{C}{f} \quad ; \quad \text{donde } C: \text{ velocidad de la luz (300 Mm/seg)} \\ f: \text{ frecuencia (Hz)}$$

$$\lambda = \frac{300}{0.000060} \quad \rightarrow \quad \lambda = 5 \times 10^6 \text{ mts}$$

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{5 \times 10^6}{2\pi} = 795774.7 \text{ mts}$$

- CAMPO ELECTRICO

$$S = A + R + B \quad ; \quad \text{donde } B \text{ es despreciable}$$

$$S = 0.165 + 226.53 = 226.7$$

- CAMPO MAGNETICO

$$S = A + R + B \quad ; \quad \text{donde } B = 20 \log(1 - e^{-2t/\delta})$$

$$B = 20 \log(1 - e^{-2(0.20/10.5)})$$

$$B = - 28.55 \text{ dB}$$

$$S = A + R + B$$

$$S = 0.165 + 70.57 - 28.55 = 42.185 \text{ dB}$$

Material	Frecuencia (Hz)	Pérdidas por Absorción	Pérdidas por Reflexión		
			Campo Magnético	Campo Eléctrico	Ondas Planas
Aluminio					
$\mu_r = 1$ $\sigma_r = 0.658$	60	Muy Malo	Efectivo	Excelente	Excelente

TABLA 2.5 Muestra la efectividad del blindaje para una frecuencia de 60 Hz.

NOTA: Aumentando el espesor del blindaje, se puede obtener una mayor efectividad para las pérdidas de absorción.

2.5.4 SEGUNDO METODO DE SOLUCION PARA EVITAR LOS CAMPOS MAGNETICOS EN EL CABLE QUE TRANSPORTA LA SENAL DE TELEVISION PROVOCADOS POR LAS LINEAS DE POTENCIA

Se analizará el campo magnético aplicando la Ley de Ampere y la ecuación de Maxwell en forma diferencial.

-Cálculo del campo magnético generado por las líneas secundarias de distribución de energía eléctrica.

Partiendo de la ecuación diferencial de Maxwell:

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

Donde

∇ : operador "Nabla"

H : Vector-de-campo-magnético [$\frac{\text{Amp}}{m}$]

J : Vector-de-densidad-de-corriente [$\frac{\text{Amp}}{m^2}$]

$\frac{\partial D}{\partial t}$: Densidad-de-corriente-de-desplazamiento

Esta ecuación relaciona el campo H a la densidad de corriente J en un punto.

$\frac{\partial D}{\partial t}$ es igual a cero.

Entonces la ecuación se convierte en

$$\nabla \times H = J$$

Integrando a ambos lados de la ecuación se tiene:

$$\int_{S_0} (\nabla \times H) \cdot n \cdot dS = \int_{S_0} J \cdot n \cdot dS$$

donde n es un vector normal a la superficie del conductor, como se muestra en la siguiente figura.

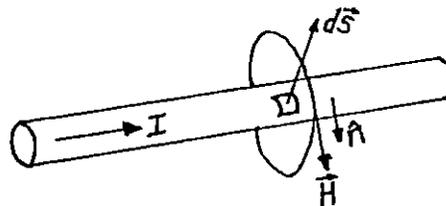


FIGURA 2.13 Muestra como una corriente que es transportada en un conductor, crea un campo magnético normal a la superficie de éste.

Para esta ecuación, se aplicará el teorema de Stokes, el cual establece que la integral de línea de una función vectorial alrededor de un contorno cerrado C, es igual a la integral de la componente normal del rotacional de esa función vectorial sobre una superficie cualquiera que tenga el contorno C como su borde limitante.

$$\int_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_{S_C} \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} \, dS = I$$

Esta expresión es la ecuación de Maxwell en forma integral y es una generalización de la Ley de Ampere, la cual se puede aplicar a la situación más general de una trayectoria dentro de un medio conductor. Entonces, suponiendo que el origen de las coordenadas de la figura 2.14 está situado dentro de un medio conductor de gran extensión. Sea la densidad de corriente J en el medio (Amperios por metro cuadrado) en la dirección positiva de y , como se muestra en la figura 2.10. De acuerdo con la Ley de Ampere, la integral de línea de H alrededor de la trayectoria rectangular que encierra el área A , es igual a la corriente encerrada. En este caso, la corriente I encerrada por la trayectoria esta dada por el integral de la componente normal de J sobre la superficie A , es decir:

$$\int_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \iint_A \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} \, dS = I$$

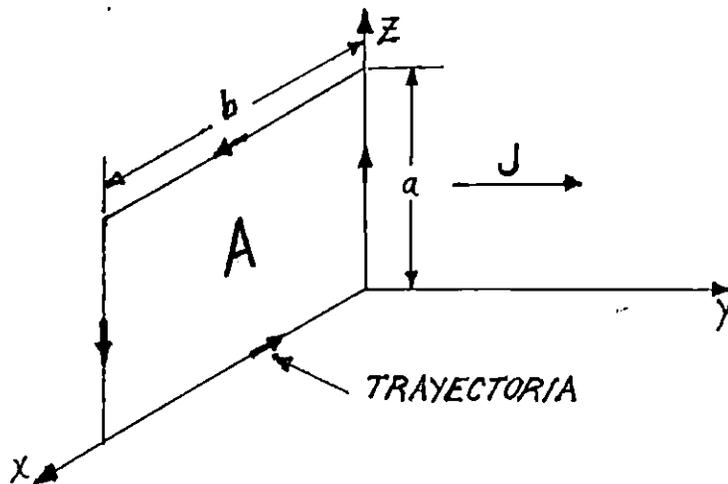


FIGURA 2.14 Trayectoria rectangular en un medio con densidad de corriente J .

Para un conductor rectangular, resolviendo el integral:

$$H.(A_{\text{rectangular}}) = I$$

$$H.(axb) = I$$

Para un conductor circular tenemos:

$$H.(2\pi r) = I$$

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

Donde el campo magnético es inversamente proporcional al radio ó distancia de propagación.

También sabemos que $B = \mu_0 H$ [Wb/m²]:[T]

Donde B: Vector de densidad de flujo magnético

μ_0 : Permeabilidad del aire

Entonces

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I_{\text{max}} \text{Sen} \omega t}{2\pi r}$$

$$B = \frac{\mu_0 I_{\text{max}} \text{Sen}(120\pi t)}{2\pi r}$$

Siendo esta última ecuación, la utilizada para el cálculo del campo magnético para las diferentes corrientes que transportan las líneas de distribución en nuestro país; además, en estos cálculos se incluyen, diferentes distancias de separación de las líneas al punto de propagación del campo magnético, esto se puede ver en la siguiente tabla y gráficos.

2.5.5 ANALISIS DEL CAMPO MAGNETICO PARA LAS DIFERENTES CORRIENTES QUE TRANSPORTAN LAS LINEAS SECUNDARIAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE POTENCIA Y DE LAS DISTANCIAS DE SEPARACION DE LA LINEA.

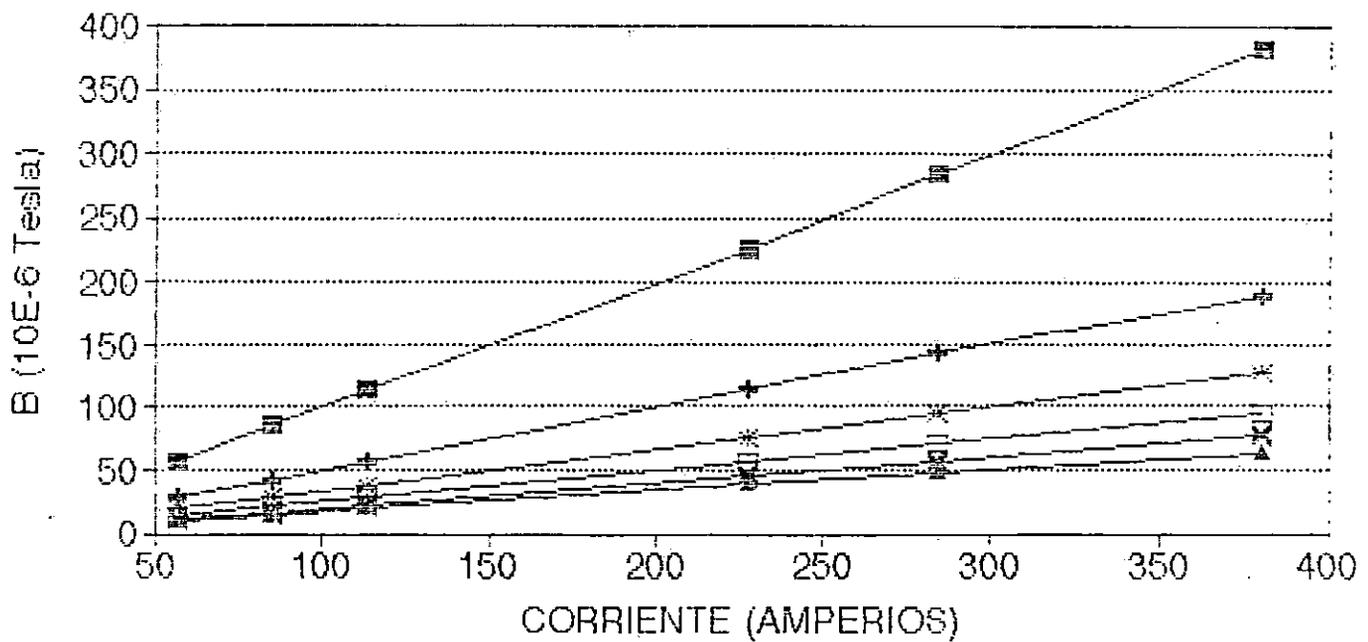
Para el cálculo se tomaron en cuenta la capacidad de los transformadores más utilizados en nuestro medio, es decir de 25, 37.5, 50, 75,100 y 125 KVA.

$$S = V \cdot I \text{ [KVA]}, \text{ entonces } I = \frac{S}{V} \text{ [Amp.]}$$

CORRIENTE (A)	D=0.2 mts	D=0.4 mts	D=0.6 mts	D=0.8 mts	D=1.0 mts	D=1.2 mts
56.8	56.8	28.4	18.9	14.2	11.4	9.5
85.2	85.2	42.6	28.4	21.3	17.0	14.2
113.6	113.6	56.8	37.9	28.4	22.7	18.9
227.3	227.3	113.6	75.7	56.8	45.4	38.0
284.1	284.1	142.1	94.7	71.0	56.8	47.3
380.7	380.7	190.3	126.9	95.2	76.1	63.4

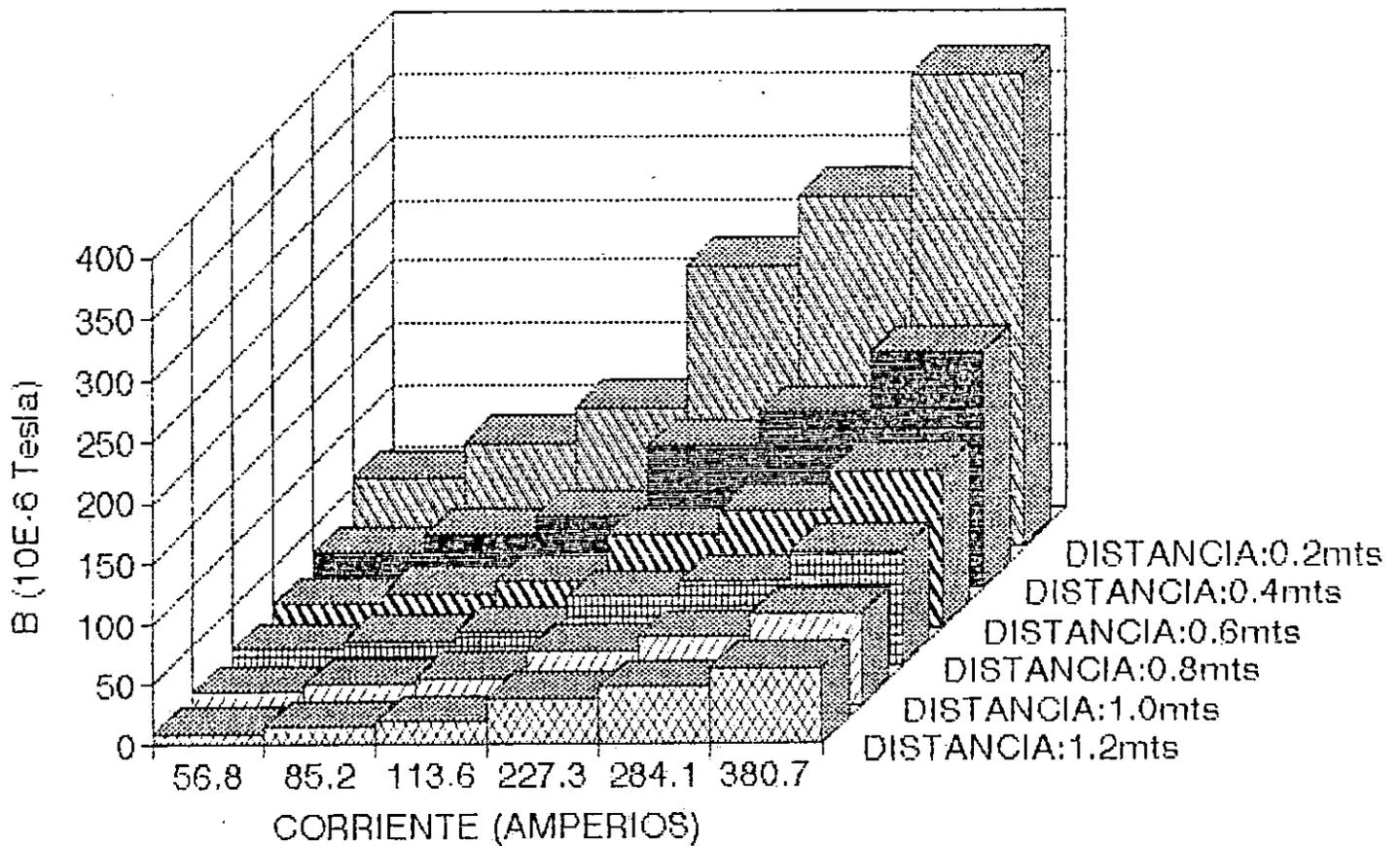
TABLA 2.6 Los datos internos representan los valores de la densidad de flujo magnético ($B \times 10^{-6}$ Tesla), en función de la corriente y la distancia de separación de la línea de suministro eléctrico.

VARIACION DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO(B) VRS. DISTANCIA

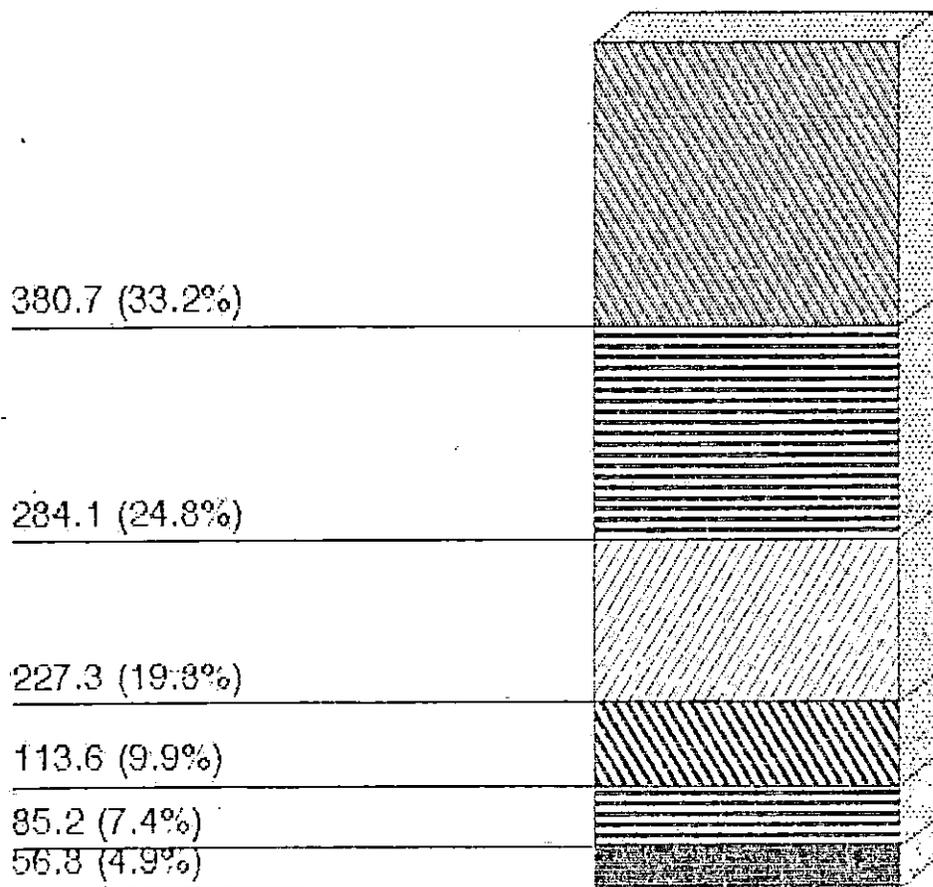


- DISTANCIA:0.2mts —+— DISTANCIA:0.4mts —x— DISTANCIA:0.6mts
- DISTANCIA:0.8mts —x— DISTANCIA:1.0mts —▲— DISTANCIA:1.2mts

VARIACION DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO(B) VRS. DISTANCIA



VARIACION DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO(B) VRS. DISTANCIA



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El cable coaxial aterrizado se encuentra protegido contra las EMI, ya que su blindaje no permite que los campos eléctricos penetren en el interior del cable, porque éstos se desvían a la tierra del sistema de CATV, además, la mayor parte del campo magnético se atenúa en el blindaje del cable coaxial (conductor externo de Aluminio), por ser éste un material Diamagnético con una susceptibilidad magnética de signo negativo, lo cual indica que no se magnetiza y actúa efectivamente contra campos magnéticos.

2.- Las señales del sistema de CATV viajan por el cable en forma de RF (55MHz a 300MHz), siendo sumamente altas frecuencias comparadas a la frecuencia del sistema de suministro eléctrico (60Hz). Este hecho, nos permite deducir que no habrá acople de señal inducida (interferencia) en el sistema de CATV por parte de la señal de energía eléctrica que viaja en el mismo cable, ya que para que exista acople de señal de un sistema a otro, las dos señales deben estar a una misma frecuencia o muy cercanas.

3.- De acuerdo con las normas internacionales sobre interferencias, suelen distinguirse distintas categorías o clases de efectos, entre las que tenemos: O, A, B, C y D (ver páginas 5 y 6). Con los resultados obtenidos de nuestro análisis de interferencia, podemos clasificar al sistema de CATV en la categoría O, ya que la interferencia no produce mal funcionamiento del sistema de CATV (dispositivos). La señal de perturbación no influye.

4.- Las corrientes elevadas que circulan por las líneas de suministro eléctrico, crean campos magnéticos muy fuertes que podrían pasar el blindaje del cable coaxial y llegar al conductor central (cobre), produciendo un calentamiento térmico y a la mismo tiempo modificándole la temperatura al cable, en consecuencia, provocar atenuación o pérdidas en la señal de CATV. Es por este motivo, que no se recomienda colocar muy cerca las líneas de suministro eléctrico y el cable coaxial del sistema de CATV para evitar dicho efecto.

5.- Observando el análisis gráfico, podemos darnos cuenta que el efecto de la densidad de flujo magnético producida por las corrientes promedio que circulan por las líneas de suministro eléctrico, se atenúa con la distancia. De esta conclusión y la anterior(4), nos permite recomendar distancias mínimas entre ambos sistemas:

Tensión en voltios	Distancia en mts
0 a 750	0.50
750 a 23K	1.72

NOTA: Estos libramientos deberán ser incrementados, cuando las líneas de Distribución de Energía Eléctrica no cumplan con las normas establecidas ó cuando la flecha de los conductores sean superior a la normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Josep Balcells, Francesc Daura, Rafael Esparza y Ramón Pallás. Interferencias Electromagnéticas en Sistemas Electrónicos. Serie Mundo Electrónico. Ediciones Alfa - Omega. 1992.
- 2.- Luis Ramón Portillo Trujillo y Mauricio Ernesto García Eguizabal. Análisis y Tratamiento de la Interferencia Electromagnética. Tesis para optar al grado de Ingeniero Electricista. Universidad de El Salvador. 1983.
- 3.- John D. Kraus. Electromagnetismo. Tercera Edición. McGRAW-HILL. 1986.

CAPITULO III

NORMALIZACION

INTRODUCCION

Con la llegada a nuestro país, del sistema de TV por cable utilizando las mismas estructuras del sistema de suministro eléctrico, se hace necesario establecer normas que regulen el funcionamiento compartido de ambos sistemas y evitar en la medida de lo posible conflictos de carácter técnico.

Es por esa razón, que este documento esta destinado a ayudar a establecer dichas normas, comenzando con la elaboración de los planos que se presentarán, los tipos de cables que deben utilizarse, con las condiciones mínimas que tienen que cumplir, protecciones, además se incluyen normas para la instalación del cable de TV y las distancias de separación entre ambos sistemas, así como el aterrizado y estructuras sugeridas para el sistema de CATV y finalmente se expone la simbología utilizada por ambos sistemas.

3.1 PLANIMETRIA.

EN EL DISEÑO.

3.1.1 La escala mínima de diseño deberá ser de 1/2000.

3.1.2 Toda planimetría deberá resumir ya sea por estructura o globalmente, el listado total de materiales a utilizarse dentro del proyecto con todas sus especificaciones, de acuerdo con las características de diseño que le correspondan.

3.1.3 El diseño del profesional deberá permitir la elaboración de la obra sin entrar en conflicto con la compañía distribuidora de energía, respetando las separaciones entre los sistemas.

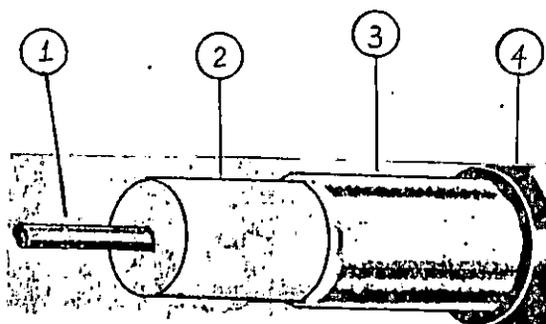
3.1.4 La planimetría deberá de poseer un cuadro con la simbología utilizada y detallar claramente el tipo de conductor, el voltaje en el punto de entrega de cada fuente de poder.

3.2 CABLES.

Los cables a ser utilizados por el sistema de distribución de CATV, tienen que ser del tipo coaxial. Este tipo de cable, como ya se dijo en el capítulo anterior, evitan en gran medida las interferencias, provocadas por las líneas del sistema de potencia.

Las características mínimas que deberá cumplir el cable, en cualquiera de las tres etapas de la distribución son:

- 1.- Conductor central de Cobre
- 2.- Espuma de Polietileno
- 3.- Blindaje[≅]
- 4.- Forro de Polietileno



[≅]El blindaje tendrá que ser de Aluminio, como mínimo.

Por otro lado, las dimensiones de los cables coaxiales utilizados en cada una de las etapas de la distribución son:

DIMENSIONES	TRUNK	SECUNDARIO
Diámetro del conductor de Cobre	0.137" ± 0.001" 3.48mm ± 0.03mm	0.111" ± 0.001" 2.82mm ± 0.03mm
Diámetro de Espuma de Polietileno	0.563" 14.34mm	0.450" 11.43mm
Espesor del Blindaje	0.031" 0.79mm	0.025" 0.64mm
Forro de Polietileno	0.050" 1.27mm	0.050" 1.27mm

El cable para la acometida (RG-6 de ϕ 0.272") que generalmente se utiliza, tiene un conductor central de cobre de diámetro 0.040" (1.02mm).

- MENSAJERO.

El cable coaxial tendrá que ir provisto (de fábrica) de un cable de acero forrado denominado mensajero, el cual servirá para evitar las curvaturas pronunciadas del cable coaxial, al momento de instalarlo.

Si el cable coaxial, no viene con mensajero, se le tendrá que instalar un cable de acero de diámetro 0.109" (2.77mm) sujetado con alambre de amarre.

3.3 PROTECCIONES.

3.3.1 Los elementos activos del sistema de CATV (Fuente de poder, Amplificador Trunk y Line extender), serán protegidos por varillas de polarización que se colocarán en los postes donde se encuentren ubicados estos elementos.

3.3.2 Las fuentes de poder instaladas en los postes y que alimentan al sistema de CATV, se les tendrá que colocar un dispositivo contra sobrecargas o cortocircuitos, siendo esta protección de una capacidad igual o mayor a la corriente que suministran.

3.3.3 Los Amplificadores Trunk, tienen una protección adicional a la mencionada anteriormente, ya que este elemento posee internamente protecciones en cada una de sus entradas y salidas, por lo que son utilizadas para darle mayor protección y confiabilidad al sistema.

3.3.4 El sistema de CATV tendrá un nivel de referencia con respecto a tierra, diferente al nivel de referencia del sistema de potencia.

3.3.5 El sistema de CATV debe poseer una misma impedancia característica en todo el sistema (cables, dispositivos, equipo de medición, etc.) como una protección para evitar reflexiones de señal, así como para aprovechar la máxima transferencia de energía de la señal.

3.4 INSTALACION DEL CABLE DE TV.

EN LOS POSTES.

3.4.1 La compañía interesada será la encargada de instalar sus cables y herrajes.

3.4.2 La empresa de CATV, utilizará sus propios herrajes para la instalación de sus cables y evitará en la medida de lo posible el uso de las abrazaderas y/o cruceros de la compañía distribuidora de energía eléctrica.

3.4.3 El cable se instalará por debajo de los conductores secundarios de distribución de energía eléctrica (110V y 220V).

NOTA: Cuando se encuentren postes que no lleven líneas secundarias, se tomará en cuenta lo estipulado en el apartado 3.4.5 a).

3.4.4 Para los vanos mayores de 50 mts entre los postes de la compañía distribuidora de energía eléctrica, la compañía de CATV podrá colocar un poste intermedio para elevar sus cables y así evitar flechas anormales.

NOTA: El poste deberá ser como mínimo del tipo tubular y con una altura de 6 mts.

3.4.5 SEPARACIONES.

a) El cable estará a una altura mínima de 4.5 mts, desde la acera hasta el punto donde se instalará en el poste.

b) Cuando sea posible, el cable tendrá una distancia de separación vertical en el poste, de no menos de 0.50 mts del conductor secundario de potencia más próximo.

EXCEPCION 1: En el caso de no poder cumplir con dicha distancia verticalmente, entonces se hará horizontalmente.

EXCEPCION 2: Para el caso que el cable pase cerca de transformadores y lámparas, se deberá aumentar la distancia de separación.

NOTA: En la medida de lo posible no se recomienda la instalación del cable de TV por encima de las líneas secundarias de potencia.

c) Si la compañía distribuidora de energía eléctrica, permitiera a las compañías de CATV instalar dos o más cables por poste, el nuevo cable será instalado entre 0.30 mts como máximo y 0.15 mts como mínimo de separación del otro cable.

d) La acometida de CATV Vrs. la acometida de potencia, la distancia de separación entre ambos, en los puntos de entrega de los servicios, será de 0.305 mts como mínimo.

NOTA: La altura de la acometita al nivel de la calle deberá ser como mínimo de 5.5 mts.

e) La altura del terminal de servicio de CATV en las casas debe ser como mínimo 3 metros.

f) El cable deberá tener una separación vertical de no menos que 1.5 mts de todos los puntos por encima de los techos por los cuales pase.

g) Cuando las empresas de CATV encuentren instalado cable piloto perteneciente a la compañía distribuidora de energía eléctrica, deberán instalar sus cables por debajo de éste, a una distancia de separación de 0.30 mts.

EXCEPCION: Esta distancia puede ser disminuida a 0.15 mts para el caso de que el cable piloto se encuentre fuera de las normas establecidas.

h) Todos los elementos utilizados en el sistema de CATV, tales como Amplificadores, Taps, Line Extenders, etc, deberán instalarse a una distancia horizontal mínima de 0.50 metros con respecto al poste que los sostiene.

i) La fuente de poder se instalará por debajo del cable de CATV en el poste a una distancia de separación vertical no mayor de 0.75 metros.

NOTA: Para la colocación de este dispositivo, en la medida de lo posible se tendrá que ubicar en postes altos.

3.5 ATERRIZADO.

3.5.1 Aislamiento. El conductor aterrizado estará forrado de goma o de otro tipo adecuado de aislamiento.

3.5.2 Material. El conductor para el aterrizado será de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, ya sea trenzado o sólido.

3.5.3 Tamaño. El conductor para aterrizado no será más pequeño que el N^o 8; y tendrá una capacidad portadora de corriente aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial.

3.5.4 Recorrido en línea recta. El conductor para aterrizado debe recorrer hacia el electrodo de aterrizaje en línea recta tanto como sea posible.

3.5.5 Protección Física. Donde sea necesario, el conductor para aterrizado será protegido del daño físico.

3.5.6 Profundidad. La varilla para tierra deberá instalarse a una distancia de 0.60 metros del poste y el extremo superior debe quedar a una profundidad de 0.30 metros del nivel del terreno.

3.5.7 Impedancia. Las varillas de polarización utilizadas por el sistema de CATV deberán poseer el mismo valor de impedancia en todos los puntos donde sean colocadas, es decir, de un valor que oscile de 5 a 10 ohmios, esto con el objetivo de mantener un mismo nivel de referencia y evitar desbalances de voltaje.

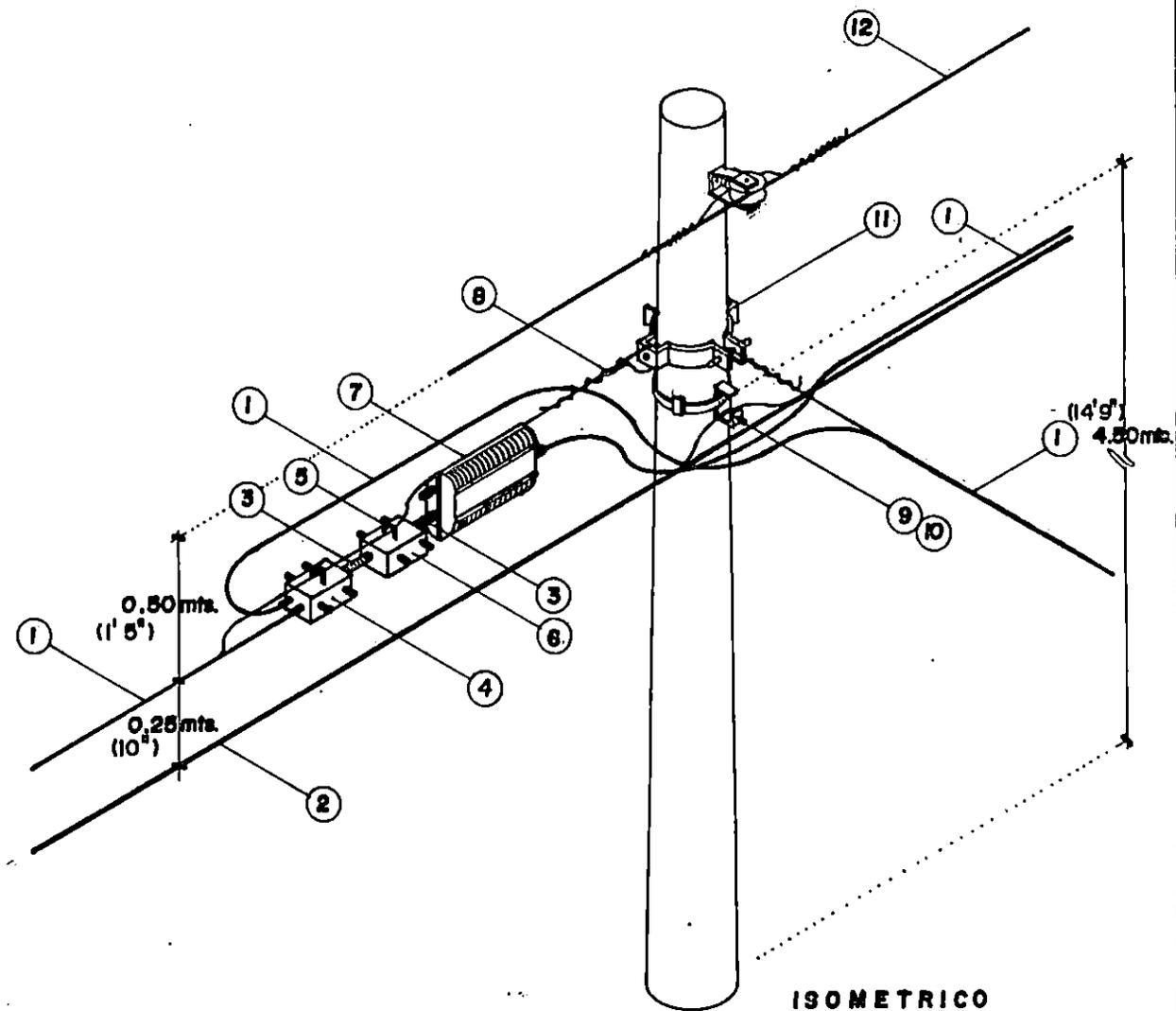
3.6 ESTRUCTURAS SUGERIDAS

PARA EL USO CONJUNTO

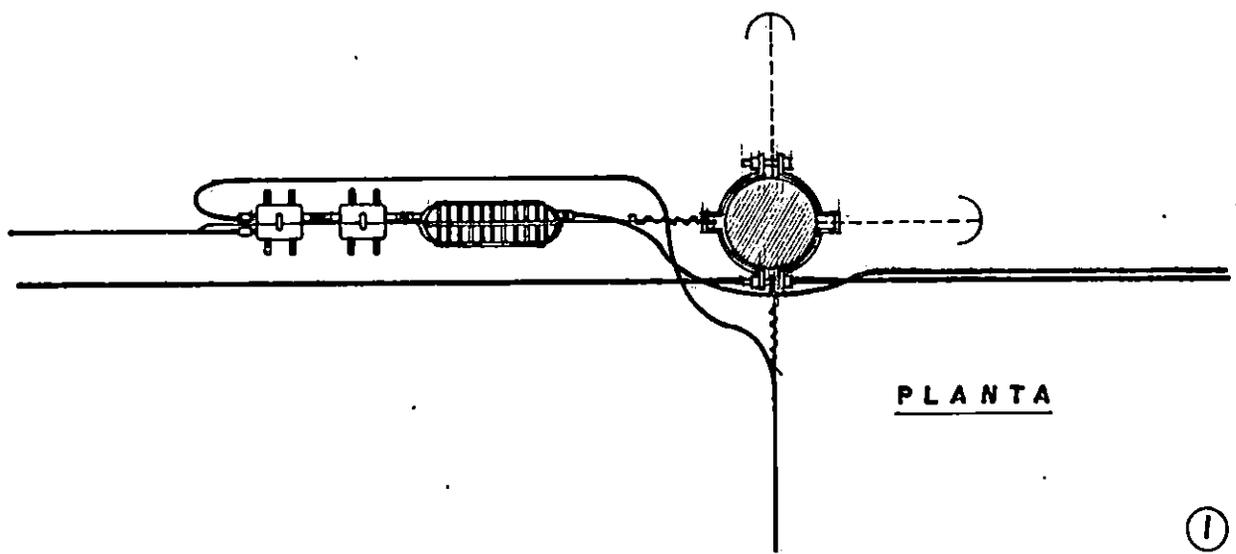
DE LOS SISTEMAS DE

CATV Y DE POTENCIA





ISOMETRICO



PLANTA

**TANGENTE Y DERIVACION SECUNDARIA
CON DOBLE TAPS PARA ACOMETIDAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

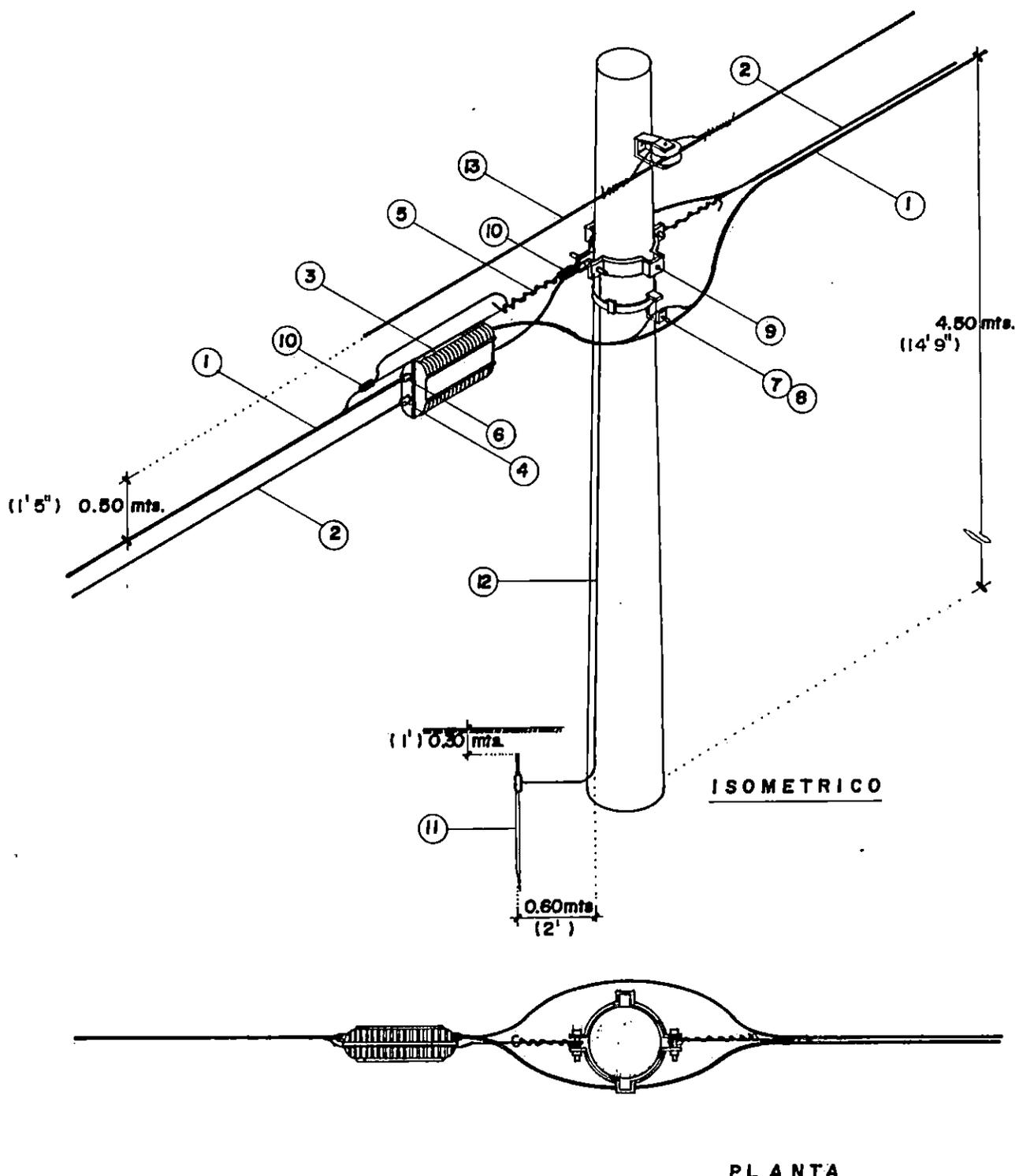
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ

DIBUJO: MARTINEZ V.

FECHA: SEPTIEMBRE / 94

ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Cable Trunk de ϕ (0.750")
3	Conector Housing to Housing (KS/KS)
4	Acoplador Direccional para Acometidas
5	Soporte para cable mensajero
6	Tap de 20 con salida para 4 puertos
7	Line Extender (60V y 0.8 Amp.)
8	Cable mensajero de Acero (0.109")
9	Estructura J de sostén
10	Cinta Band-it de 6 - 6 5/8"
11	Abrazadera 6" - 6 5/8"
12	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



2

**DOBLE PROLONGACION DE CABLE
TRUNK CON AMPLIFICADOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

DISEÑO : LINARES/MELENDEZ

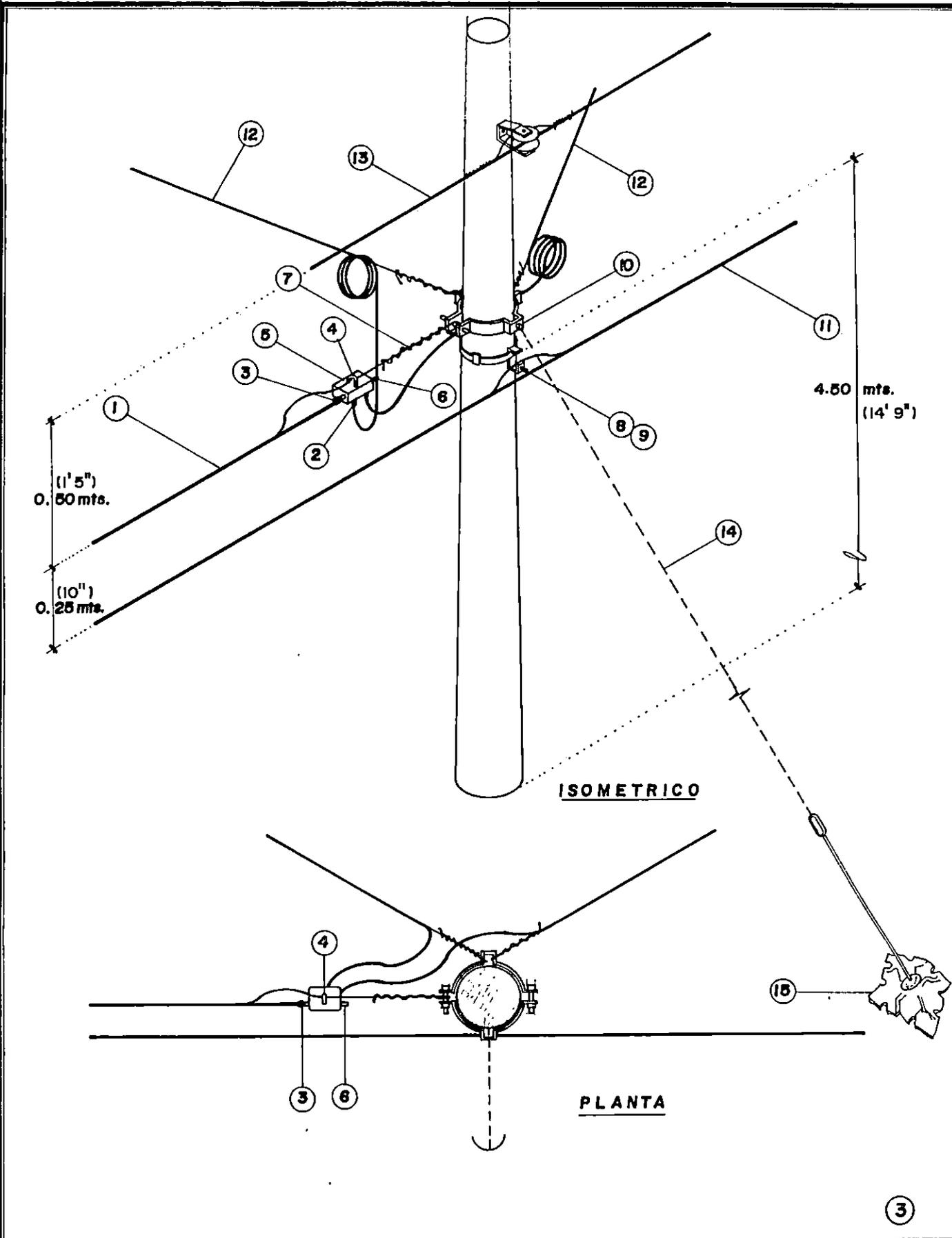
DIBUJO : MARTINEZ V.

FECHA : SEPTIEMBRE /94

ESCALA : SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES

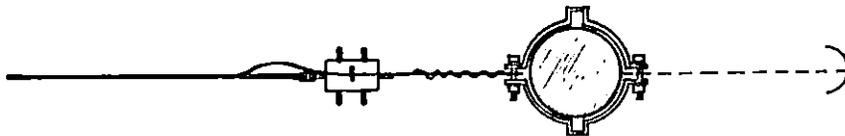
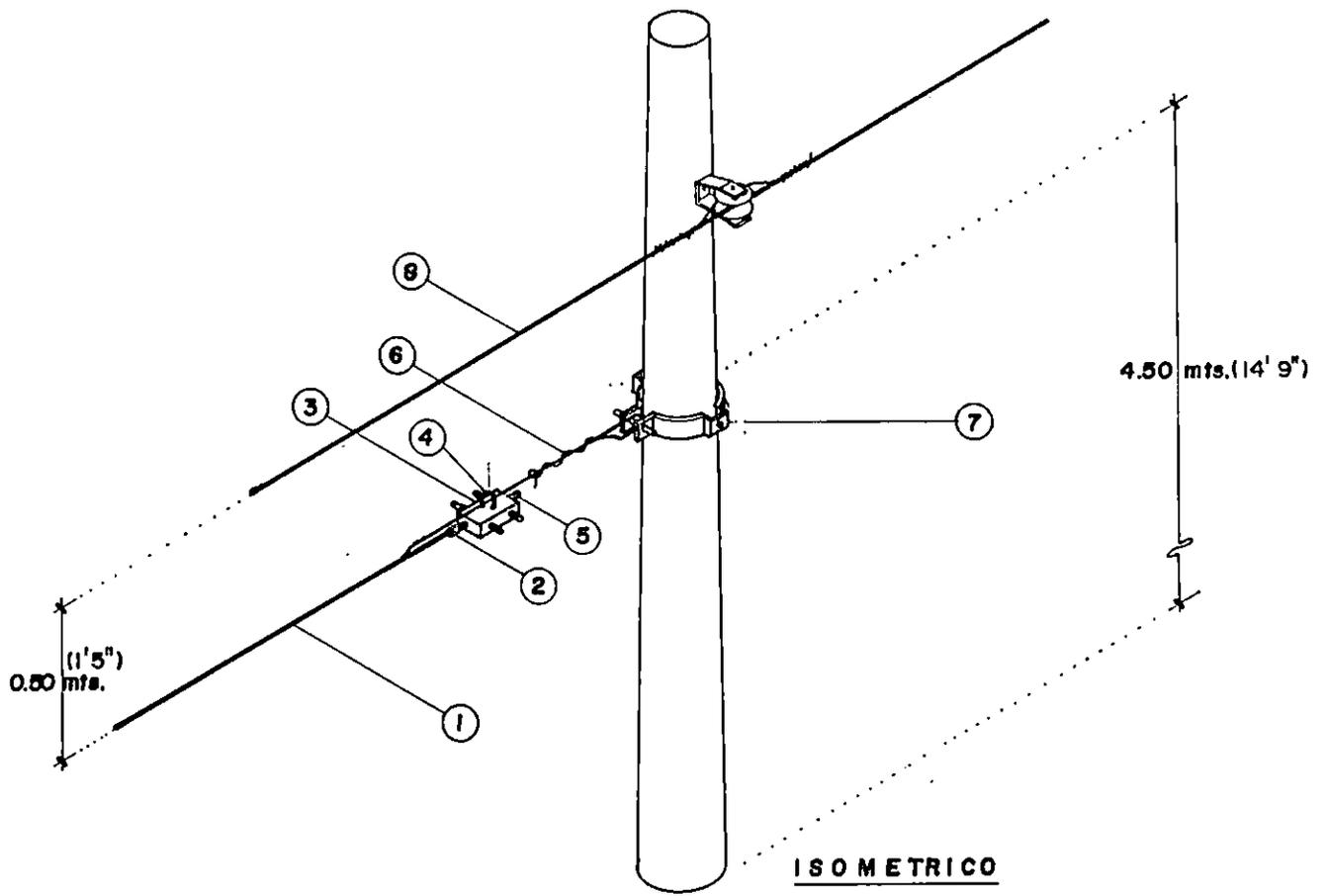
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable Trunk de ϕ (0.750")
2	Cable de distribución de ϕ (0.500")
3	Amplificador Trunk y Bridger (Marca Jerold 60V y 1.6 Amp)
4	Conector PI-500 para cable de ϕ (0.500")
5	Cable mensajero de Acero (0.109")
6	Conector PI-750 para cable de ϕ (0.750")
7	Estructura J de sostén
8	Cinta Band-it de 6" - 6 5/8"
9	Abrazadera 6" -6 5/8"
10	Cepos para cable mensajero de ϕ (0.109")
11	Barra Copperweld de 1.5 mts
12	Alambre AWG # 10
13	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



**DERIVACION ANGULAR DE ACOMETIDAS
Y TANGENTE SECUNDARIA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE ING. Y ARQ. ESCUELA DE ING. ELECTRICA	
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ	DIBUJO: MARTINEZ V.
FECHA: SEPTIEMBRE / 84	ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Port (puerto) ó terminal para Acometida
3	Conector PI-500 para cable de ϕ (0.500")
4	Soporte para mensajero
5	Tap de 17 con salida para 4 puertos
6	Terminador de 75 Ω para cable de Distribución
7	Cable mensajero de Acero de ϕ (0.109")
8	Cinta Band-it 6" - 6 5/8"
9	Estructura J de sostén
10	Abrazadera 6" - 6 5/8"
11	Cable Trunk de ϕ (0.750")
12	Cable de Acometida RG-6 de ϕ (0.272")
13	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



PLANTA

4

REMATE SECUNDARIO CON
DERIVACION PARA ACOMETIDAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

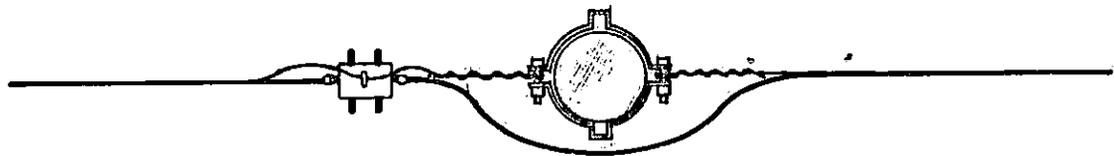
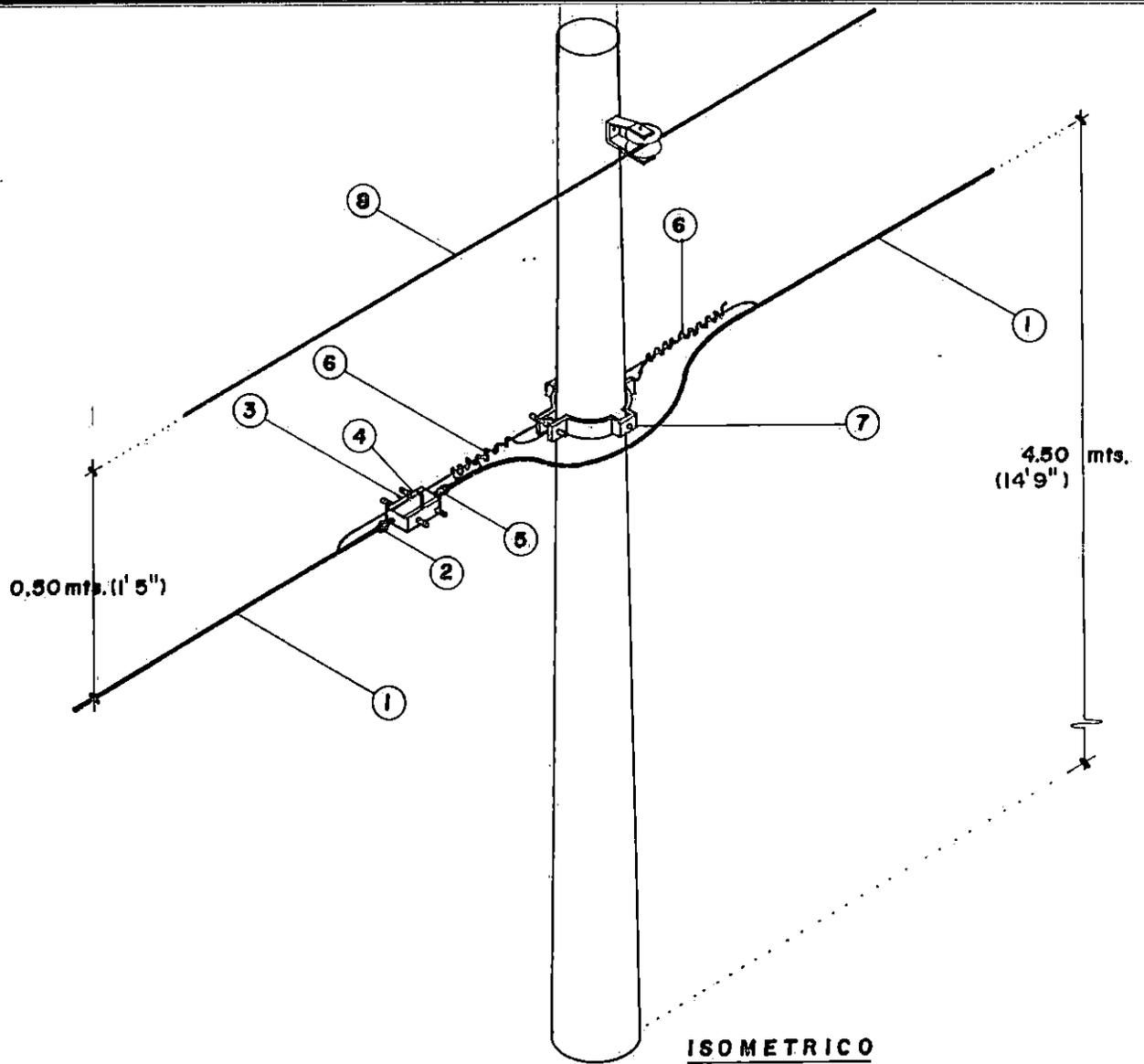
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ

DIBUJO: MARTINEZ V.

FECHA: SEPTIEMBRE / 94

ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Conector PI-500 para cable de ϕ (0.500")
3	Tap de 23 con salida para 4 puertos
4	Soporte para mensajero
5	Terminador de 75 Ω para cable de Distribución
6	Cable mensajero de Acero de ϕ (0.109")
7	Abrazadera 6" - 6 5/8"
8	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



5

**PROLONGACION DE CABLE SECUNDARIO
CON DERIVACION PARA ACOMETIDAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

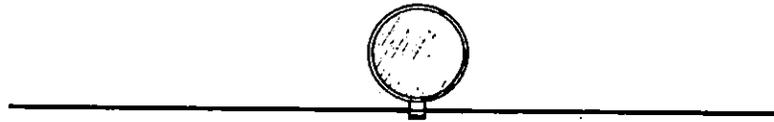
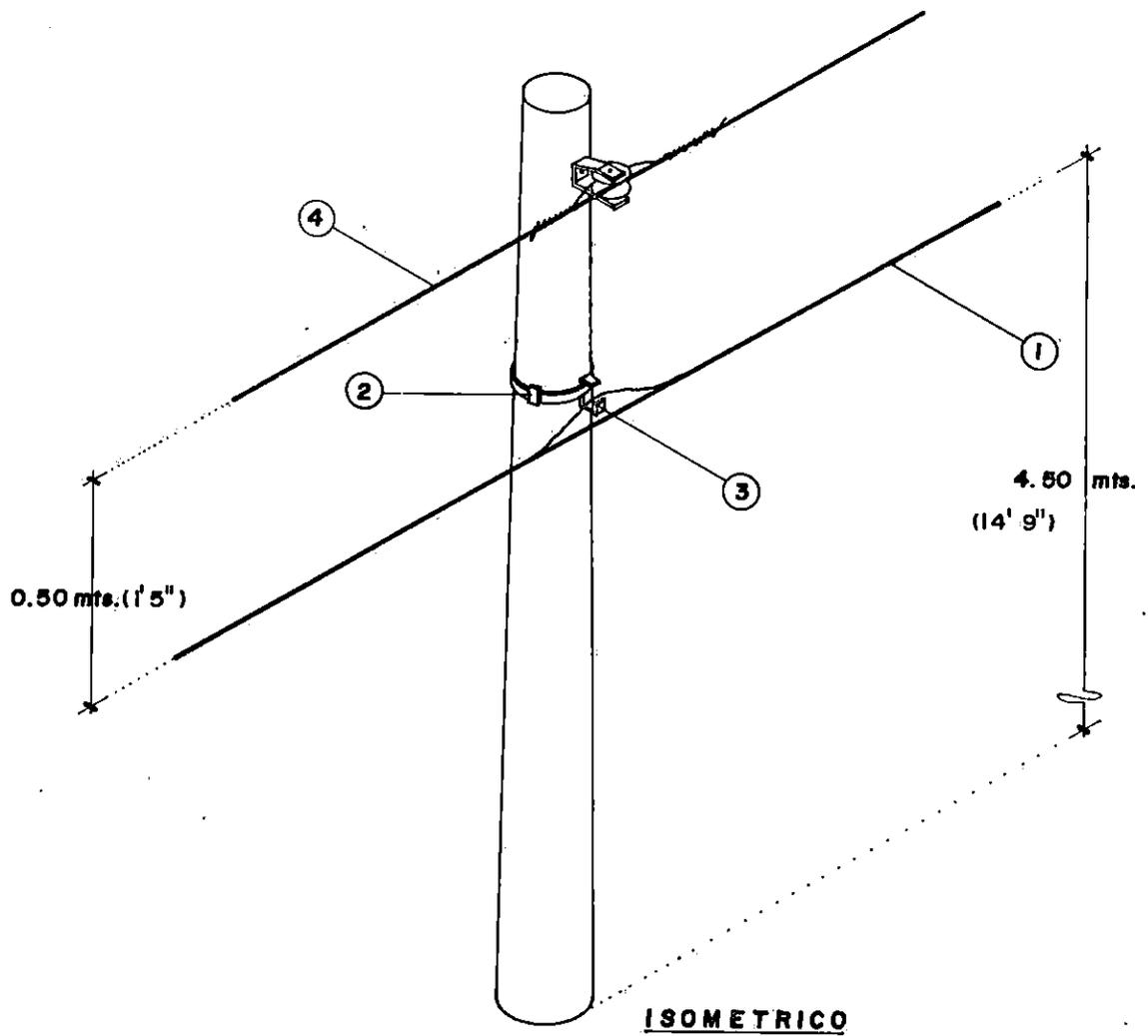
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ

DIBUJO: MARTINEZ V.

FECHA: SEPTIEMBRE / 94

ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Conector PI-500 para cable de ϕ (0.500")
3	Tap de 23 con salida para 4 puertos
4	Soporte para cable mensajero
5	Conector PI-500 para cable de ϕ (0.500")
6	Cable mensajero de Acero de ϕ (0.109")
7	Abrazadera 6" - 6 5/8"
8	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



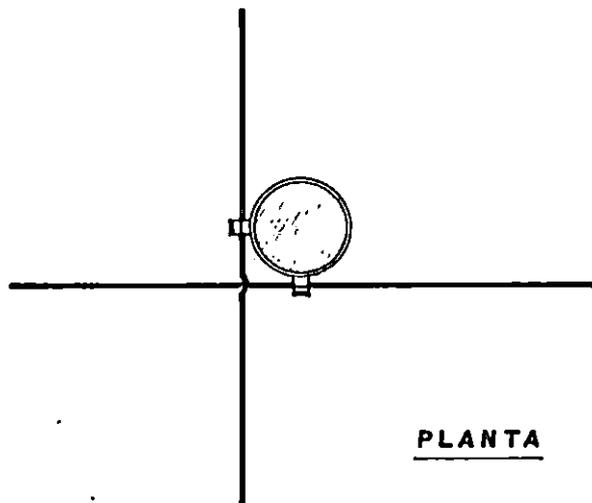
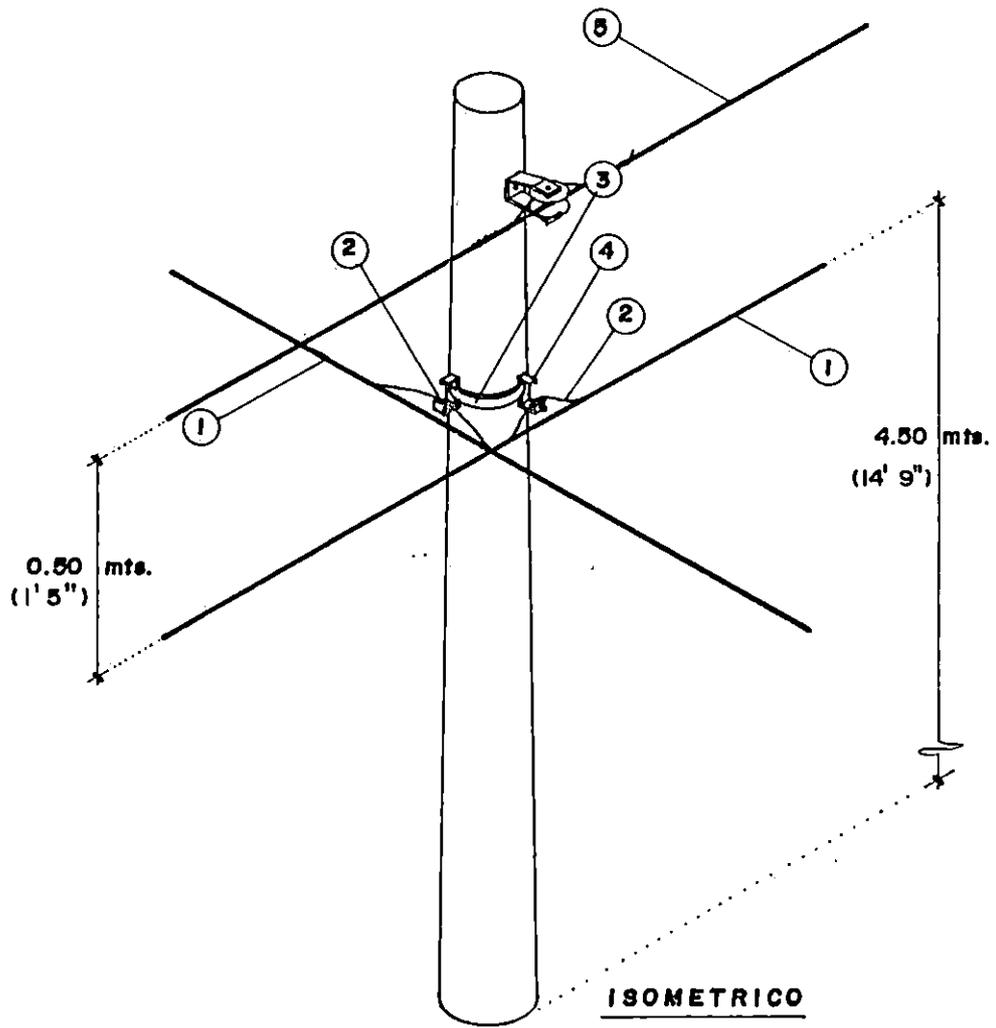
6

TANGENTE SECUNDARIA SENCILLA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE ING. Y ARQ.
 ESCUELA DE ING. ELECTRICA

DISEÑO : LINARES/ MELENDEZ	DIBUJO : MARTINEZ V.
FECHA : SEPTIEMBRE / 94	ESCALA : SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de (0.500")
2	Cinta Band-it de 6" - 6 5/8"
3	Estructura J de sostén
4	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



7

CRUCE ANGULAR DOBLE SECUNDARIO

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

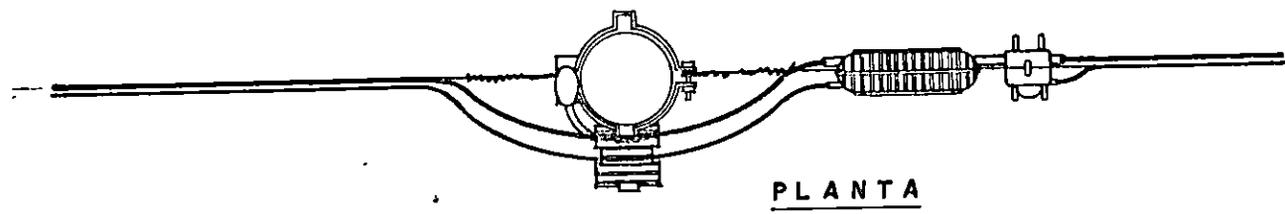
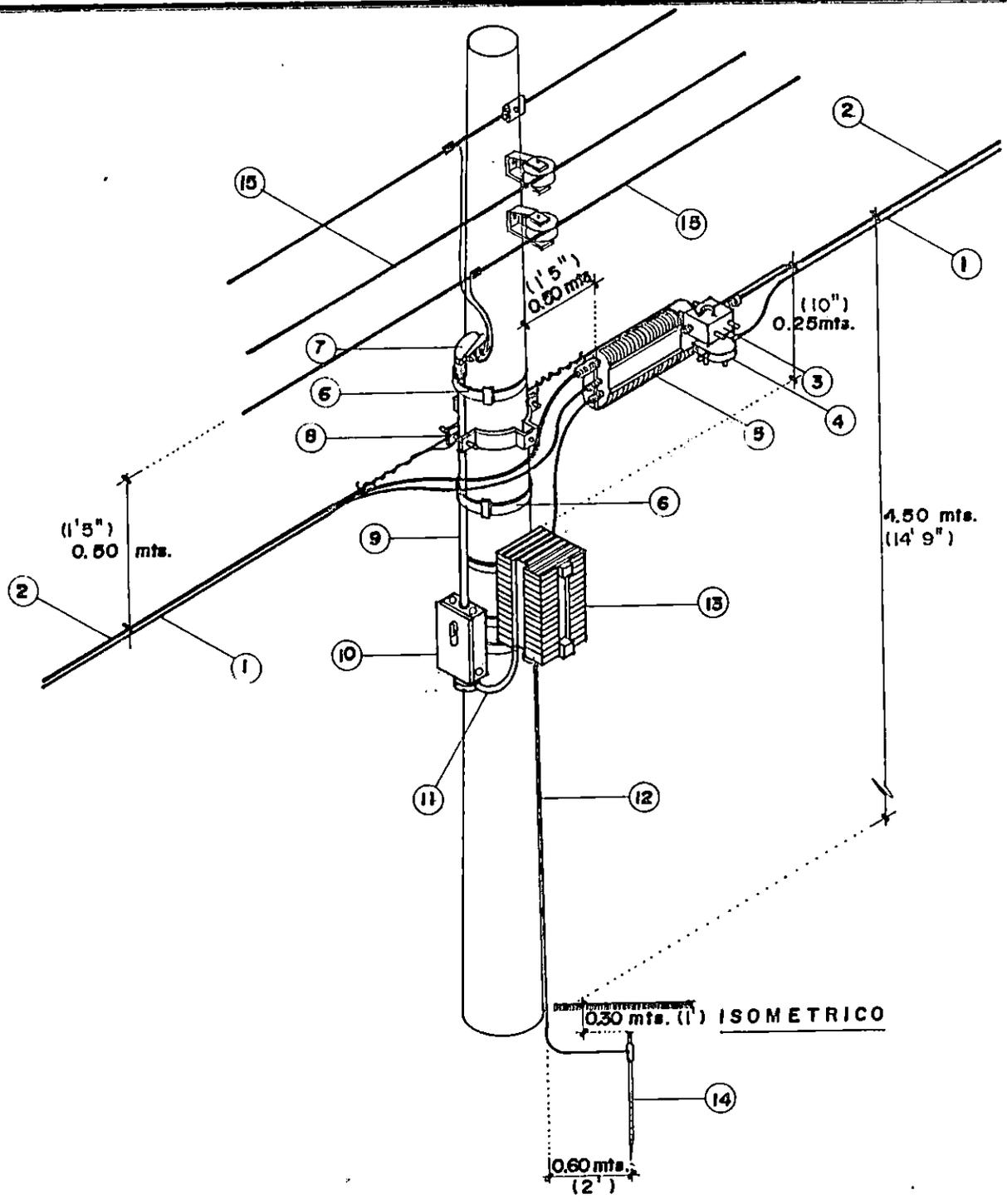
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ

DIBUJO: MARTINEZ V.

FECHA: SEPTIEMBRE / 94

ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Cable mensajero de Acero de ϕ (0.109")
3	Cinta Band-it de 6" - 6 5/8"
4	Estructura J de sostén
5	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



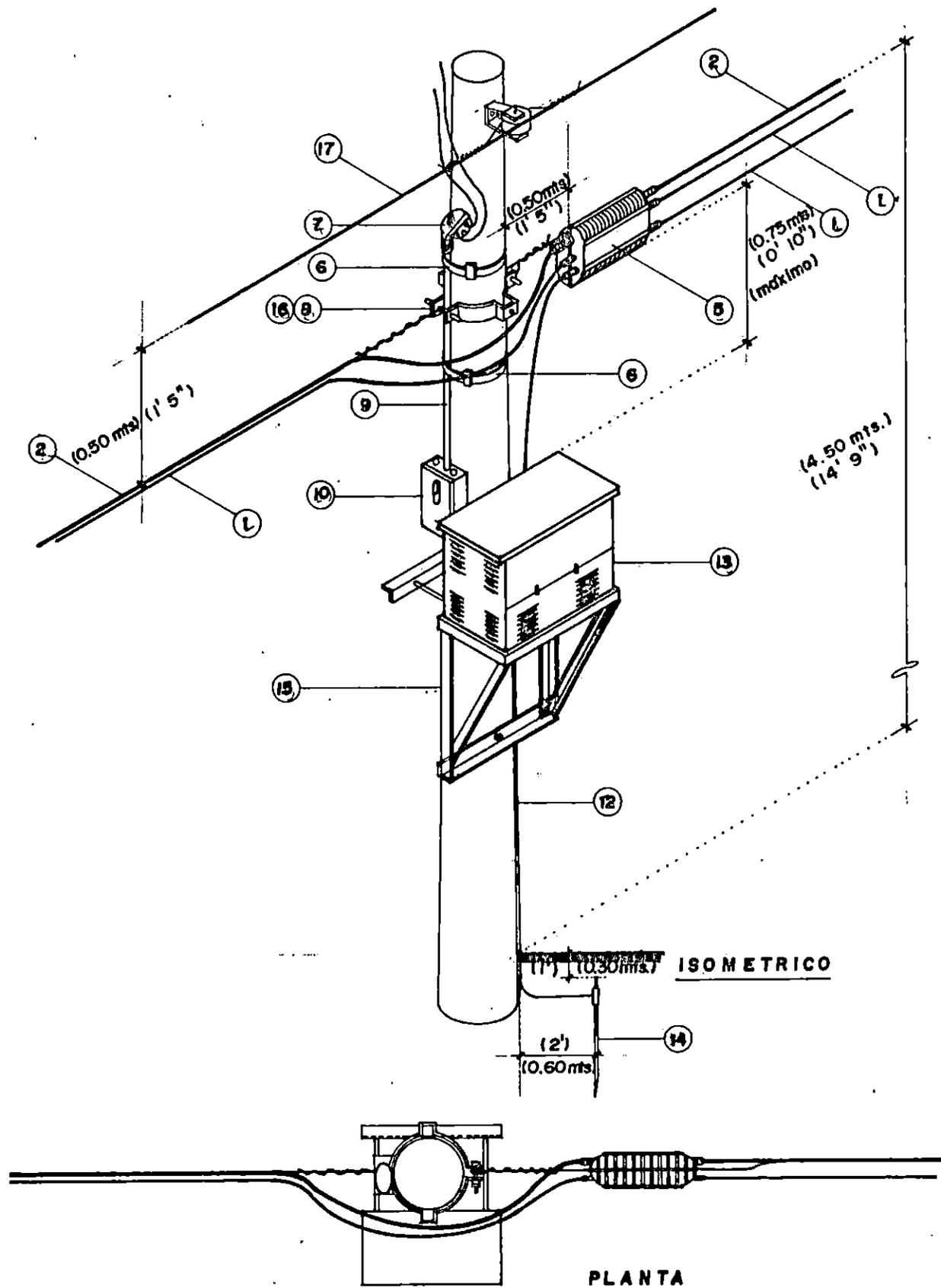
PLANTA

PROLONGACION DE CABLE TRUNK CON
AMPLIFICADOR Y FUENTE DE PODER

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

DISEÑO: LINARES/MELENDEZ	DIBUJO: MARTINEZ V.
FECHA: SEPTIEMBRE/94	ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Cable Truk de ϕ (0.750")
3	Acoplador Direccional para Acometidas
4	Tap de 20 con salida para 4 puertos
5	Amplificador Trunk y Bridger (Marca Sylvania con Introduccion de Potencia incorporado 60V y 1.6 Amp)
6	Cinta Band-it de 6" - 6 5/8"
7	Cuerpo Terminal de ϕ 1/2"
8	Abrazadera de 6" - 6 5/8"
9	Tuberia Conduit de ϕ 1/2"
10	Caja Terminal con térmico de 20 Amp.
11	Poliducto de ϕ 1/2"
12	Alambre AWG #10
13	Fuente de Poder(Entrada 115V, Salida 60V,15A)
14	Barra Copperweld de 1.5 mts
15	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



PROLONGACION DE CABLE TRUNK CON
 AMPLIFICADOR Y FUENTE DE PODER DC.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE ING. Y ARQ.
 ESCUELA DE ING. ELECTRICA

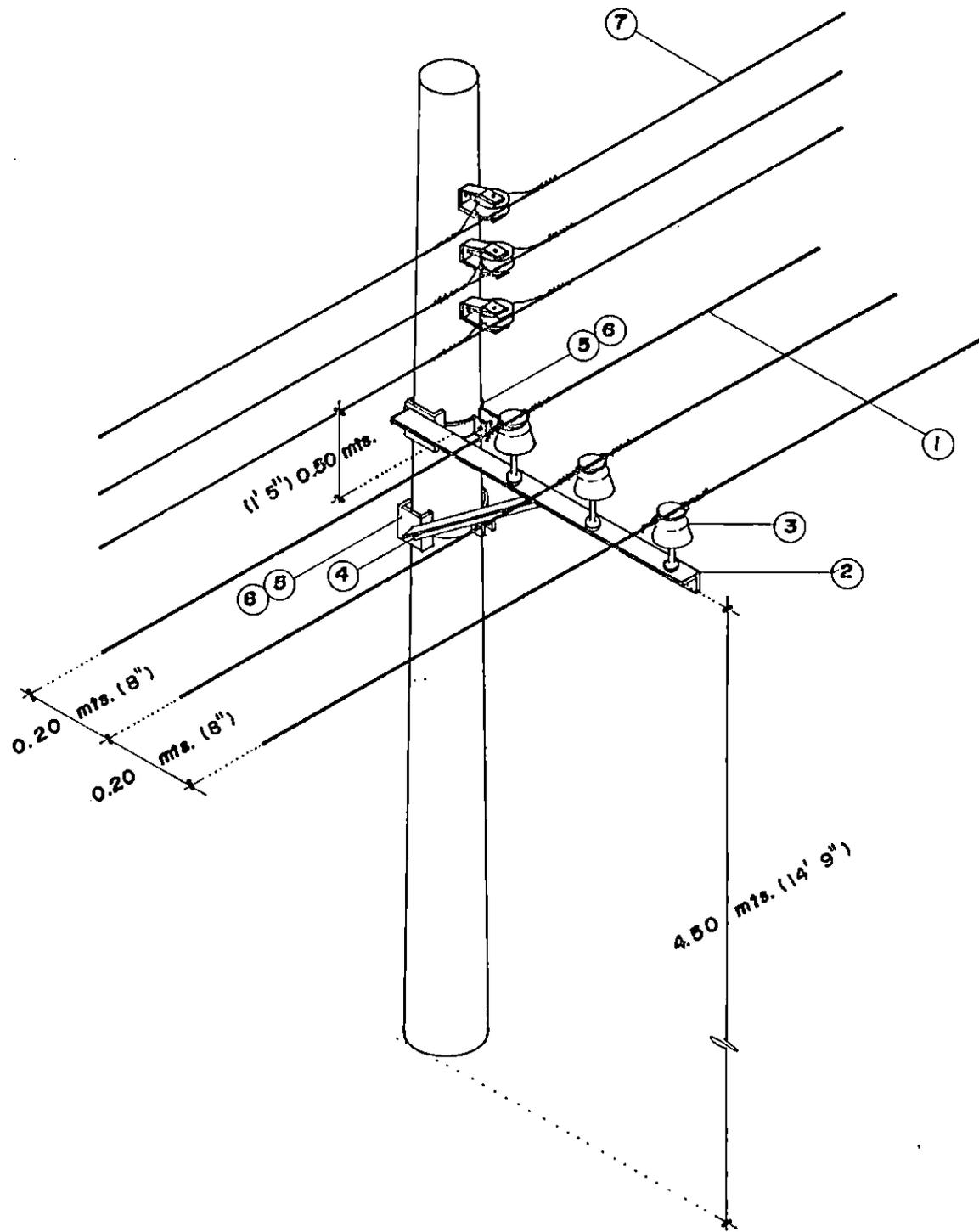
DISEÑO: LINARES/MELENDEZ

DIBUJO: MARTINEZ V.

FECHA: SEPTIEMBRE / 94

ESCALA: SIN ESCALA

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Cable Trunk de ϕ (0.750")
5	Amplificador Trunk y Bridger (Marca Sylvania 60V y 1.6 Amp)
7	Cuerpo Terminal de ϕ 1/2"
8	Abrazadera de 6" - 6 5/8"
9	Tubería Conduit de ϕ 1/2"
10	Caja Terminal con térmico de 20 Amp.
12	Alambre AWG #10
13	Fuente de Poder(Entrada 115V, Salida 60V,15A)
14	Barra Copperweld de 1.5 mts
15	Estructura de soporte para fuente de poder
16	Perno máquina de 5/8"- 3"
17	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



11

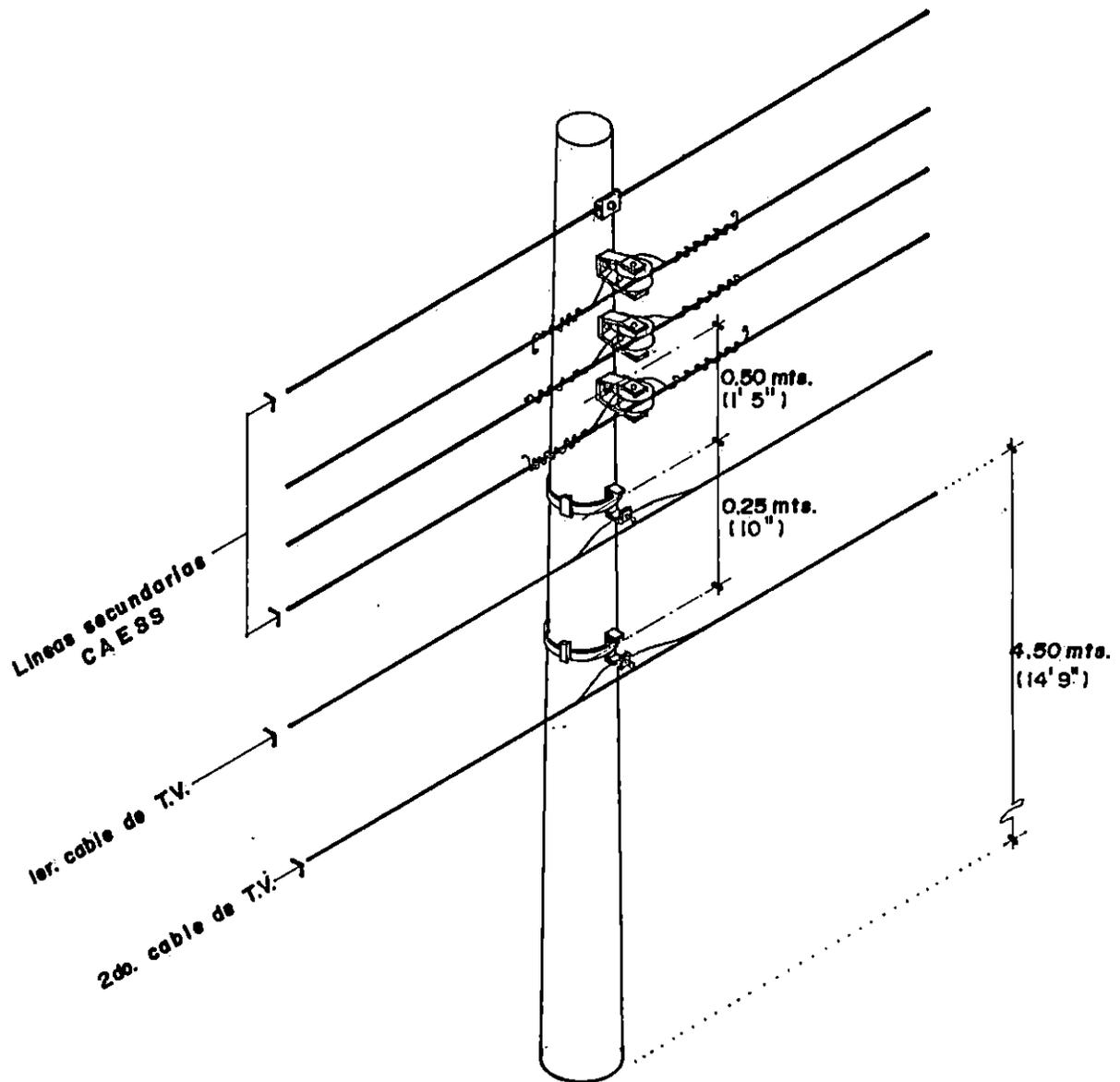
**STANDAR DE 3 CABLES
 DE TV. HORIZONTALES.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE ING. Y ARQ.
 ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

DISEÑO : LINARES/MELENDEZ
 FECHA : SEPTIEMBRE / 94

DIBUJO : MARTINEZ V.
 ESCALA : SIN ESCALA.

LISTADO DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
1	Cable de Distribución de ϕ (0.500")
2	Angulo de 32" x 3" x 3 1/4"
3	Aislador de Espiga
4	Tirante de 26"
5	Almohadilla para crucero
6	Abrazadera de 6" - 6 5/8"
7	Línea secundaria de potencia (110V ó 220V)



DETALLE DE LAS DISTANCIAS A ESTABLECER COMO NORMAS ENTRE EL SECUNDARIO DE POTENCIA Y LOS CABLES DE TRANSPORTE DE TV

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE ING. Y ARQ.
ESCUELA DE ING. ELECTRICA**

DISEÑO: LINARES / MELENDEZ

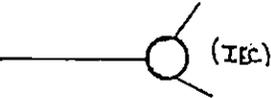
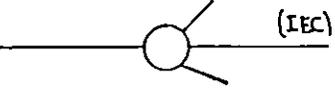
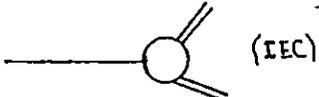
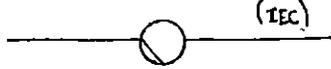
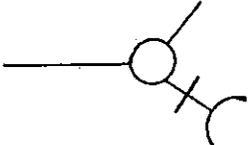
DIBUJO: MARTINEZ V.

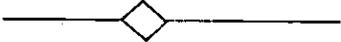
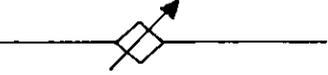
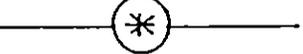
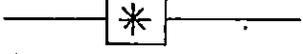
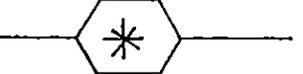
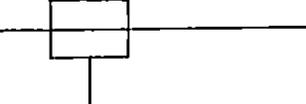
FECHA: SEPTIEMBRE / 94

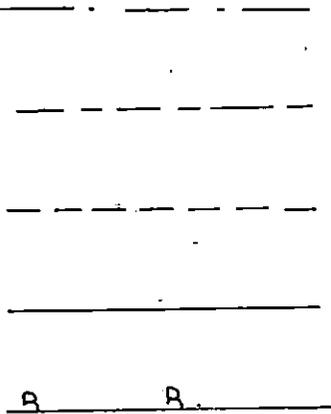
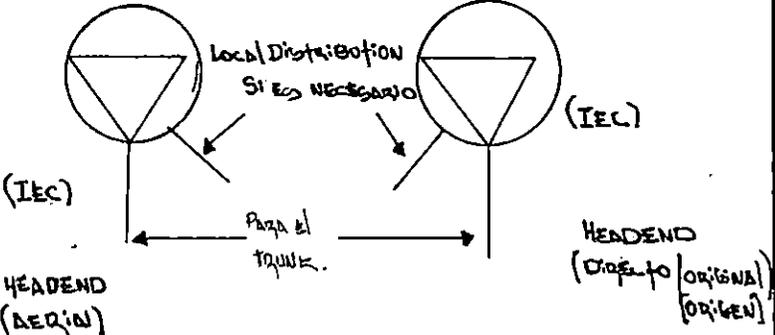
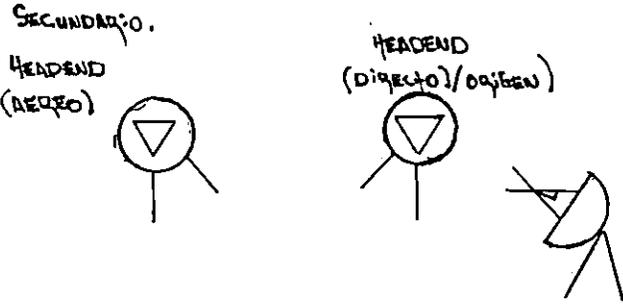
ESCALA: SIN ESCALA

SIMBOLOGIA DE TV POR CABLE

CATEGORIA	ARTICULO	SIMBOLO
<p>Amplificadores.</p> <p>La línea punteada, ----- indica la conexión a un símbolo y no forma parte de éste.</p> <p>Los símbolos de los amplificadores trunk, son más grandes que los amplificadores de distribución.</p> <p>"M": Denota modo manual.</p> <p>"A": Denota modo automático.</p>	<p>AMPLIFICADOR</p>	<p>(IEC)</p>
	<p>AMPLIFICADOR con distribución para acometidas.</p>	<p>(IEC)</p>
	<p>AMPLIFICADOR PUENTEADO, con distribución para acometidas.</p>	<p>(IEC)</p>
	<p>AMPLIFICADOR PUENTEADO, con terminación trunk y distribución para acometidas.</p>	
	<p>TERMINACION (no puenteada), amplificador con distribución para acometidas.</p>	<p>(IEC)</p>
	<p>LINE EXTENDERS (amplificador) se muestran más pequeños que los amplificadores trunk.</p>	

CATEGORIA	ARTICULO	SIMBOLO
DISPOSITIVOS DIVISORES	DIVISOR DE DOS VIAS.	
	DIVISOR DE TRES VIAS. El punto indica salida alta.	
	DIVISOR DE CUATRO VIAS.	
	ACOPLADOR DIRECCIONAL Modelo o valor asignado al símbolo mostrado adyacente. Gran parte de las pérdidas viajan de la mitad angular del símbolo.	
	FUENTES DE POTENCIA AC	FUENTE DE POTENCIA AC
Un divisor de dos vias con un bloque de potencia AC mostrado como un ejemplo de aplicación.		

CATEGORIA	ARTICULO	SIMBOLO
<p>ECUALIZADORES El asterisco es reemplazado con un número modelo o característica de presentación(valor) dentro o adyacente al símbolo y no es una parte del símbolo.</p>	<p>ECUALIZADOR FIJO</p>	
<p>TAPS PARA ABONADOS El asterisco es reemplazado por un número modelo o valor.</p>	<p>ECUALIZADOR VARIABLE</p>	
<p>TAPS PARA ABONADOS El asterisco es reemplazado por un número modelo o valor.</p>	<p>TAP DIRECCIONAL DE 2 SALIDAS</p>	
	<p>TAP DIRECCIONAL DE 4 SALIDAS</p>	
	<p>TAP DIRECCIONAL DE 8 SALIDAS</p>	
<p>TERMINACIONES</p>	<p>TERMINACIONES DE LINEA</p>	 
<p>DISPOSITIVOS DE POTENCIA</p>	<p>COMBINADO CON CABLE DE POTENCIA AC</p>	
<p>DISPOSITIVOS DE POTENCIA</p>	<p>SUMINISTRO DE POTENCIA</p>	

CATEGORIA	ARTICULO	SIMBOLO
<p>CABLE COAXIAL La función de un cable coaxial específico, otros tamaños o tipos, deben ser designados por la modificación de estos símbolos o por el listado de nuevos símbolos para cada diseño.</p>	<p>CABLE COAXIAL 1.0 PULGADA</p> <p>CABLE COAXIAL 0.750 PULGADA</p> <p>CABLE COAXIAL 0.500 PULGADA</p> <p>CABLE COAXIAL 0.412 PULGADA</p> <p>UNA R EN EL CABLE DENOTA LINEA DE RETORNO</p>	
<p>LUGARES DE PROCESAMIENTO DE SENALES</p>	<p>PRIMARIO</p>  <p>SECUNDARIO.</p> 	
<p>FILTROS</p>		
<p>EMPALME DE CABLE</p>		

SIMBOLOGIA DE POTENCIA

POSTES	CAPACITORES
CONCRETO-----○	FIJO-----
PINO IMPORTADO-----●	CON INTERRUPTOR-----
PINO NACIONAL-----◐	SIN RELOJ-----
MADERA LABRADA-----■	CON INTERRUPTOR Y RELOJ-----
TUBULAR-----◑	
ORNAMENTAL-----◒	ANCLAS
TRUSCON-----||	SENCILLA-----→
BATÉS-----||	DE BANDERA-----↶
RIEL-----|	A POSTE-----○
HIERRO I-----I	
<p>NOTA: INDICAR LAS DISTANCIAS ENTRE CADA TRAMO Y LA ALTURA DEL POSTE, SI ES ATLAS, SE LE ANTEPONDRÁ LA LETRA "A", Y SI ES CONCRETO LA LETRA "C"; EN LOS OTROS CASOS EN FORMA SIMILAR.</p>	
LINEAS	TRANSFORMADORES
PRIMARIO-----.....	EXISTENTES-----△
SECUNDARIO-----.....	PRIVADOS-----▲
TELEFONICAS Y TELEGRAFICAS-----	A INSTALARSE-----▲
ALARMA Y CONTROL-----	CONVERTIDORA-----△
<p>(EN EL PRIMARIO INDICAR VOLTAJE, CALIBRE Y CLASE DEL CONDUCTOR, EN EL SECUNDARIO SOLO EL CALIBRE Y CLASE DE CADA TRAMO)</p>	
SWITCHES Y CONTROLES	MEDICION
SOLIDOS-----	ESPECIFICAR SI ES PRIMARIA O SECUNDARIA Y SI MIDE EN KW, KWH O KVA-----○
CON FUSIBLES-----	
CON CUCHILLAS-----	PROTECCION
RELAY-----□	PARARRAYOS-----
RELOJ-----◐	POLO A TIERRA-----
INTERRUPTOR DE AIRE-----	
INTERRUPTOR DE ACEITE-----	ALUMBRADO
RECLOSER-----	INCANDESCENTE-----●
REGULADOR DE VOLTAJE-----	FLUORESCENTE-----
TANDEM TRANSFER-----	MERCURIO-----○ M
CUCHILLAS OPERADAS EN GRUPO-----	SODIO-----● S.
	FOTOCELDA-----
	(INDICAR SU CAPACIDAD EN AMPERIOS)

LUMINARIA FLUORESCENTE		CRUCE AEREO EMPUENTADO TANTO PARA PRIMARIO COMO PARA SECUNDARIO	
LUMINARIA INCANDESCENTE			
LUMINARIA DE MERCURIO		CRUCE AEREO SIN PUENTE TANTO PARA PRIMARIO COMO PARA SECUNDARIO	
3h. 2 ACSR - 23 KV			
N 1/0 ACSR A 2 AL. F.P. B 2 AL. F.P.		L. SECUNDARIA CORRIDA CON DERIVACION	
(TRANSFORMADOR DE COMPANIA DISTRIBUIDORA) 14025 - 25		CORTE SECUNDARIO CON DERIVACION	
(TRANSFORMADOR PRIVADO) 10KVA		REMATE SECUNDARIO CON DERIVACION	
CORTE SECUNDARIO		CONVERTIDORA	
CORTE SECUNDARIO EMPUENTADO			
CORTE PRIMARIO			
CORTE PRIMARIO EMPUENTADO			
CORTE PRIMARIO CON CORTACIRCUITO			
L. PRIMARIA CORRIDA CON DERIVACION			
CORTE PRIMARIO CON DERIVACION			
REMATE PRIMARIO CON DERIVACION			
REMATE DE UNA FASE PRIMARIA			
REMATE DE UNA FASE SECUNDARIA			

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Todas las normas expuestas en este documento, son fundamentalmente, para evitar futuros inconvenientes entre los sistemas que comparten la misma estructura y mejorar las instalaciones del sistema de CATV actual.

2. El sistema de CATV es un sistema nuevo en el país, por lo que la instalación del equipo de CATV en las estructuras de potencia, no deberá de interferir con los procedimientos rutinarios de mantenimiento e instalación del equipo de potencia.

3. Para que ambos sistemas gocen de un buen funcionamiento, se recomienda que en la medida de lo posible se respeten las normas presentadas en este documento.

4. Por estar el sistema de CATV en la misma estructura del sistema de potencia, recomendamos que exista un árbitro encargado de velar por los conflictos que se puedan dar entre las empresas interesadas, por lo que sugerimos que dicho árbitro sea la Dirección de Energía, Hidrocarburos y Minas (DEHM).

Al mismo tiempo sugerimos a dicha dirección, incluir en su reglamento eléctrico, las normas de instalación del cable de TV en las estructuras de potencia, por lo que este documento servirá como referencia.

5. Las distancias de separación entre el cable que transporta la señal de TV y las líneas conductoras de energía eléctrica, han sido obtenidas considerando el análisis de Interferencia, que se presentó en el capítulo anterior, así como de códigos especializados, a la vez se consideró un margen de seguridad que debe tener el cable, para evitar algún conflicto de cortocircuito entre ambos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- "CONARA". MANUAL DE NORMAS ELECTRICAS. "NRECA"

- 2.- CONTINENTAL CABLEVISION CORPORATION
" MASTER TECHNICAL MANUAL "

- 3.- NATIONAL ELECTRIC CODE (NEC).

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

INTRODUCCION

En este capítulo se presentan los procedimientos operativos que son utilizados por el Sistema de Televisión por Cable para la instalación de sus dispositivos en los postes de la compañía de Suministro Eléctrico.

En primer lugar, se expone en forma detallada la instalación de los elementos más simples que intervienen en el Sistema de Distribución de CATV, posteriormente se hace énfasis en el proceso de instalación del cable coaxial, tomando en cuenta el flechado adecuado y un método adecuado para verificar si el flechado obtenido no sobrepasa los límites normales.

Luego, se exponen las ventajas de poseer un buen programa de Mantenimiento (Preventivo y/o Correctivo), para poder proporcionar un servicio ininterrumpido y darle el debido mantenimiento al equipo y dispositivos que conforman el Sistema de CATV, así como también, se proporciona una tabla con las fallas más frecuentes que se dan en el sistema.

INSTALACION DE DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE CATV

4.1 FUENTE DE PODER (POWER SYSTEM)

Todos los Amplificadores del Sistema de CATV deben tener energía eléctrica con el fin de que ellos trabajen. La Fuente de Poder tiene la misión de proveerles de energía eléctrica, por lo general, se instala en el Sistema Trunk y se utiliza el Introducutor de Potencia para hacer la interconexión. El voltaje y corriente requerido por los Amplificadores, viajan desde el Introducutor de Potencia a través del cable coaxial hasta llegar a los Amplificadores.

La Fuente de Poder obtiene su voltaje de operación por la conexión directa a las líneas secundarias de suministro eléctrico. Algunas de las Fuentes de Poder están equipadas con baterías de larga duración (3 baterías), un interruptor electrónico automático y un inversor. En operación normal, la Fuente de Poder opera con los 110VAC de energía eléctrica comercial, pero cuando la compañía de suministro eléctrico tiene una falla, se acciona el interruptor y la Fuente de Poder pasa a trabajar con baterías.

INSTALACION:

- 1.- Se sube y se sujeta en el poste la estructura que sostendrá la Fuente de Poder.
- 2.- Se instala la Fuente de Poder en la estructura y sus accesorios (caja térmica, poliducto ó tubería conduit) se sujetan con cinta Band-it.
- 3.- De las líneas secundarias de suministro eléctrico se obtienen los 110 VAC que alimentarán a la Fuente de Poder, pasando primero a la caja térmica (Protección de 20 Amperios).
- 4.- De la caja térmica se sale hacia el terminal resguardo de potencia (POWER GUARD) de la Fuente de Poder y del terminal salida principal (OUTPUT MAIN) de la Fuente de Poder, se sale con 60 Voltios onda cuadrada que tienen que ser llevados al Introducutor de Potencia para distribuir este voltaje a los Dispositivos Activos a través del cable coaxial o directamente a los Dispositivos que se encuentran cerca de la Fuente de Poder.

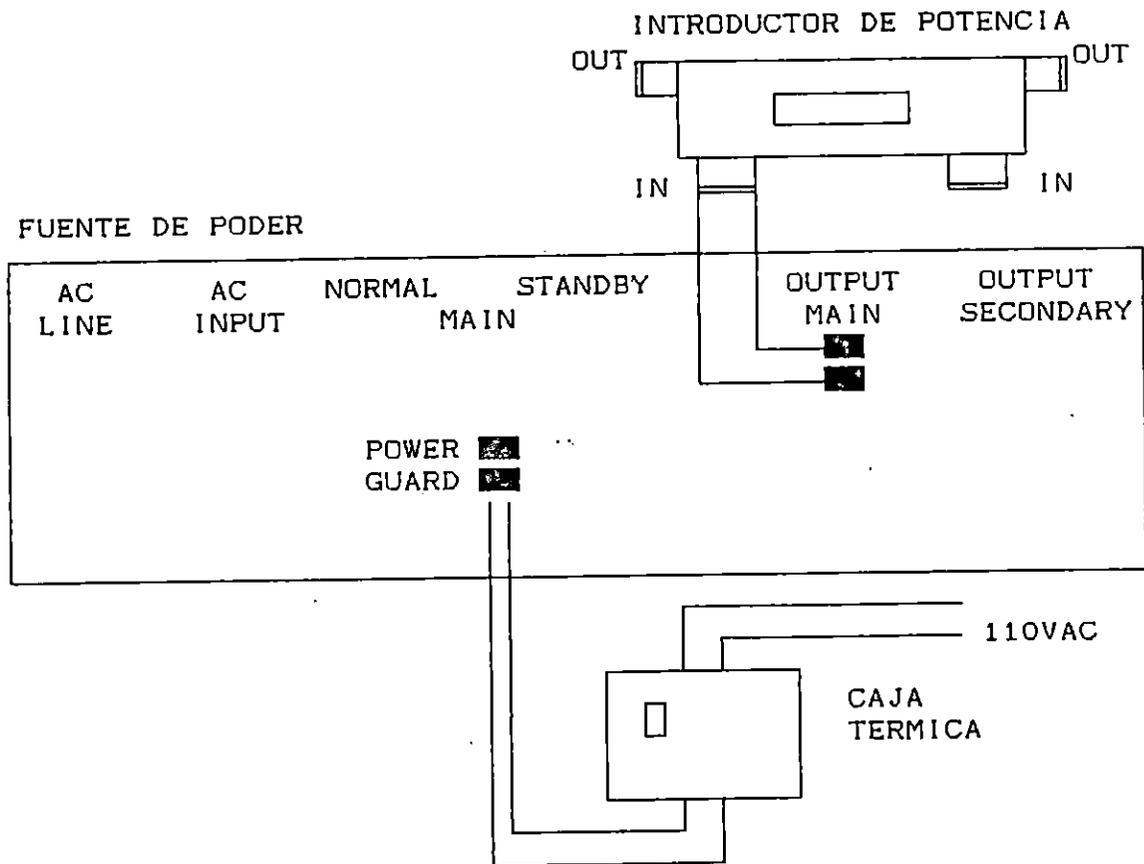


FIGURA 4.1 Fuente de Poder.

Para el cálculo de la Fuente de Poder se tomará en cuenta la siguiente fórmula:

$$V_1 = I_1 * R_c * L_1$$

Donde: V_1 = Caída de voltaje en la longitud del cable entre Amplificadores.

I_1 = Corriente que transporta el cable en amperios.

R_c = Resistencia del cable coaxial para cada tramo (ohm/metros).

L_1 = Longitud de la línea entre Amplificadores.

Datos:

- Resistencia por longitud para cable de ϕ 0.750" = 2.76 ohmios/1000 metros.
- Resistencia por longitud para cable de ϕ 0.500" = 4.20 ohmios/1000 metros.
- Corriente que consume cada Amplificador:

Amplificador Trunk con Bridger	: 1.6 amperios.
Amplificador Trunk	: 0.8 amperios.
Amplificador de Puente	: 0.8 amperios.
Líne Extender	: 0.6 amperios.

4.2 CONECTORES

Estos elementos son los encargados de establecer una interconexión entre distintos dispositivos tales como: entre cables coaxiales, cable coaxial con carcasa de dispositivos (activos o pasivos), entre carcasas de dispositivos y cable coaxial con puertos. Existen diversos tipos de conectores de los cuales los más comunes y utilizados por el sistema de CATV son: PI-750, PI-500, F-11, F-59, F-56 y los conectores de carcasas housing to housing (KS/KS).

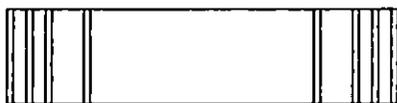


FIGURA 4.2 Conector.

INSTALACION:

Para el cable coaxial, se le quita el cobertor negro, se taladra el cable (la parte de Aluminio del cable para dejarlo a la medida correcta y se limpia el conductor central de la espuma) y se pelan aproximadamente 5 cm del cable y luego se mete a presión en el conector de la medida del cable coaxial que será instalado.

4.3 AMPLIFICADOR TRUNK (TRUNK AMPLIFIER)

Como ya se ha mencionado antes, el Amplificador Trunk es utilizado para compensar las pérdidas de señal a través del cable coaxial y Splitters o Directional Couplers. El Amplificador Trunk reamplifica la señal a su nivel de salida original desde la salida del primer amplificador del HEADEND (Estación Principal). Es por esta razón, se recomienda instalar este dispositivo, por lo menos cada 700 mts de separación en la línea de cable, con un máximo de 32 Amplificadores Trunk en cascada.

El nivel máximo de salida de la señal es de 35 dBmV y el nivel mínimo aceptable es de 24dBmV.

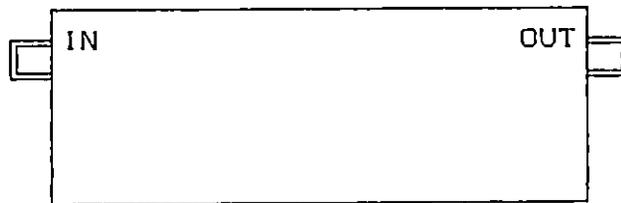


FIGURA 4.3 Amplificador Trunk.

INSTALACION:

- 1.- Se le colocan los conectores al Amplificador, antes de subirlo al poste.
- 2.- Se sube el Amplificador al poste y se fija al cable mensajero del cable coaxial Trunk (0.750").
- 3.- Se prepara el cable para poderlo introducir al conector.
- 4.- Se introduce el conector y se enrosca al conector del Amplificador (tratándolo de dejar a una buena presión para evitar filtración de agua ó aflojamiento con el tiempo).
- 5.- Luego se apreta el tornillo (que se encuentra ubicado dentro de la carcasa del Amplificador) para sujetar al conductor central del cable coaxial que se conecta.
- 6.- Se encinta todo el conector para protección ambiental.

4.4 AMPLIFICADOR TRUNK DE PUENTE (BRIDGER AMPLIFIER)

Este dispositivo se utiliza, cuando se necesita adquirir señal para Distribución, es decir, cuando se llega a los lugares donde comienza el sistema secundario y se quiere hacer llegar la señal de CATV a los usuarios. Se pueden utilizar todas las salidas (4) que posee, o las necesarias dependiendo del área que se desea distribuir.

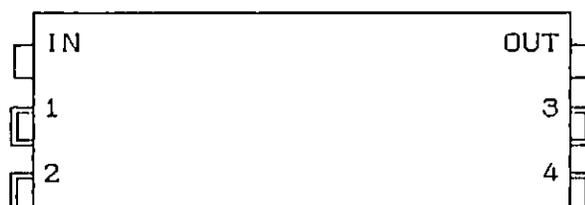


FIGURA 4.4 Amplificador Trunk de Puente.

INSTALACION:

Debido a que este dispositivo se encuentra ubicado en la misma carcasa del Amplificador Trunk, sólo se necesita instalar el módulo de este Amplificador dentro de la carcasa, y luego, para obtener las señales de Distribución, se colocan directamente los cables coaxiales secundarios (0.500") con sus respectivos conectores (PI-500), a los terminales de las salidas que serán utilizadas (Figura 4.4).

4.5 AMPLIFICADOR EXTENSOR DE LINEA (LINE EXTENDER)

El Amplificador Extensor de Línea es utilizado en el sistema secundario, con la finalidad de aumentar la señal que se pierde con la atenuación y la colocación de los dispositivos de Distribución en la línea. Es por ese motivo, que se aconseja colocarlos por lo menos cada 400 mts. uno del otro, y con un máximo de 3 Line Extenders por cada salida del Amplificador Trunk de Puente. El nivel de salida de este Amplificador es aproximadamente de 48 dBmV.

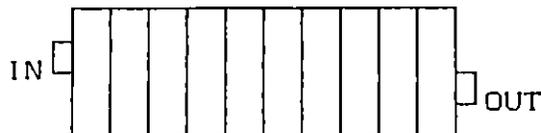


FIGURA 4.5 Amplificador Extensor de Línea.

INSTALACION:

- 1.- Se le colocan los conectores respectivos al Amplificador Line Extender, antes de subirlo al poste.
- 2.- Se sube al poste y se fija al cable mensajero del cable coaxial secundario (0.500").
- 3.- Se prepara el cable para poderlo introducir al conector (PI-500), ya listo se mete a presión y se enrosca al conector del Amplificador.
- 4.- Luego se apreta el tornillo (que esta dentro de la carcasa del Amplificador) para sujetar al conductor central del cable coaxial.
- 5.- Y para finalizar, se encinta todo el conector para protección ambiental.

4.6 ACOPLADORES DIRECCIONALES (DIRECTIONAL COUPLERS) ó DIVISORES (SPLITTERS)

Cuando existe la necesidad de proveer Distribución de cable en más de una dirección, un Divisor o Acoplador Direccional es utilizado. Los Divisores tienen una conexión de entrada desde la línea Trunk ó Distribución y dos, tres o cuatro salidas. El Acoplador Direccional sólo dividirá la línea Trunk ó de Distribución en dos trayectorias, con el lado de salida a un nivel un poco más alto que el puerto de salida. La determinación sobre el uso de un Divisor o un Acoplador Direccional, está determinado por los requerimientos de diseño del sistema de CATV.

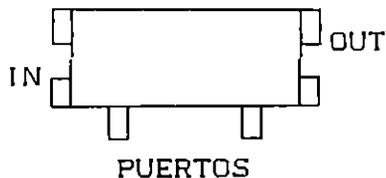


FIGURA 4.6 Acoplador Direccional ó Divisor.

INSTALACION:

- 1.- Se le colocan los conectores al dispositivo antes de subirlo al poste.
- 2.- Se sube el dispositivo al poste y se fija al cable mensajero del cable coaxial (Trunk ó secundario).
- 3.- Se prepara el cable para su conexión al conector, luego se introduce a presión el cable al conector y se enrosca al conector del dispositivo.
- 4.- Ya conectados, se apreta el tornillo (que se encuentra dentro de la carcasa del dispositivo) para sujetar al conductor central del cable coaxial.
- 5.- Se encinta todo el conector para protección del ambiente.
- 6.- De los puertos se obtienen las líneas auxiliares (Trunk ó Distribución).

4.7 DERIVADOR DIRECCIONAL (DIRECTIONAL TAPS) ó DERIVADOR DE DISTRIBUCION (DISTRIBUTION TAP)

Se instalan dentro del recorrido del cable entre el Amplificador Trunk de Puente (Bridger Amplifier) y el primer Extensor de Línea (Line Extender), ó entre Line extenders, son los componentes llamados Derivadores Direccionales.

Los Derivadores de Distribución (Distribution Taps) más comúnmente conocidos como DT's están situados en puntos estratégicos en la línea de Distribución (por lo general, donde dos o más partes de la línea se unen). Cada DT tiene una conexión de entrada y salida al cable de distribución, y en la cara frontal con dos o más puertos (ports) para la conexión del cable de acometida.

El último DT en la línea del cable de Distribución debe tener conectado en su salida un terminador de 75 ohmios, para prevenir reflexiones de señal a lo largo de la línea de cable, que puede causar espectros en las pantallas.

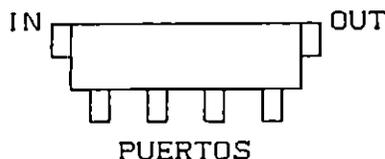


FIGURA 4.7 Derivador Direccional o de Distribución.

INSTALACION:

- 1.- Se le colocan los conectores al Derivador, antes de subirlo al poste.
- 2.- Se sube al poste para sujetarlo al cable mensajero del cable coaxial secundario (0.500").
- 3.- Se prepara el cable coaxial para introducirlo al conector, luego ya preparado, se mete a presión al conector y se enrosca al conector del Derivador.
- 4.- Ya conectados, se apreta el tornillo dentro de la carcasa para sujetar al conductor central del cable coaxial.
- 5.- Se encinta todo el conector para protegerlo del ambiente.
- 6.- De los puertos de los Derivadores se obtienen las acometidas para dar señal a los usuarios.

NOTA: Todos los dispositivos tienen marcados los terminales de entrada (IN) y de salida (OUT), para la correcta instalación del cable coaxial que corresponde a cada terminal.

4.8 ACOMETIDAS

Las acometidas se obtienen directamente de los Divisores ó Acopladores Direccionales, Derivadores Direccionales o de Distribución, siendo 100 metros la máxima distancia de acometida permisible, esto como restricción por la atenuación que le produce el cable coaxial a la señal.

INSTALACION:

- 1.- El cable coaxial (RG-6), se conecta directamente a los puertos de los dispositivos que proporcionan señal.
- 2.- A continuación, el cable mensajero del cable coaxial se enrolla al mismo cable coaxial para sujetarlo y darle tensión.
- 3.- Por último, se tira el cable coaxial hacia la casa donde se dará el servicio y también se sujeta el mensajero a algún lugar del techo para tensar el cable, para luego llevarlo hasta el aparato de Televisión.

4.9 PROCEDIMIENTO PARA EL TENDIDO Y FLECHADO DEL CABLE COAXIAL

Quando sea posible, el cable coaxial debe de ser desenrollado de los carretes giratorios, montado en un vehículo que puede moverse en toda la línea cuando el cable es desenrollado. Esto reduce la probabilidad de que el cable se pueda dañar debido al rozamiento con los cercos, rocas, u otros objetos puntiagudos.

Quando esto no resulta práctico, el cable puede ser tendido si se toman las precauciones necesarias para evitar que se dañen por los rozamientos. La probabilidad de éstos daños puede ser reducida si se colocan apropiadamente los rodillos y las sogas, ó si se ponen tablas para evitar esos rozamientos.

Después de que el cable es desenrollado, debe de ser subido al soporte y debe de ser colocado en carrocinas movibles (garruchas- rodillos), antes de tensionar el cable, para igualar las tensiones en todos los tramos durante el flechado del cable, es necesario que el cable esté lo más posible libre de fricción en los soportes. El cable debe de ser extendido lo suficiente como para ver que no haya obstáculo en el tendido.. Sin embargo, se debe dejar un poco flojo hasta que se esté listo para comenzar la operación final del tendido.

La tensión del tendido también puede usarse para tender el cable, con una probabilidad mínima de que el cable se dañe. Con este método, el cable también se debe mantener con tensión semi-flojo hasta que se esté listo para el tendido final. Quando se esté haciendo el tendido del cable desde un carrete, es necesario que se usen herramientas adecuadas para asegurarse que todos los alambres se logren agarrar. Un agarre tipo trenzado de alambre puede ser útil para hacer este tipo de

trabajo más que todo cuando el tendido del cable se hace con la ayuda de garruchas.

Cuando se está tensionando el cable, se debe de usar tecles, tiradores de alambre con mordazas paralelas largas. No debe usarse tecles o tenazas dentadas pues podrían mellar, doblar ó hacer cualquier otro daño al cable mensajero o al mismo cable coaxial.

La longitud de la sección de la línea que va a ser tendida y flechada de una sola vez están regidas por el terreno, número de ángulos, cruce de caminos y otras obstrucciones, y finalmente por la longitud del cable que puede ser uniformemente flechado. Debe darse la consideración debida al impacto de los tramos largos y tramos inclinados al determinar los tramos que serán flechados en una operación.

Para hacer el flechado del cable coaxial apropiadamente, se debe aplicar la tensión del flechado adecuadamente en todos los tramos en la sección de la línea para determinar si los carrocinés funcionan bien. Se debe de hacer una inspección en toda la sección para determinar si los conductores están funcionando igual.

Prescindiendo del método usado en los postes para sostener los cables durante las operaciones de tendido y flechado, habrá alguna fricción en los soportes. Por eso habrá una tendencia a que la tensión sea mayor en el extremo estirado de la sección que esta siendo flechada más baja en el extremo fijo. Algunas veces es necesario montar el cable en uno ó mas puntos en la sección que esta siendo tendida para igualar la tensión en todos los tramos.

4.10 SELECCION DE LOS TRAMOS PARA EL CHEQUEO DEL FLECHADO

Para secciones de tendido relativamente cortas, es usualmente aceptable hacer un chequeo del flechado cerca del centro de la sección del tendido. Cuando la longitud de la sección del tendido aumenta, tramos adicionales de chequeo pueden ser requeridos. El número y la localización de puntos de chequeo requeridos para una sección de tendido dada, puede variar de acuerdo a factores, tales como tamaño de cable, tensión del cable, fricción de los soportes del cable, terreno, localización de tramos largos, impacto de los tramos inclinados, etc. El flechado debe de ser chequeado en tramos con soportes a un mismo nivel tanto como sea posible.

Cuando se comienzan las primeras operaciones de tendido, debe de hacerse algún experimento con el flechado anterior para determinar la frecuencia de los tramos de chequeo del flechado. Si se encuentra que el flechado está dentro de la tolerancia más baja en el extremo fijo, un tramo de chequeo del flechado cerca del centro será normalmente suficiente. Si las tolerancias están excedidas, acorte la longitud de la sección del tendido ó agregue tramos de chequeo y manipule el conductor para hacer llegar al flechado a las tolerancias aceptables a ambos lados.

Cuando sea posible, la longitud del tramo de chequeo del flechado debe de ser aproximadamente igual al tramo regulador teórico de la sección, no debe de ser menos que el tramo promedio de la sección y, a lo máximo, exceder un poco el tramo regulador teórico. Evite hacer el flechado en tramos más cortos que el tramo promedio.

Los errores del flechado son proporcionales al cuadrado de la longitud del tramo. Por ejemplo, un error de 50mm (2 pulg.) hecho en un tramo de chequeo del flechado de 30 metros (100 pies), cause un error de 200mm (8 pulg.) en un tramo de 60 metros (200 pies), y un error de 450mm (18 pulg.) en un tramo de 90 metros (300 pies). Por otra parte, un error de 50mm (2 pulg.) hecho en un tramo de chequeo del flechado de 90 metros (300 pies) resulta en un error de 22mm (0.88 pulg.) en un tramo de 60 metros (200 pies) y solamente un error de 5.5 mm (0.22 pulg.) en un tramo de 30 metros (100 pies).

Si el tramo tiene una inclinación de más de 10 grados o un 15%, corrija el valor del flechado tal como se indica a continuación:

$$D2 = D1 / \cos(\theta)$$

DONDE:

D2= Flechado del vano inclinado

D1= Flechado del vano horizontal nivelado

θ = Angulo de inclinación

4.11 LAS TOLERANCIAS DEL FLECHADO

En las líneas de distribución de tramos cortos, es frecuentemente imposible ajustar el flechado exactamente con el flechado calculado, así que se permite cierta tolerancia.

Para el cable coaxial y conductores que son controlados por uno de los límites de tensión del conductor NESC se recomienda que la tolerancia del flechado no sea mayor que 40mm de alto o 40mm de bajo.

4.12 CUANDO AMARRAR EL CONDUCTOR

Después que los cables son tirados hasta el flechado, deben ser dejados de una a cuatro horas ó mas, dependiendo de la longitud del tiro, para permitir que el cable "asiente".

El cable coaxial no debe ser amarrado hasta que el cable haya tenido tiempo de asentarse, sino habrá un esfuerzo desbalanceado en los postes, estructuras y cables.

4.13 METODO DEL BLANCO DIRECTO PARA LA INSPECCION DEL FLECHADO

Usando este método, se pone un blanco a una distancia igual al flechado dejando bajo el soporte del cable de una estructura. Después se da un vistazo desde la estructura adyacente a una distancia igual debajo de su soporte y el cable es flechado hasta la línea del vistazo (ver Figura 4.8).

En tramos largos, se vuelve difícil observar el cable a puro ojo, a menos que se use algún instrumento óptico. Bajo ciertas condiciones anteojos de larga vista ó un telescopio pueden ser útiles. Este método para flechar el cable probablemente sea el más exacto cuando se tenga bastante cuidado al colocar los blancos.

La dimensión "D" debe de ser la distancia medida debajo del soporte del cable usado durante el flechado, es decir el rodillo del carrocín del tendido. La dimensión "D" es el valor del flechado para el tramo "A". Si el ángulo de inclinación θ es mayor que 10 grados, "D" debe de ser corregida dividiendo por el coseno del ángulo θ .

Si la temperatura cambia un poco después que el blanco y la vista han sido localizados, más que reubicar ambos puntos, es más recomendable mover el blanco ó la vista hacia arriba o hacia abajo una distancia equivalente al doble del valor del crecimiento ó aumento en el flechado causado por el cambio de la temperatura.

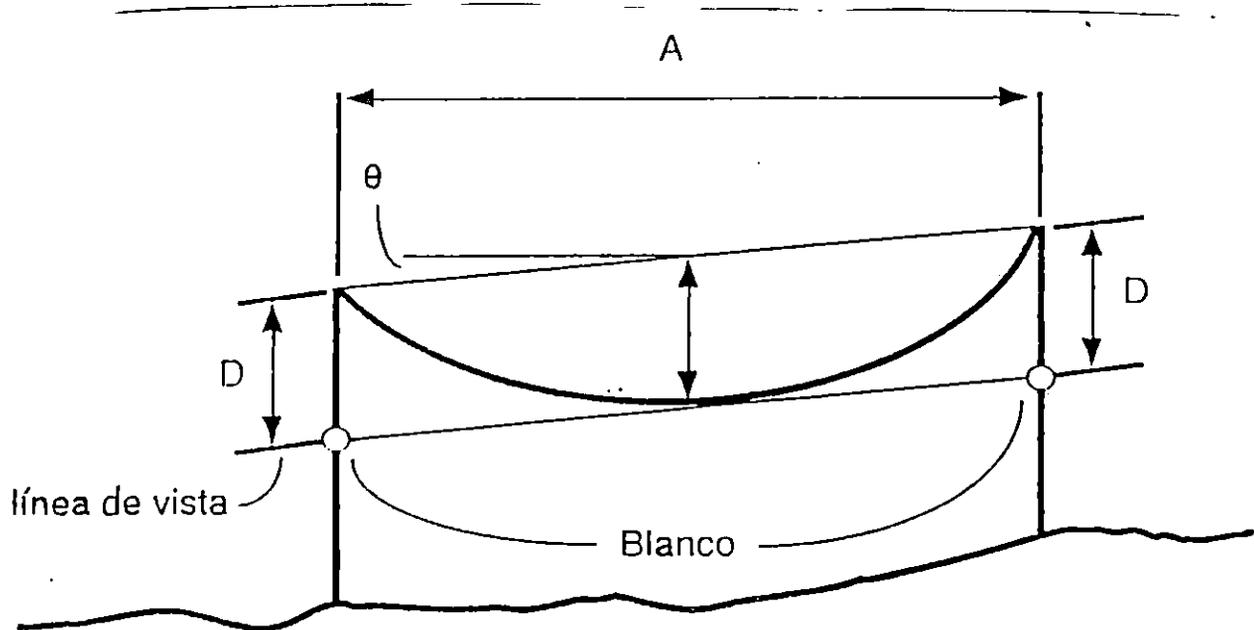


FIGURA 4.8 Método del blanco directo para la inspección del flechado.

4.14 RETENIDAS

El porcentaje de estructuras de cable de TV, que llevan retenidas, es relativamente pequeño. No obstante, desde el punto de vista del esfuerzo de la línea son los más importantes.

Para nuestro análisis particular, los casos que se le darán mayor importancia serán los remates y cruces con ángulo grande que sean provocados específicamente por el cable de TV. Aunque el cable primario y secundario tengan su propia retenida.

4.14.1 RETENIDA PARA ANGULO

Es importante colocar retenidas en un ángulo lo más próximo a la bisectriz del ángulo de la línea como sea práctico. Si se usa un teodolito para estaquear la línea, se hace la bisectriz en cada uno de los ángulos colocando el instrumento en el

centro del ángulo. La estaca o estacas se colocan a lo largo de la línea de la bisectriz, según lo determine el número de anclas requeridas para el ángulo de la línea. Cualquier ramal ó derivación en la línea bisectriz tenderá a inclinar el poste y reducirá la tensión de la retenida.

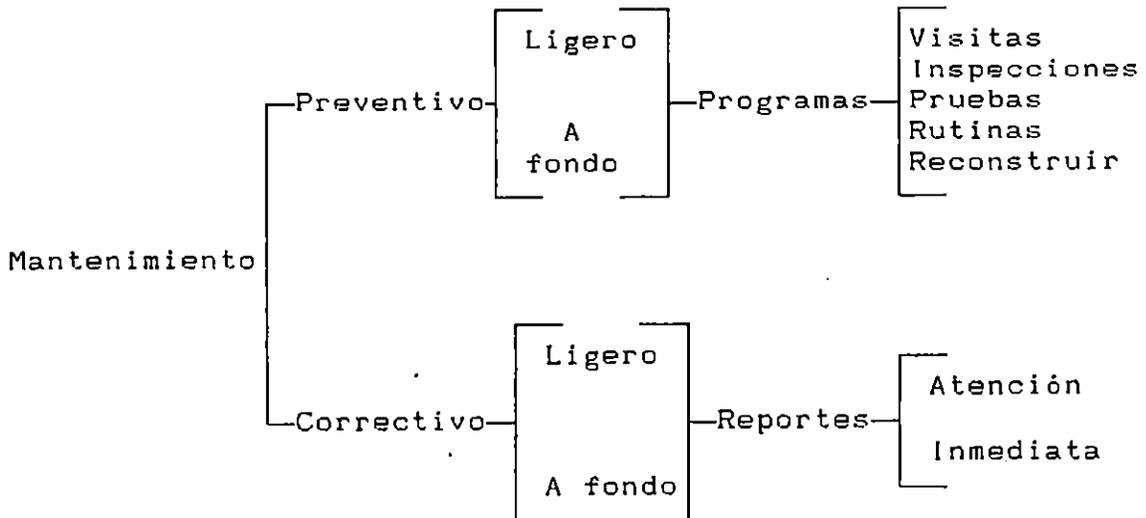
4.14.2 RETENIDA PARA REMATE

Las retenidas para remate de la estructura son fijados en la línea con el cable coaxial tan cerca como práctico. Cualquier desviación en la misma dirección del remate reduce la capacidad de la retenida. Es especialmente importante instalar en lo posible, retenidas con pendiente 1.1 para estructuras de remate.

4.15 MANTENIMIENTO

Se puede considerar que el Mantenimiento es la serie de trabajos que hay que realizar en algún dispositivo, equipo o instalación, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.

La división de Mantenimiento se muestra en el cuadro sinóptico siguiente:



Debemos hacer incapié en que el punto de vista del Mantenimiento debe ser tomado con respecto al servicio. Cuando un dispositivo (equipo) está funcionando y está suministrando un servicio; los trabajos que se ejecutan en este dispositivo para mantenerlo en servicio serán considerados de Mantenimiento Preventivo.

En el caso de que la falla que se presenta suspenda la prestación del servicio, los trabajos en dicho dispositivo serán de Mantenimiento Correctivo.

4.15.1 EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Consiste en la serie de trabajos que es necesario desarrollar en algún dispositivo (equipo) o instalación para evitar que ésta pueda interrumpir el servicio que proporciona. Esta serie de trabajos generalmente se toma de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, y los puntos de vista que hacen los técnicos de Mantenimiento. La clase de estos trabajos varía, pero estudiándolos se pueden subdividir en dos grandes grupos, el primero de los cuales estará formado por los trabajos que no necesitan de conocimientos profundos o herramientas especiales para ser atendidos (Mantenimiento Preventivo Ligero), y el segundo grupo lo formarán los trabajos en los cuales es necesario el empleo de personal y herramientas especializadas (Mantenimiento Preventivo A fondo).

La ejecución del Mantenimiento Preventivo, ya sea ligero o a fondo, debe llevarse a cabo por medio de programas, es decir debe planearse, por eso éste es más barato que el Mantenimiento Correctivo.

Los programas se dividen:

1) Programas de Visitas.- Estas son listas de los lugares o dispositivos a los cuales debe dirigirse el personal de mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se haya estimado necesaria, para desarrollar los trabajos de mantenimiento recomendados por el fabricante (de los dispositivos), y la propia experiencia de los técnicos de mantenimiento en la especialidad.

2) Programas de Inspecciones, Pruebas y Rutinas.- Son listas que indican las partes de un dispositivo o equipo que hay que inspeccionar, probar o rutinar; generalmente presentan lugares para anotaciones sencillas durante todo un año.

3) Programas de Reconstrucción.- Estos programas indican por quien y cuando se debe hacer cada trabajo, cuando debe empezarse y cuando terminarse.

Debido a que el Sistema de Televisión por Cable es bastante amplio, se hace necesario implementar un buen programa de Mantenimiento Preventivo, tomando en cuenta lo descrito sobre este tipo de mantenimiento, así como, las fallas más frecuentes que se dan en el sistema de CATV y que se presentan en la TABLA 4.2. Sin embargo, en la TABLA 4.1 se sugiere una programación de mantenimiento y no se debe olvidar llevar listas de los lugares, equipo y dispositivos que han sido revisados.

ELEMENTOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DISPOSITIVOS ACTIVOS	Cada 20 días
DISPOSITIVOS PASIVOS	Mensualmente
HEADEND	Diariamente

TABLA 4.1 Mantenimiento Preventivo.

4.15.2 EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es la serie de trabajos que es necesario ejecutar en las instalaciones, dispositivos o equipo, cuando éstos dejan de proporcionar el servicio para el cual han sido diseñados, es decir, cuando ya es necesario recuperar el servicio.

También éste mantenimiento se divide en Mantenimiento Correctivo Ligero y Mantenimiento Correctivo A fondo, dependiendo de la importancia de los trabajos que se deban desarrollar para corregir la falta. También en este caso, este mantenimiento puede ser atacado por dos tipos de personal: el de escasa preparación atenderá el Mantenimiento Correctivo Ligero; el personal especializado tendrá que atender el Mantenimiento Correctivo A fondo o ambos.

El Mantenimiento Correctivo se controla por medio de reportes "Dispositivos o Equipo fuera de servicio", los cuales deben ser atendidos de inmediato.

Para llevar un buen control del Mantenimiento, a continuación se presentan las tablas con las fallas más frecuentes en el sistema de Televisión por Cable (CATV):

TABLA 4.2 FALLAS MAS FRECUENTES EN EL SISTEMA DE CATV

FALLA	CAUSA	CORRECCION
Sin señal a la salida del Amplificador.	Cable desconectado.	- Conectar adecuadamente el cable al Amplificador y revisar si no hay cable cortado.
	Fusibles defectuosos (Abiertos).	- Comprobar los fusibles ó cambiarlos.
	Conexiones del Amplificador equivocadas.	- Comprobar las conexiones con el esquema de conexiones del Amplificador.
	No hay voltaje.	- Revisar cables y voltajes anteriores y verificar que otros elementos no estén quemados.
	Circuito abierto en el Amplificador.	- Localizar los circuitos abiertos.
Señal alta en la salida del Amplificador.	Amplificador defectuoso.	- Proceder a su reparación o cambiar de Amplificador.
	Cambio de temperatura ambiente.	- Revisar voltaje en Amplificador para verificar funcionamiento del AGC (Control Automático de Ganancia) y verificar módulo del Amplificador, si es necesario reemplazarlo.
Doble imagen en pantalla de TV.	Reflexiones en el cable.	- Constatar que todos los cables que terminan en Derivadores, tengan un terminador de 75 ohmios y revisar que los cables no estén cortados. - Verificar señal en c/u de los canales para comprobar si no existe sobremodulación (incremento de señal) en alguno de ellos.

FALLA	CAUSA	CORRECCION
Interferencia en alguno de los canales.	Descalibración del equipo del HEADEND.	- Ajustar el modulador de dicho canal y verificar temperatura del local del HEADEND.
Interferencia en canales locales.	Mala conexión o cable defectuoso.	- Revisar todas las conexiones del cable coaxial y el cable en sí, por posibles daños. - Verificar nivel de señal en banda baja.
No hay señal a la entrada del Amplificador.	Cable completamente cortado.	- Reemplazar cable.
	Falta de voltaje en algún Amplificador precedente.	- Confirmar funcionamiento de Fuentes de Poder.
Señal intermitente en todos los canales..	Cortocircuito en el cable coaxial.	- Revisar cables cercanos a la zona afectada.
Aparición de cuadros de codificación en la imagen (de colores).	Mala recepción en las Antenas Parabólicas en el HEADEND.	- Verificar orientación de las Antenas Parabólicas. - Comprobar que el LNA se encuentre libre de cualquier obstáculo físico. - Revisar que no se tengan motores de combustión trabajando cerca de la Antena Parabólica.
Recepción nevada en algunos o todos los canales.	Señal baja del nivel nominal.	- Revisar señal de salida en el derivador(TAP). - Verificar y ajustar señal de salida en el Amplificador. - Examinar el cable de acometida y sus conexiones.
Señal baja en la salida del Amplificador.	Voltaje demasiado bajo.	- Medir el voltaje del Amplificador y revisar el dispositivo Power Supply para verificar si esta rectificando adecuadamente.
	Conexión floja entre conector y cable.	- Apretar las conexiones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Los dispositivos del Sistema de CATV, proporcionan grandes ventajas para su instalación, ya que todos los dispositivos traen marcados en sus carcasas los terminales de entrada(IN) y salida(OUT) de la señal, por consiguiente, se obtiene la correcta instalación del cable coaxial a su respectivo terminal.

2.- Se hace necesario inspeccionar los lugares donde se ha instalado el cable coaxial del Sistema de CATV, para evaluar si existe la necesidad de instalar retenidas a los postes que han sido sobrecargados por los nuevos cables.

3.- La tabla de fallas más frecuentes proporcionada en el documento, tiene como propósito establecer una guía para todas aquellas personas que no estén familiarizados con este sistema y así poder organizar un buen programa de Mantenimiento para el buen funcionamiento de este sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

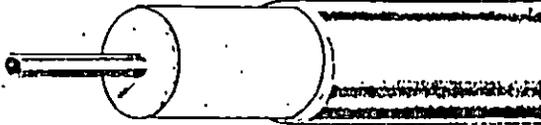
- 1.- "CONARA". MANUAL DE NORMAS ELECTRICAS. "NRECA"
- 2.- CONTINENTAL CABLEVISION CORPORATION
" MASTER TECHNICAL MANUAL "

ANEXOS

TRUNK CABLE

625CA Series Copper Clad Parameter III® Coaxial Cable

P-3 75-625CA

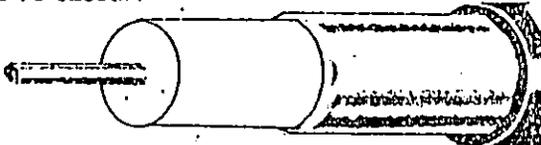


Copper clad aluminum center conductor; expanded polyethylene dielectric; solid aluminum sheath; center conductor 0.137" (3.48mm) nominal; nom. O.D., 0.625" (15.88mm).

Also available with tracer as P-3 75-625CAT.

AC No. 048165 Vendor No. P-3 75-625CA

P-3 75-625JCA



Similar in construction to P-3 75-625CA, except with 0.050" (1.27mm) outer jacket of black high molecular weight polyethylene. Nominal O.D., 0.725" (18.42mm). Also available with tracer as P-3 75-625JCAT.

AC No. 059224 Vendor No. P-3 75-625JCA

P-3 75-625JCASS

Similar in construction to P-3 75-625JCA, except with Migra-Heal compound between jacket and aluminum sheath.

AC No. 040992 Vendor No. P-3 75-625JCASS

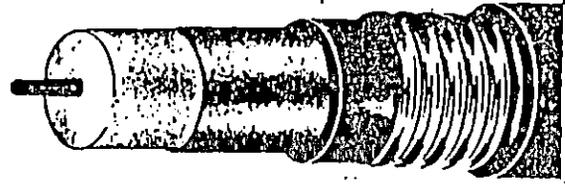
Physical Dimensions

*Center Conductor Diameter	0.137" ± 0.001"
	(3.48mm ± 0.03mm)
*Nominal Diameter Over Dielectric	0.563" (14.30mm)
Diameter Over Shield	0.625" ± 0.006"
	(15.88mm ± 0.18mm)
*Nominal Shield Thickness	0.031" (0.79mm)
Nominal Diameter Over Jacket	0.725" (18.42mm)
*Nominal Jacket Wall Thickness	0.050" (1.27mm)
*Nominal Diameter Over Corrugated Armor	0.795"
	(20.19mm)
Nominal Shield Thickness	0.008" (0.20mm)
Nominal Diameter Over Outer Jacket	0.875" (22.23mm)
Nominal Thickness of Outer Jacket	0.040" (1.02mm)
Diameter of Steel Messenger	0.109" (2.77mm)

Mechanical Characteristics

Minimum Bending Radius Without Armor	9.0" (22.9cm)
With Armor	11.5" (29.2cm)
Pulling Tension	295 lbs. (134 kg)
Minimum Breaking Strength of Messenger	1800 lbs. (816 kg)

P-3 75-625JACASS

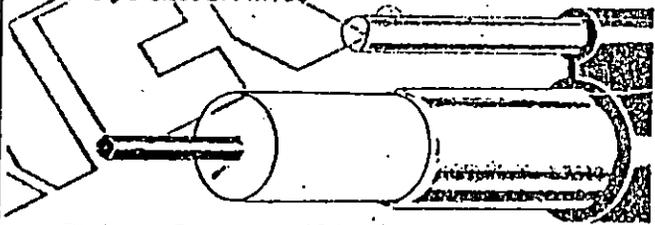


Similar to P-3 75-625JCA, except with 0.006" (0.15mm) corrugated chrome plated steel armor applied longitudinally, coated on outside with 0.002" (0.05mm) heat sealable film which bonds to outer jacket and seals edges to form an effective moisture barrier and provide mechanical protection. Nominal O.D., 0.875" (22.23mm).

AC No. 308-059-0625JACASS

Vendor No. P-3 75-625JACASS

P-3 75-625JCA-M109



Similar to P-3 75-625JCA, except with "Figure 8" construction with 0.109" (2.77mm) galvanized steel messenger.

AC No. 048559 Vendor No. P-3 75-625JCA-M109

Electrical Characteristics

Capacitance	15.3 ± 1.0 pF/ft. (50 ± 3 nF/km)
Impedance	75 ± 2 ohms
Velocity of Propagation	87%
Maximum DC Resistance @68°F. (20°C.)	
Inner Conductor	0.84 ohms/1000' (2.76 ohms/km)
Outer Conductor	0.23 ohms/1000' (0.75 ohms/km)
Loop	1.07 ohms/1000' (3.51 ohms/km)

Attenuation [@68°F. (20°C.)]

Frequency (MHz)	Maximum (dB/100 ft.)	Maximum (dB/100 m.)	Frequency (MHz)	Maximum (dB/100 ft.)	Maximum (dB/100 m.)
5	0.13	0.43	220	0.94	3.08
30	0.34	1.12	250	1.00	3.28
45	0.41	1.34	270	1.05	3.44
50	0.44	1.44	300	1.10	3.61
55	0.46	1.51	325	1.15	3.77
83	0.57	1.87	350	1.20	3.94
108	0.65	2.13	375	1.23	4.03
150	0.77	2.53	400	1.28	4.20
181	0.85	2.79	425	1.32	4.33
193	0.88	2.89	450	1.35	4.43
211	0.92	3.02	...	—	—

FEEDER CABLE

500CA Series Copper Clad Parameter III® Coaxial Cable

P-3 75-500CA

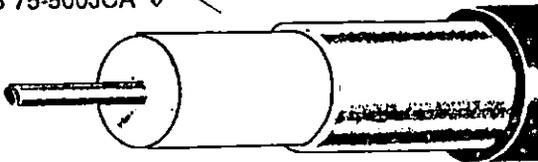


Copper clad aluminum center conductor; expanded polyethylene dielectric; solid aluminum sheath; center conductor 0.111" (2.82mm) nominal; nom. O.D., 0.500" (12.70mm).

Also available with tracer as P-3 75-500CAT.

AC No. 308-059-0500CA Vendor No. P-3 75-500CA

P-3 75-500JCA



Similar in construction to P-3 75-500CA, except with 0.050" (1.27mm) outer jacket of black high molecular weight polyethylene. Nominal O.D., 0.600" (15.24mm).

Also available with tracer as P-3 75-500JCAT.

AC No. 308-059-0500JCA Vendor No. P-3 75-500JCA

P-3 75-500JCASS

Similar in construction to P-3 75-500JCA, except with Migra-Heal compound between jacket and aluminum sheath.

AC No. 038762 Vendor No. P-3 75-500JCASS

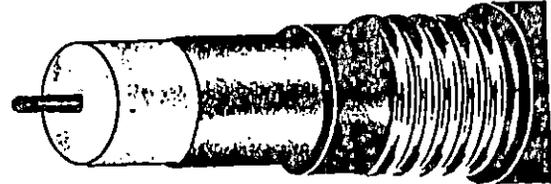
Physical Dimensions

Center Conductor Diameter	0.111" ± 0.001"
	(2.82mm ± 0.03mm)
Nominal Diameter Over Dielectric	0.450" (11.43mm)
Diameter Over Shield	0.500" ± 0.007"
	(12.70mm ± 0.18mm)
Nominal Shield Thickness	0.025" (0.64mm)
Nominal Diameter Over Jacket	0.600" (15.24mm)
Nominal Jacket Wall Thickness	0.050" (1.27mm)
Nominal Diameter Over Corrugated Armor	0.675"
	(17.15mm)
Nominal Shield Thickness	0.008" (0.20mm)
Nominal Diameter Over Outer Jacket	0.755" (19.18mm)
Nominal Thickness of Outer Jacket	0.040" (1.02mm)
Diameter of Steel Messenger	0.109" (2.77mm)

Mechanical Characteristics

Minimum Bending Radius Without Armor	8.0" (20.3cm)
With Armor	10.5" (26.7cm)
Pulling Tension	200 lbs. (91 kg)
Minimum Breaking Strength of Messenger	1800 lbs. (816 kg)

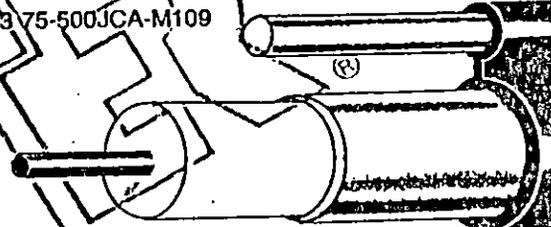
P-3 75-500JACASS



Similar to P-3 75-500JCASS, except with 0.006" (0.15mm) corrugated chrome plated steel armor applied longitudinally, coated on outside with 0.002" (0.05mm) heat sealable film which bonds to outer jacket and seals edges to form an effective moisture barrier and provide mechanical protection. Nominal O.D., 0.755" (19.18mm).

AC No. 308-059-0500JACASS Vendor No. P-3 75-500JACASS

P-3 75-500JCA-M109



Similar to P-3 75-500JCA, except with "Figure 8" construction with 0.109" (2.77mm) galvanized steel messenger.

AC No. 039056 Vendor No. P-3 75-500JCA-M109

Electrical Characteristics

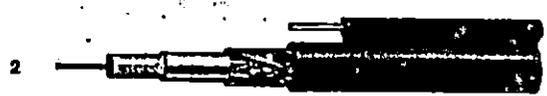
Capacitance	15.3 ± 1.0 pF/ft. (50 ± 3 nF/km)
Impedance	75 ± 2 ohms
Velocity of Propagation	87%
Maximum DC Resistance @68°F. (20°C.)	
Inner Conductor	1.28 ohms/1000' (4.20 ohms/km)
Outer Conductor	0.40 ohms/1000' (1.31 ohms/km)
Loop	1.68 ohms/1000' (5.51 ohms/km)

Attenuation [@68°F. (20°C.)]

Frequency (MHz)	Maximum (dB/100 ft.)	Maximum (dB/100 m.)	Frequency (MHz)	Maximum (dB/100 ft.)	Maximum (dB/100 m.)
5	0.16	0.52	220	1.11	3.64
30	0.40	1.31	250	1.20	3.94
45	0.49	1.61	270	1.24	4.07
50	0.52	1.71	300	1.31	4.30
55	0.54	1.77	325	1.37	4.49
83	0.66	2.17	350	1.43	4.69
108	0.75	2.46	375	1.47	4.82
150	0.90	2.95	400	1.53	5.02
181	1.00	3.28	425	1.57	5.15
193	1.03	3.38	450	1.63	5.35
211	1.09	3.58	...	—	—

DROP CABLE 6/U & 11/U TYPES

Cell-O-Air® Foam Dielectric - Non-Bonded Foil



Messenger



Non-Messenger

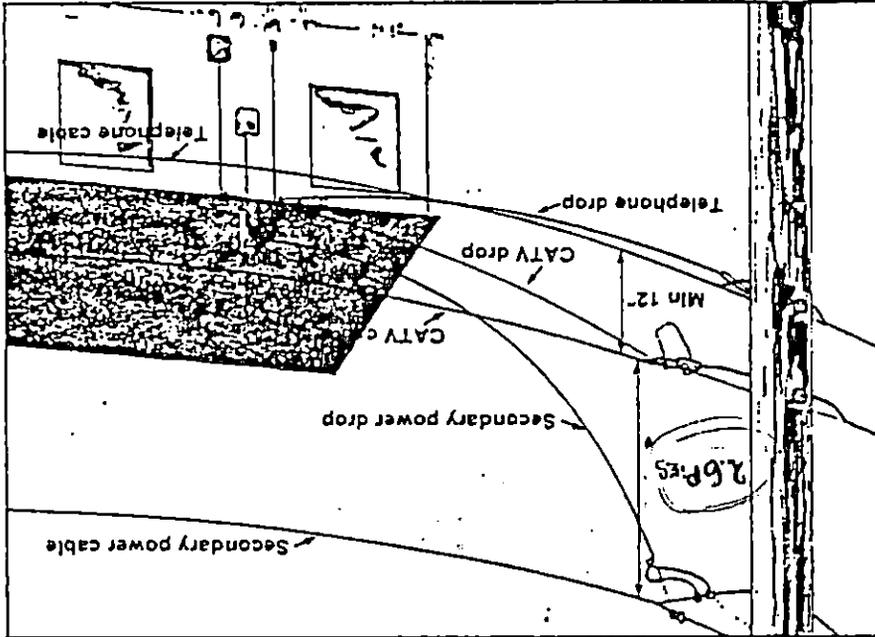
6 Series - Basic Construction: Nom. 0.040" (1.02mm) copper covered steel center conductor; gas expanded polyethylene dielectric; inner shield aluminum-polypropylene-aluminum laminated non-bonded tape with overlap; outer shield of 34 AWG bare aluminum braid wire; jacket of black polyvinylchloride or polyethylene (flooded). Nom. OD 0.272" (6.91mm).

11 Series - Basic Construction: Nom. 0.064" (1.63mm) copper covered steel center conductor; gas expanded polyethylene dielectric; inner shield aluminum-polypropylene-aluminum laminated non-bonded tape with overlap; outer shield of 34 AWG bare aluminum braid wire; jacket of black polyvinylchloride or polyethylene (flooded). Nom. OD 0.405" (10.29mm).

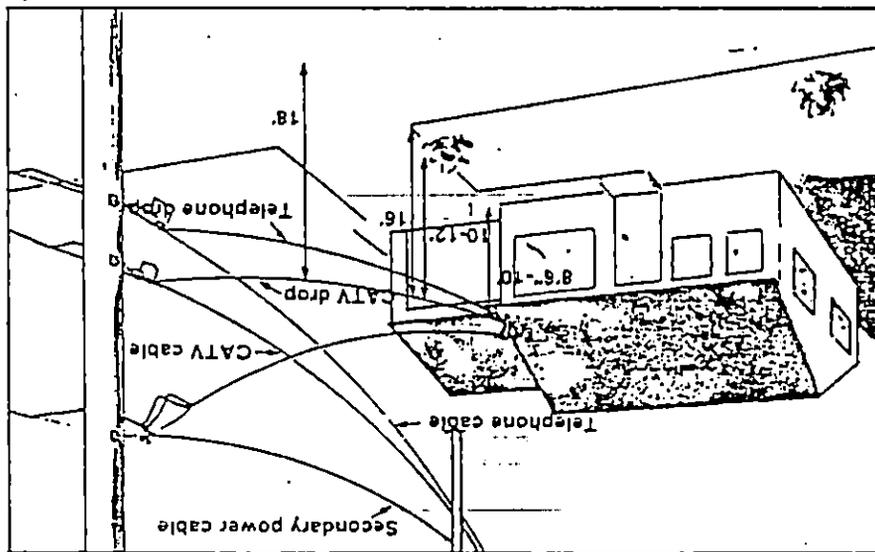
AC No.	Comm/Scope	Vendor No.	Fig. No.	Belden AC No.	Belden Vendor No.	Belden Fig. No.	Description	Appx. Shlp. Wt. Lbs./1000' kg./km.	
6 Series — 40% Braid Coverage									
038740		F640V	1	.....	.....	.....	See basic construction, vinyl jacket*	29	44
038743		F640VM	2	.....	.....	.....	Vinyl jacket, 0.051" messenger	42	62
038742		F640EF	1	.....	.....	.....	Flooded, polyethylene jacket	27	41
6 Series — 60% Braid Coverage									
041559		F660V	1	.....	.....	.....	See basic construction, vinyl jacket*	31	46
040522		F660VM	2	.....	.....	.....	Vinyl jacket, 0.051" messenger	43	64
308-011-F2-660V		F2-660V	3	.....	.....	.....	Dual, vinyl jacket*	60	89
041127		F660EF	1	323-059-1818-B	9587	1	Flooded, polyethylene jacket	28	42
308-086-0606		F2-660EF	3	308-011-1186-B	9586	1	Same as 323-059-1818-B except polypropylene dielectric	55	81
6 Series — 90% Braid Coverage									
308-086-0612		F690V	1	.....	.....	.....	See basic construction, vinyl jacket*	33	49
308-086-0613		F690VM	2	.....	.....	.....	Vinyl jacket, 0.051" messenger	45	67
308-086-0614		F690EF	1	.....	.....	.....	Flooded, polyethylene jacket	35	52
11 Series — 60% Braid Coverage									
038752		F1160V	1	.....	.....	.....	See basic construction, vinyl jacket*	50	74
039902		F1160VM	2	.....	.....	.....	Vinyl jacket, 0.051" messenger	97	145
042616		F1160EF	1	.....	.....	.....	Flooded, polyethylene jacket	56	84

*Standard black polyvinylchloride jacket. Also available in beige and white upon request.

Building-attachment clearances for both a front and rear installation.

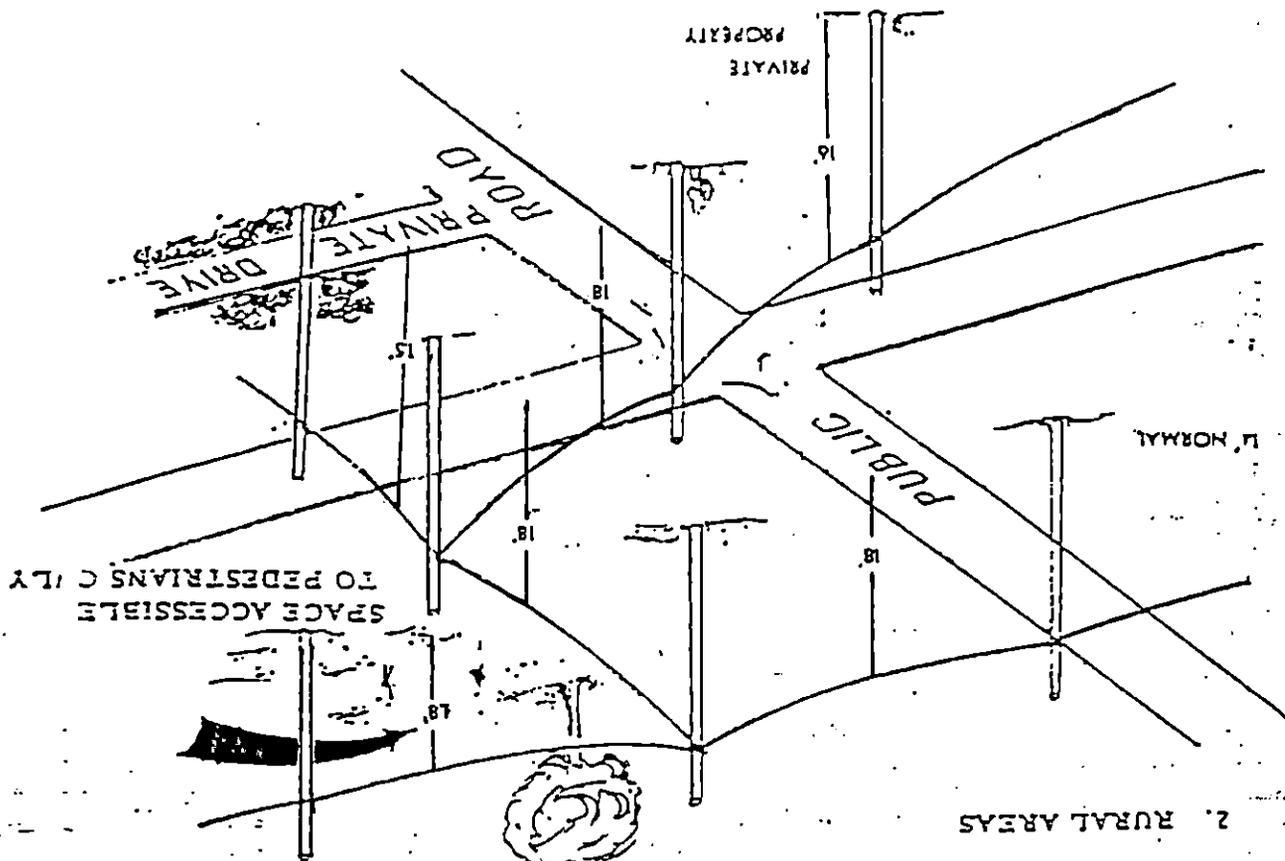


Rear installation

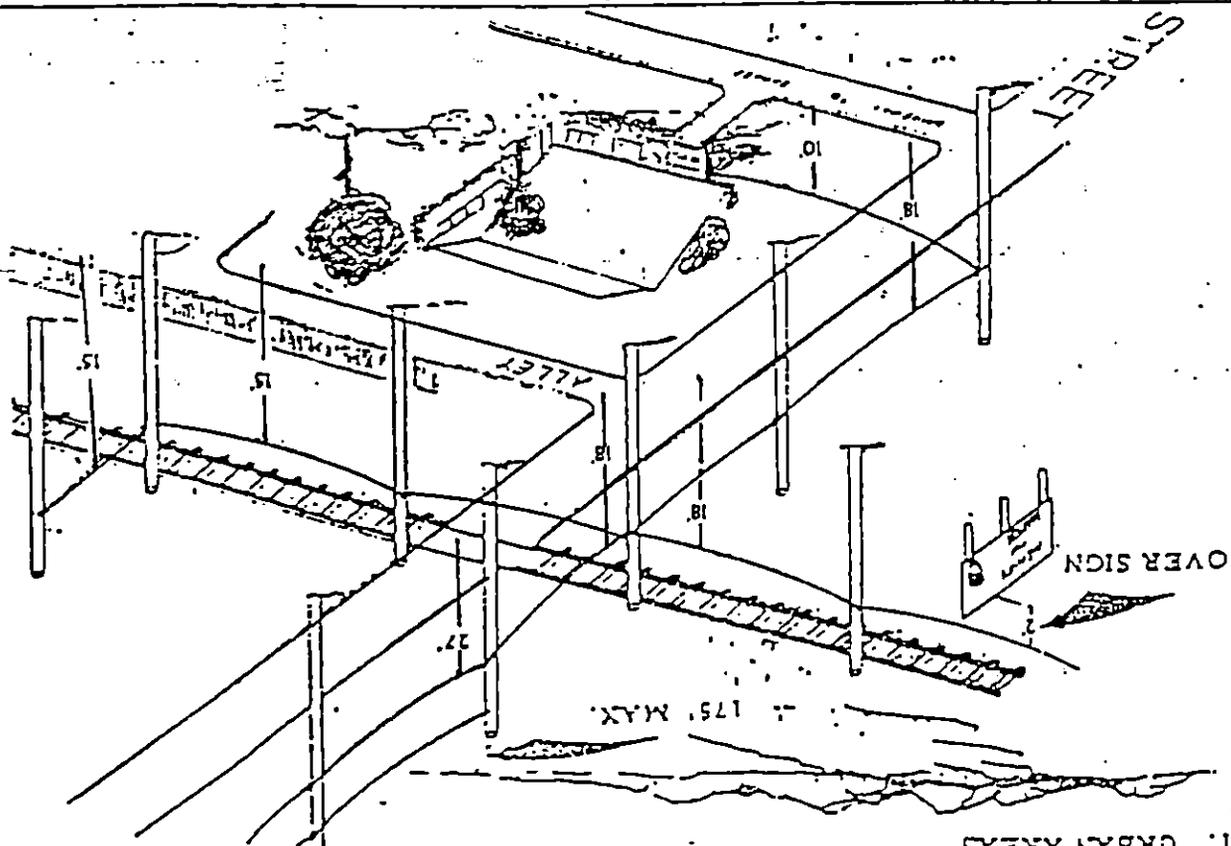


Front installation

VERTICAL CLEARANCES



2. RURAL AREAS



1. URBAN AREAS

GLOSARIO

ABSORCION: Disipación o pérdida de energía electromagnética en el medio a través del cual se propaga una onda. Esta energía se transforma en calor por efecto Joule a causa de las corrientes inducidas en el material. Se mide en decibelios (dB).

ABSORCION DIELECTRICA: Fenómeno físico por el cual un dieléctrico no restituye todas las cargas creadas por un campo eléctrico aplicado cuando éste cesa.

ACOPLAMIENTO: Asociación de dos o más circuitos de modo que se establece una transferencia de energía entre ellos.

ACOPLAMIENTO CAPACITIVO: Asociación de dos o más circuitos debida a la existencia de capacitancias mutuas entre ellos.

ACOPLAMIENTO DIRECTO: Asociación de dos o más circuitos debida a la existencia de inductancias, capacidades o resistencias comunes a ellos.

ACOPLAMIENTO ELECTROMAGNETICO: Ver ACOPLAMIENTO POR RADIACION.

ACOPLAMIENTO ELECTROSTATICO: Ver ACOPLAMIENTO CAPACITIVO.

ACOPLAMIENTO INDUCTIVO: Asociación de dos o más circuitos debida a la existencia de inductancias mutuas entre ellos.

ACOPLAMIENTO MAGNETICO: Ver ACOPLAMIENTO INDUCTIVO.

ACOPLAMIENTO POR CONDUCCION: Ver ACOPLAMIENTO DIRECTO.

ACOPLAMIENTO POR RADIACION: Asociación entre dos o más circuitos debida al intercambio entre ellos de energía bajo la forma de radiación electromagnética.

AISLAMIENTO: Interrupción de la continuidad óhmica.

ALIMENTADOR (FEEDHORN): Dispositivo que capta las señales de microondas reflejadas por la superficie de la antena. Se instala en el foco de las antenas parabólicas de un solo foco.

AMPLIFICADOR: Dispositivo usado para levantar la potencia de una señal electrónica. Los amplificadores están espaciados a intervalos por todo el sistema de cable, para reconstruir la potencia de las señales de televisión, las cuales se debilitan cuando pasan a través de la red de cable.

ANTENA: Dispositivo que concentra y enfoca energía electromagnética. Logrando en este proceso una ganancia de energía, que es proporcional al área superficial en el caso de una antena de microondas.

ANCHO DE BANDA(de una señal): El intervalo de frecuencias fuera del cual el espectro de una señal es menor que una fracción especificada del valor máximo.

ANCHO DE BANDA(de un dispositivo): El margen de frecuencias para las cuales las características de funcionamiento de un dispositivo están dentro de los límites especificados.

APANTALLAMIENTO: Elementos metálicos que se insertan alrededor de los dispositivos que se desea proteger contra los efectos de un campo. El apantallamiento actúa absorbiendo o reflejando parte de la energía contenida en un campo. En el caso de un campo eléctrico se habla de APANTALLAMIENTO ELECTROSTATICO; en el caso de un campo magnético, de APANTALLAMIENTO MAGNETICO.

ATENUACION: Disminución de amplitud de una magnitud física cuando se transmite de un punto a otro. Se expresa en decibelios (dB).

AUDIO: Las componente auditiva de una señal de televisión; también, transmisión

auditiva tal como la de la radio AM y FM.

BANDA C (C-BAND): Es la banda de frecuencias de 3.7 a 4.2 GHz, en la que trabajan algunos satélites

BANDA PASANTE: Banda de frecuencia dentro de la cual un dispositivo funciona de acuerdo con unas características especificadas. Ver ANCHO DE BANDA.

BLINDAJE: Ver APANTALLAMIENTO.

BUS: Conductor utilizado para establecer una conexión eléctrica común a varios dispositivos.

CABLE: Conjunto de uno o más conductores, generalmente provistos de una capa de material protector, con una organización tal que permite usar los conductores separadamente o por grupos.

CABLE COAXIAL: Es un cable constituido por un conductor central y otro concéntrico externo con un dieléctrico o una combinación aire-dieléctrico entre ellos. El conductor externo actúa como apantallamiento electrostático, y puede ser una malla tejida o una lámina metálica.

CAMPO CERCANO: Región alrededor de un cuerpo radiante de energía electromagnética en la cual la intensidad del campo magnético o eléctrico varía en relación inversa al cuadrado o al cubo de la distancia a la antena, respectivamente. Se considera que el campo cercano termina cuando la distancia es de tres a cinco veces la longitud de onda a la frecuencia fundamental de radiación. En esta región el campo está determinado por la geometría del cuerpo emisor.

CAMPO ELECTRICO: La modificación del espacio que crea una carga eléctrica, según la cual sobre toda otra carga eléctrica se ejercerá una fuerza. La intensidad del campo es la magnitud, en V/m, de la fuerza que experimentaría una carga positiva a una distancia especificada de la carga eléctrica que

crea el campo.

CAMPO LEJANO: Región en la cual la intensidad del campo magnético y del campo eléctrico de una radiación electromagnética varían inversamente a la distancia al foco emisor. Empieza donde termina el campo cercano y se extiende hasta el infinito. En esta región el campo está determinado por las características de propagación del medio.

CAMPO MAGNETICO: La modificación del espacio que crea una carga magnética (una corriente en movimiento), según la cual sobre toda otra carga magnética se ejercerá una fuerza. La intensidad del campo es la magnitud, AV/m, de la fuerza que experimentaría un polo norte magnético a una distancia especificada de la carga magnética que crea el campo.

CAMPO RADIADO: Conjunto de un campo eléctrico y de un campo magnético que componen una onda electromagnética. Los campos se encuentran en un plano normal a la dirección de propagación, son perpendiculares entre sí, están en fase y su magnitud mantiene una relación constante.

CAPACIDAD PARASITA: Capacidad distribuida que representa el efecto de inducción electrostática entre los conductores eléctricos de un sistema.

CARGA ELECTROSTATICA: Carga eléctrica acumulada en un objeto, generalmente por fricción o por transferencia desde otro objeto cargado.

CARGAS TRIBOELECTRICAS: Se dice de las cargas eléctricas generadas (separadas) por un proceso de contacto y separación.

CASCADA: Cualquier número de amplificadores que están en serie o en una configuración en línea sencilla.

CIRCUITO EQUILIBRADO: Circuito simétrico con respecto a masa, cuando la impedancia a masa desde cada uno de los terminales está equilibrada.

CIRCUITO FLOTANTE: Circuito que no tiene ninguno de sus puntos conectado a tierra a través de alguna impedancia definida.

CNR (CARRIER TO NOISE RATIO): RELACION PORTADORA-RUIDO: Es la razón entre la potencia de la portadora recibida y la potencia del ruido en un ancho de banda determinado.

COMPATIBILIDAD: Capacidad de varios sistemas o mecanismos para coexistir en armonía.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA: Es una medida de la capacidad de un equipo para no radiar ni conducir energía electromagnética, o para no ser susceptible a tal tipo de energía producida por otros equipos o por un ambiente electromagnéticamente agresivo.

CONDUCTANCIA: Una medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica. Es recíproco de la resistencia del material, y se expresa en Siemens(mhos).

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA: Conductor utilizado para conectar equipos, dispositivos o sistemas de cables a un electrodo de tierra.

CONVERTIDOR: Dispositivo usado para convertir señales de televisión no de VHF dentro de canales de VHF estándar. Los convertidores también protegen las señales de la interferencia de señales locales fuertes.

CONTROL DE GANANCIA AUTOMATICA: Un circuito el cual automáticamente controla la ganancia de un amplificador, tanto que el nivel de salida de la señal esta virtualmente constante por la variación de los niveles de entrada de la señal.

CROSSTALK: Ver DIAFONIA.

DECIBELIO: Unidad adimensional, que expresa una relación de potencias. Se utiliza la abreviatura dB. Si P1 y P2 son dos potencias, su relación, en decibelios es:

$$N(\text{dB}) = 10 \log(P1/P2)$$

El decibelio se usa habitualmente para expresar las ganancias y pérdidas en las transmisiones.

DEGRADACION: Es una variación no deseada en las características de operación de un dispositivo. No siempre significa mal funcionamiento.

DESACOPAMIENTO: Acción de eliminar un acoplamiento.

DIAFONIA: Sonido parásito producido en un receptor electroacústico asociado a un canal dado, resultante de un acoplamiento con otro canal. Por extensión este término designa también la señal que se genera en un circuito perturbado por otro circuito próximo.

DISPOSITIVO PASIVO: Un circuito o red que no usa dispositivos activos tales como, tubos o transistores.

DISPOSITIVO ACTIVO: Cualquier circuito conteniendo dispositivos de amplificación, tales como tubos o transistores.

DISTORSION ARMONICA: Distorsión no lineal, caracterizada por la existencia, a la salida de un dispositivo, de componentes armónicos distintos del fundamental, cuando la entrada es sinusoidal.

DIVISOR (SPLITTER): Dispositivo pasivo el cual distribuye una señal de televisión llevada en el cable, en dos o más señales y las envía a un número de receptores simultáneamente.

EFFECTIVIDAD DE UN BLINDAJE: Medida de la atenuación o reducción de la intensidad de una radiación electromagnética en un punto causada por la inserción de un blindaje entre la fuente de radiación y dicho punto.

EFFECTO CORONA: Descarga eléctrica debida a la separación de electrones de los átomos ante un potencial elevado, y que no se completa por falta de un punto de

bajo potencial en las proximidades. Da lugar a una luz púrpura y a la formación de ozono.

ELECTRODO DE TIERRA: Conductor en estrecho contacto eléctrico con la tierra física, utilizado para mantener un potencial de referencia en los conductores conectados a él.

EMANACION: Energía electromagnética indeseable radiada o conducida por un sistema.

EMISION: Energía electromagnética propagada desde una fuente por radiación o conducción.

ENLACE DESCENDENTE: El circuito de comunicaciones entre un satélite y la recepción de la estación terrena.

ESD: «Electrostatic Discharge». Descarga electrostática, producida al entrar en contacto un equipo con un cuerpo que posee una carga electrostática elevada.

ESPECTRO: El conjunto de componentes de frecuencias individuales que forman una onda compleja.

ESTACION TERRENA: Es la estación completa de transmisión o recepción vía satélite, consistente de la antena, elementos electrónicos y los equipos afines, necesarios para recibir o transmitir señales vía satélite.

ESTADO SOLIDO: Un término tomado de la física, usado intercambiamente con la palabra transistorizado; también incluye otros elementos semiconductores, tales como diodos. Generalmente se refiere a equipo sin tubos.

FACTOR DE POTENCIA, FP: Es el coseno del ángulo de fase (ϕ) que existe entre la tensión aplicada a un componente pasivo y la corriente que circula por él.

FILTRO DE PASO ALTO: Un filtro que deja pasar las frecuencias superiores a una determinada, denominada frecuencia de corte, distinta de cero, hasta infinito.

FILTRO PASO BAJO: Un filtro que deja pasar las frecuencias desde cero hasta una determinada, denominada frecuencia de corte, no infinita.

FILTRO DE PASO DE BANDA: Un filtro que deja pasar las frecuencias comprendidas entre dos determinadas, denominadas frecuencias de corte, distintas ambas de cero y de infinito.

FILTRO DE RECHAZO DE BANDA: Un filtro que deja pasar todas las frecuencias excepto las comprendidas entre dos determinadas, denominadas frecuencias de corte, distintas ambas de cero y de infinito.

IMPEDANCIA: La oposición que presenta un circuito al paso de la corriente eléctrica. La impedancia se expresa en ohmios y es una combinación de la resistencia R y de la reactancia X, según la expresión:

$$\sqrt{R^2 + X^2}$$

IMPEDANCIA CARACTERISTICA DE UNA LINEA: La impedancia que tendría una línea de transmisión si tuviese una longitud infinita.

IMPEDANCIA CARACTERISTICA DE UN MEDIO DE PROPAGACION: Cociente entre las intensidades de los campos eléctrico y magnético en el campo lejano de una radiación electromagnética.

IMPEDANCIA DE ONDA: La relación compleja, en cada punto de cualquier plano especificado, de la componente transversal del campo eléctrico a la componente transversal del campo magnético en una línea de transmisión, teniendo en cuenta tanto la onda incidente como la reflejada.

INMUNIDAD: Capacidad de un equipo para seguir actuando correctamente en presencia de perturbaciones electromagnéticas. Es un concepto opuesto al de susceptibilidad.

INTELSAT (CONSORCIO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE): Entidad formada por 154 países cuyo objetivo común es de mejorar las comunicaciones vía satélite a nivel mundial.

INTENSIDAD DE CAMPO: Es una medida de la magnitud de un campo electromagnético. La medida puede realizarse sobre la componente eléctrica o sobre la componente magnética, y puede expresarse en V/m, A/m o W/m²; cualquiera de estas medidas se puede convertir a otra si se conoce la impedancia de onda.

INTERFERENCIAS ELECTROMAGNETICAS: Perturbaciones electromagnéticas no deseadas, conducidas o radiadas, periódicas o aleatorias, que pueden interferir en la operación de un dispositivo eléctrico o electrónico. Las perturbaciones pueden presentarse en cualquier zona del espectro de frecuencias.

INTERFERENCIAS POR RADIOFRECUENCIAS: Es un concepto similar al de INTERFERENCIAS ELECTROMAGNETICAS, pero restringido a la banda de radiofrecuencias, considerada generalmente entre 10 kHz y 10 GHz.

LINEA DE TRANSMISION: Camino que une dos puntos, utilizado para dirigir la transmisión de energía electromagnética entre ellos.

LINEA DE TRANSMISION ADAPTADA: Una línea de transmisión está adaptada cuando no existen reflexiones.

LINEA DE TRANSMISION COAXIAL: Línea de transmisión que consiste en dos o más conductores coaxiales cilíndricos.

LINEA DE TRANSMISION UNIPOLAR: Línea de transmisión en la que uno de los dos conductores está conectado a masa.

LNA (LOW NOISE AMPLIFIER): Denominado amplificador de bajo ruido, este dispositivo es usado para la recepción y amplificación de la señal débil del satélite reflejada por la antena y canalizada por un alimentador.

LONGITUD DE ONDA: En una onda periódica, es la distancia entre puntos de la misma fase en dos ciclos consecutivos. La longitud de onda (λ) está relacionada con la velocidad de propagación (c) y con la frecuencia (f) por la relación:
$$\lambda = c/f.$$

MICROONDAS: Es la gama de frecuencias que se extiende desde aproximadamente 500 MHz hasta 100 GHz.

MODULADOR: El equipo electrónico requerido para combinar señales de audio y video desde un estudio y convertirlas a radio frecuencias (RF) para la distribución en el sistema de cable. También, una muy poca potencia es usada por el generador de señal de televisión para proveer señales para la distribución en el sistema de cable.

MODULACION: Es el proceso mediante el cual se añade un mensaje a una onda portadora. Esta modulación se puede efectuar mediante la variación de la amplitud (AM) y la frecuencia (FM).

MASA: Potencial de referencia al que están referidas todas las señales y tensiones de un circuito o equipo electrónico.

ONDA PLANA: Onda electromagnética en la cual todos los puntos normales a la dirección de propagación están en fase.

ONDAS DE RADIO: Ondas electromagnéticas con frecuencias en el margen de 10 kHz a 100 GHz, que se propagan en el espacio sin necesidad de ninguna guía artificial.

PERDIDAS POR ABSORCION: Atenuación de una onda electromagnética al penetrar en un material, ocasionada por la inducción de corrientes, que disipan energía por efecto Joule. Se miden en decibelios (dB).

PERDIDAS POR REFLEXION: Relación entre la energía contenida por una radiación electromagnética incidente en la superficie de un blindaje y la reflejada. Las reflexiones están originadas por los

campos generados por las corrientes inducidas en el blindaje por las ondas incidentes. Se miden en decibelios (dB).

PERMEABILIDAD: Es la relación entre la inducción magnética B (en Gauss) resultante en un material y la intensidad del campo magnético H (en Oersted) aplicada al mismo. Es una medida de la capacidad magnética de un material.

PERMEABILIDAD RELATIVA: Medida de la capacidad relativa de un material para servir como conducto de líneas de fuerzas magnéticas, con respecto al vacío.

PERTURBACION: Fenómeno, transitorio o permanente, que altera el funcionamiento normal de un dispositivo o aparato.

PLANO DE MASA: Superficie o placa conductora que se utiliza como punto común de referencia para los potenciales eléctricos de un circuito, y como conductor común para los retornos de las señales.

POLARIZACION: Característica de las ondas electromagnéticas. En las transmisiones vía satélite se usan cuatro sentidos de polarización: Horizontal, Vertical, Circular a la derecha y Circular a la izquierda.

POTENCIA DE CABLE: Un método de suministrar potencia al equipo de estado sólido de CATV usando el cable coaxial para llevar ambas, señal y potencia simultáneamente.

PROFUNDIDAD DE PENETRACION: Distancia que debe desplazarse dentro de un determinado material una onda electromagnética plana antes de ser atenuada $1/e$, o, aproximadamente, un 37% de su valor original.

RADIACION: Energía electromagnética, tal como ondas de luz, ondas de radio, rayos X, infrarrojos u ondas térmicas, que se desplaza a través del espacio o de cualquier otro medio.

RADIOFRECUENCIA: Cualquier frecuencia en

la cual es posible la radiación de energía electromagnética. Generalmente se entiende cualquier frecuencia superior a 10 kHz.

REFLEXION: El cambio de dirección de la energía electromagnética en la superficie de un metal. La reflexión nunca es total, y parte de la energía se absorbe.

RESISTENCIA DE CONTACTO: La resistencia en ohmios entre dos objetos metálicos en contacto.

RFI: «Radio Frequency Interference».ver INTERFERENCIAS POR RADIOFRECUENCIAS.

RIGIDEZ DIELECTRICA: Máxima intensidad de campo eléctrico que un material aislante puede soportar antes de deteriorarse. Se mide en V/m.

RUIDO: Son las señales no deseadas que interfieren en la recepción de la señal de información deseada. El ruido se expresa en grados Kelvin o decibeles.

RUIDO BLANCO: Señal aleatoria con distribución de amplitudes gaussianas y densidad espectral constante con la frecuencia (en la banda de interés).

RUIDO ELECTRICO: Ver INTERFERENCIAS ELECTROMAGNETICAS.

RUIDO ROSA O 1/f: Señal aleatoria con distribución de amplitudes gaussianas y densidad espectral proporcional a $1/f$.

RUIDO TERMICO: Señal aleatoria que aparece en cualquier dispositivo, que disipa energía.

SELECTIVIDAD: La característica que determina la capacidad de un receptor de diferenciar entre las señales deseadas a una frecuencia dada y las interferencias a otras frecuencias distintas.

SENSIBILIDAD: La mínima señal de entrada a un dispositivo capaz de ocasionar una señal de salida con las características especificadas.

SINCRONIZACION: Mantenimiento simultáneo de las señales de audio y video para que sonido y película operen en fase.

SUBPORTADORA DE AUDIO: Es la onda portadora que transmite información de audio entre 5 y 8.5 MHz, en una transmisión vía satélite.

SUSCEPTIBILIDAD: Capacidad de un equipo para generar respuestas frente a interferencias, transitorios, emisiones de energía y, en general, frente a todo tipo de señales distintas a aquellas que están especificadas.

TAP: Dispositivo instalado en el cable alimentador el cual conecta el aparato de TV de la casa a la red de cable. También llamado Tap de Distribución o DT.

TELEVISION POR CABLE: Previamente llamado Community Antenna Television (CATV). Un sistema de comunicaciones el cual distribuye programas de transmisión y programas originales y lo sirve por medio de cable coaxial.

TERMINADOR: Carga resistiva para una línea abierta del coaxial para eliminar reflexiones; por lo general, acopladas capacitivamente para evitar cortos dentro del sistema de potencia del cable.

TIERRA: Potencial de referencia con respecto al cual se relacionan, voluntaria o involuntariamente, todas las tensiones de un sistema. En la mayoría de instalaciones es el potencial de la tierra física.

TRANSDUCTOR: Es todo dispositivo que detecta una magnitud física o química y proporciona una señal eléctrica correspondiente como respuesta.

VELOCIDAD DE PROPAGACION: Velocidad de la señal de transmisión. En el espacio libre, las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz. En cables coaxiales, esta velocidad es reducida. Comúnmente expresada como un porcentaje de la velocidad en el espacio libre.

VIDEO: Los componentes visuales de una señal de televisión.

UMBRAL (THRESHOLD): Es la entrada mínima de señal con relación al ruido para que un receptor de video, pueda presentar una imagen aceptable.