



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán"

**PROYECTO DE UN SISTEMA DE RADIOTELEFONIA
MOVIL PARA LOS FERROCARRILES NACIONALES
DE MEXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

César Ortega Rubalcava

Mario Pérez Curiel



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION.....	5
CAPITULO I NECESIDADES DE COMUNICACION MOVIL	9
I.1 ORGANIZACION DE LA EMPRESA.....	9
I.2 DESCRIPCION DE LAS AREAS OPERATIVA Y ADMINISTRATIVA.....	12
I.3 FACTORES DETERMINANTES DE NECESIDAD DE COMUNICACION MOVIL..	27
I.4 CONCLUSION.....	28
CAPITULO II INGENIERIA DEL PROYECTO	31
II.1 PRIMERA FASE.....	32
II.1.1 ANALISIS GEOGRAFICO DEL AREA DE OPERACION DEL SISTEMA.....	32
II.1.2 CONSIDERACIONES TEORICAS.....	34
II.1.3 CALCULOS DE LABORATORIO: GANACIA DE ENLACE.....	41
II.1.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....	41
II.1.3.2 PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS.....	42
II.1.3.3 CONCLUSIONES.....	58
II.2 SEGUNDA FASE.....	58
II.2.1 PRUEBAS DE INTENSIDAD DE CAMPO.....	58
II.2.1.1 EQUIPO DE PRUEBA UTILIZADO.....	60
II.2.1.2 PROCEDIMIENTOS.....	61
II.2.1.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	63

II.3	TERCERA FASE.....	69
II.3.1	DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RADIOTELEFONIA MOVIL SELECCIONADO	69
II.3.1.1	TERMINAL DE CONTROL. CANAL I Y II.....	72
II.3.1.1.1	CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.....	77
II.3.1.2	TERMINAL DE CONTROL "PULSAR". CANAL III.....	79
II.3.1.2.1	CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.....	88
II.3.1.3	ESTACION BASE.....	89
II.3.1.3.1	CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.....	95
II.3.1.3.2	ANTENA E INSTALACION.....	98
II.3.1.4	UNIDAD MOVIL.....	103
II.3.1.4.1	CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.....	106
II.3.1.4.2	CABEZA DE CONTROL.....	110
II.3.1.4.2.1	CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.....	113
II.3.2	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	115
II.3.2.1	LLAMADA DE FIJO A MOVIL.....	117
II.3.2.1.1	SECUENCIA DE TONOS.....	119
II.3.2.2	LLAMADA DE MOVIL A FIJO.....	122
II.3.2.2.1	SECUENCIA DE TONOS.....	124
II.3.2.3	LLAMADA DE MOVIL A MOVIL.....	126
II.4	CUARTA FASE.....	126
II.4.1	NORMAS DE EMISION Y CONCLUSIONES.....	127
CAPITULO III ANALISIS TECNICO ECONOMICO		132
III.1	ANALISIS DE COSTOS.....	132

III.2	PRESUPUESTO.....	137
III.3	RESUMEN DE LA INVERSION.....	139
CAPITULO IV MANTENIMIENTO DEL SISTEMA		140
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		147
<u>A P E N D I C E :</u>		150
NOMOGRAMA I:	CONVERSION A D	151
NOMOGRAMA II:	PERDIDA EN LA LINEA DE TRANSMISION.....	152
NOMOGRAMA III:	PERDIDA EN AREAS FORESTALES.....	153
NOMOGRAMA IV:	PERDIDA POR EDIFICIOS.....	154
NOMOGRAMA V:	PERDIDA POR COLINAS.....	155
NOMOGRAMA VI:	CONDUCTIVIDAD TERRESTRE.....	156
NOMOGRAMA VII:	PERDIDA POR MISCELANEA.....	157
NOMOGRAMA VIII:	SENSIBILIDAD EFECTIVA DEL RECEPTOR.....	158
NOMOGRAMA IX:	COBERTURA DE ENLACE.....	159
NOMOGRAMA X:	CONFIABILIDAD.....	160
BIBLIOGRAFIA		161

INTRODUCCION

El uso de sistemas de comunicación móvil en actividades diversas como las del transporte, construcción, comercio, seguridad, entre otras, en donde surge la necesidad de una comunicación ya sea de una central con una unidad móvil o viceversa y entre unidades móviles, dan como resultado que se tenga una comunicación directa y oportuna para el control de las actividades realizadas en cada instante. Esta forma de comunicación hace posible la manipulación de información que repercute directamente en el desarrollo de dichas actividades.

Los Ferrocarriles Nacionales de México que tienen como función básica proporcionar servicio público del transporte de bienes y personas, desde sus inicios necesitaron del auxilio de medios de comunicación relacionados con su operativa, que coadyuvaran a un mejor desempeño de su actividad. Surgen así

desde el más simple sistema de señalamientos a base de banderas hasta llegar en la actualidad a utilizar sistemas computarizados modernos en el control de tráfico de trenes. Al principio se hizo introducción del telégrafo como medio general de comunicación que en la actualidad sigue en operación. Surge como consecuencia del desarrollo tecnológico el sistema de comunicación alámbrico llamado telefonía selectiva, -- tiempo despues se instaló el sistema de corrientes portadoras utilizando también líneas físicas como medio de transmisión. Actualmente se encuentra instalado y en proceso de --- prueba el sistema de comunicación a nivel nacional por microondas mismo que comprende telefonía local y a larga distancia, transmisión de datos, telefonía selectiva para el despacho de trenes y telegrafia.

Los sistemas de comunicación móvil existentes en la actualidad en los Ferrocarriles Nacionales de México satisfacen los requerimientos de comunicación en las áreas operativas como las de control de tráfico local de trenes de carga, haciendo uso de equipos de radio bidireccional portátiles. Este tipo de sistemas abren el campo de aplicación de nuevos sistemas de comunicación móvil más eficientes. Un sistema de Radiotelefonía Móvil permitirá a los funcionarios de la empresa comunicarse desde su automóvil particular, encontrándose dentro de una área de servicio predeterminada, con los diferentes departamentos que constituyen a los Ferrocarriles, seleccionando desde su radioteléfono móvil el número telefónico deseado. Este sistema de Radiotelefonía Móvil proporcionará los diferentes tipos de servicios telefónicos completamente automáticos selectivos y privados cumpliendo así con los requerimientos de una comunicación más eficiente:

La Dirección General de los Ferrocarriles considerando la -- gran responsabilidad que recae sobre el personal ejecutivo que se encuentra al frente de las diferentes áreas y la im-- portancia que representa para la empresa mantener una estre-- cha comunicación de dicho personal con sus respectivas ofici-- nas, ha decidido establecer y someter en proceso de prueba - dicho sistema de Radiotelefonía Móvil. Este sistema consisti-- rá esencialmente de una Terminal de Control como medio de en-- lace del sistema de Radiotelefonía Móvil con Centrales Tele-- fónicas, una Estación Base y varias Unidades Móviles como -- equipos de radio transceptores. El área de servicio donde se desea que opere este sistema quedó determinada para el área del Distrito Federal de la Ciudad de México.

Surge entonces la necesidad de elaborar un proyecto que per-- mita evaluar y establecer el tipo, características, capaci-- dad y costo del sistema que cumpla con las necesidades de co-- municación requeridas por la empresa.

Como primer Capítulo de este proyecto se hace un análisis de las necesidades de comunicación de la empresa, las cuales po-- drán determinar criterios útiles para la evaluación de la ca-- pacidad del sistema. En este Capítulo también se analizan -- las áreas operativas y administrativas de la empresa determi-- nando por el grado de sus funciones las que necesitan este - tipo de comunicación móvil. El Capítulo II se divide en cua-- tro Fases: En la primera se dan algunos conceptos básicos de propagación y se elaboran los cálculos de ganancia de enlace del sistema. La Segunda Fase trata de las pruebas de intensi-- dad de campo desarrolladas para determinar la cobertura real del sistema. En la Tercera Fase se describen los componentes

del sistema, haciendo un análisis funcional y de instalación del mismo. Como Cuarta Fase se hace un análisis de las características del sistema para determinar si cumple con la reglamentación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Como Capítulo III se presenta el estudio técnico-económico del sistema que comprende el cálculo del costo de la inversión necesaria para establecer el sistema y ponerlo en operación. En el Capítulo IV se elaboran los programas de mantenimiento que permitirán la confiabilidad de operación del sistema. Por último en el Capítulo V se dan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

NECESIDADES DE COMUNICACION MOVIL

I.1 ORGANIZACION DE LA EMPRESA.

El desarrollo del ferrocarril en México ha pasado por varias etapas a partir de su aparición. Los primeros intentos por introducir en nuestro país este medio de transporte datan de principios del siglo pasado, y así en 1837 se otorga la primera concesión para construir un ferrocarril entre México y Veracruz. A partir de este momento se otorgan diversas concesiones para unir entre sí distintas ciudades de la República principalmente los puertos con la Capital.

En un principio la construcción de líneas se caracterizó por la idea fundamental de los concesionarios de establecer rutas de transporte destinadas principalmente a la exportación de minerales hacia los E.U.A. El aumento de las construcciones tanto ferroviarias como de otra naturaleza que pudieran

considerarse de interés público hizo que en 1891 se creara la Secretaría de Obras Públicas. En 1908 nace la primera compañía llamada Ferrocarriles Nacionales de México al fusionarse las compañías de los ferrocarriles, Central, Internacional y Nacional. En 1914 durante la revolución y por orden del Presidente de la República, los ferrocarriles son fusionados en una organización llamada Ferrocarriles Constitucionalistas. A partir de 1925 se observa el desarrollo y rehabilitación de la red ferroviaria al concluir los problemas confrontados por la revolución. En el siguiente año (1926) se fusionan la mayoría de las líneas en una sola administración que vuelve a recibir el nombre de Ferrocarriles Nacionales de México. Esta nueva compañía es expropiada por causa de utilidad pública y en beneficio de la Nación en el año de 1937.

Posteriormente, el 23 de abril de 1938, el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decreta la Ley que crea la Administración Nacional Obrera de los Ferrocarriles, con el carácter de Corporación Pública Descentralizada del Gobierno Federal, siendo en 1948 cuando se promulga la Ley Orgánica de los Ferrocarriles Nacionales de México, creandose con patrimonio y personalidad jurídica propios, como un organismo público descentralizado que se denomina "Ferrocarriles Nacionales de México".

Finalmente en enero de 1977, por acuerdo presidencial, y con el fin de unificar la red ferroviaria nacional, se fusionan las cinco empresas independientes que hasta entonces existían cuatro de ellas de participación estatal mayoritaria (el "Ferrocarril del Pacífico", S.A. de C.V., el "Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, S.A. de C.V.", los "Ferrocarriles unidos del Sureste, S.A. de C.V.", el "Ferrocarril Sonora - Baja --

California, S.A. de C.V.") y una descentralizada (los "Ferrocarriles Nacionales de México"). El mismo acuerdo señala como Director General del Sistema Ferroviario Nacional a la misma persona que hasta esa fecha fungiera como Gerente General de la empresa Ferrocarriles Nacionales de México. El Director General designará los Auxiliares Ejecutivos para la Administración de los Ferrocarriles Chihuahua al Pacífico, Sonora - Baja California y Unidos del Sureste. El ferrocarril del Pacífico sigue administrándose por medio de su Subgerente que ya dependía del Gerente General de los Nacionales de México.

Ferrocarriles Nacionales de México es un organismo público descentralizado que tiene como función básica proporcionar servicio público de transporte de bienes y personas, eficiente, económico y seguro, conforme a los requerimientos del País y de acuerdo con las políticas sociales, económicas y de transporte que emanan del estado.

La empresa está constituida por:

- El Consejo de Administración.- Integrado por nueve miembros de la siguiente manera: Cada uno de los Secretarios de Hacienda y Crédito Público, Comunicaciones y Transportes, Patrimonio y Fomento Industrial, Comercio y de Agricultura y de Recursos Hidráulicos, uno por la Confederación de Camaras Nacionales de Comercio, uno por la Confederación de Camaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos y dos por el Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros de la República Mexicana.
- La Dirección General.

- La Comisión Interna de Administración y Programación (C.I. D.A.P.).- Integrada de la siguiente manera: Un Presidente (C. Director General), un Vicepresidente (C. Subdirector General), quince consejeros (uno de cada una de las dependencias que integran estos Ferrocarriles) y dos secretarios técnicos (Jefe de la Unidad de Programación y Jefe de la Unidad de Organización y Métodos).

- La Area Operativa.- Integrada por: la Subgerencia de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre, la Subgerencia de Operación, la Subgerencia de Telecomunicaciones, Señales y --- Electricidad, la Subgerencia de Tráfico, la Subgerencia de Vías y Estructuras, el Departamento de pruebas, Análisis y Control de Calidad, el Departamento Técnico, los -- que a su vez se dividen en diferentes Superintendencias.

- La Area Administrativa.- Integrada por: la Subgerencia de Administración, la Subgerencia de Adquisiciones, la Subgerencia de Planeación y Organización, la Subgerencia de -- Sistemas, la Contraloría General, la Oficialía Mayor, el Instituto de Capacitación, el Departamento de Relaciones Públicas, el Departamento de Servicios Especiales y el Comité Técnico de Seguridad, los que a su vez se dividen en diferentes Departamentos.

1.2 DESCRIPCION DE LAS AREAS OPERATIVA Y ADMINISTRATIVA.

A. AREA OPERATIVA

Subgerencia de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre.

La Subgerencia de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre está -

estructurada por la Superintendencia General de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre. Tiene como función básica el proporcionar al área de transportes, las locomotoras, coches y carros en las mejores condiciones de operación. Además de establecer las normas y procedimientos de trabajo para el mantenimiento y reparación del equipo tractivo y de arrastre. Formula los planes y programas sistemales de reparación y mantenimiento de equipo tractivo, de arrastre y de las instalaciones necesarias para su ejecución, vigilando su efectivo cumplimiento. Planea y programa la construcción o ampliación de talleres y la adquisición de equipo tractivo y de arrastre, de refacciones y de maquinaria para incluirlas en los programas de inversiones, elaborando los estudios justificativos necesarios. Programa el retiro del servicio del equipo tractivo y de arrastre que ya sea inadecuado y obsoleto. Supervisa y controla la producción y los costos de mantenimiento y reparación del equipo tractivo y de arrastre, en los talleres del sistema.

Subgerencia de Operación.

La Subgerencia de Operación está estructurada por la Superintendencia General de Transportes y tiene como función básica el efectuar el transporte de bienes y personas que son confiados a estos Ferrocarriles, en otras palabras, producir unidades-kilómetro. Establece a nivel sistema las normas, procedimientos y métodos de trabajo sobre la operación de los trenes. Participa en la realización de estudios de las Líneas del Sistema para determinar las reformas necesarias que permitan mejorar la operación de los trenes. Estudia la operación de patios y terminales del Sistema, con base en los informes de las Superintendencias de División, relativos a las

necesidades presentes y futuras de las instalaciones, personal, métodos de operación, etc., proponiendo programas específicos para su mejoramiento. Participa en los estudios que se realicen de los servicios de pasajeros y mixtos, para determinar la utilidad y conveniencias de estos servicios, desde el punto de vista de operación. Coordina y supervisa la ejecución de los planes de trabajo que establezca la Subgerencia y que se canalicen hacia las Superintendencias de División.

Subgerencia de Telecomunicaciones Señales y Electricidad.

La Subgerencia de Telecomunicaciones Señales y Electricidad está estructurada por la Ayudantía Administrativa, la Ayudantía de Proyectos Estudios y Programas, y por la Superintendencia de Electricidad y Telégrafos. Tiene como función básica el proyectar, instalar, mejorar y mantener en buen estado de servicio, los sistemas de telecomunicaciones, señales y electricidad de los Ferrocarriles. Estudia, proyecta y supervisa la construcción de los nuevos servicios de Telecomunicaciones (Micro-ondas, UHF, VHF, transmisiones de datos, etc.) Señales (C.T.C.*, Cruceros, Patios de Clasificación, etc.), Electrificación (Alumbrado, Subestaciones, Líneas de Fuerza, Plantas de carga para baterías, etc.). Opera, mantiene e incrementa los servicios de señalización para mejorar las condiciones de tráfico y la seguridad de la operación. Mantiene mejora y controla los servicios de energía eléctrica en las instalaciones fijas y alumbrado en los coches de pasajeros. Elabora e implementa los programas de mantenimiento adecuados, para los servicios a cargo de esta Subgerencia. Elabora

* C.T.C., Control de Tráfico Centralizado.

las especificaciones para los proyectos, equipos y materiales, que deben realizarse o adquirirse, para lo que se deberán fijar normas que vengán a estandarizar nuestras instalaciones.

Subgerencia de Tráfico.

La Subgerencia de Tráfico está estructurada por el Departamento de Tráfico de Carga, el Departamento de Tráfico de Pasajeros, el Departamento de Auditores de Trenes, la Superintendencia Servicio de Carros, la Superintendencia general de Express, y por la Oficina de Cuentas de Equipo. Su función básica es la de promover y controlar la venta de los servicios de transporte de bienes y personas. Establece políticas y normas de aplicación general y sistemal para la promoción de los servicios que se proporcionan o se proporcionarán en el futuro. Determina las tarifas para los servicios de carga express y pasaje, que serán sometidas a consideración del Consejo de Administración y a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Controla el cobro de las demoras y arrastre de carros así como el pago y cobro de Per-Diem* y millaje. Programa, controla y amplía los servicios necesarios para el transporte, en equipo especializado y cualquier otro tipo de servicios que soliciten los usuarios. Supervisa permanentemente el desarrollo de los servicios que proporcionan los trenes de pasajeros y mixtos, vigilando su eficiencia y la adecuada composición de los trenes, de acuerdo a los requerimientos que se tengan. Participa desde el punto de vista tráfico, en los estudios relativos a la supresión de servicios de trenes de pasajeros y mixtos, estaciones y ramales.

* Per-Diem, Días perdidos que tiene un tren en ir y venir.

Subgerencia de Vía y Estructuras.

La Subgerencia de Vía y Estructuras está integrada por el Departamento de Vía y Estructuras, el Departamento de Maquinaria de Vía, la Ayudantía de Proyectos, la Ayudantía de Construcción y por la Ayudantía de Precios Unitarios y Control de Obras. Su función básica es de proyectar, construir, mejorar y conservar en buen estado las instalaciones fijas del Sistema, de acuerdo con los requerimientos de cada una de las áreas de la Empresa. Formula los programas sistémicos de mantenimiento de la vía, estructuras y edificios, asignando el personal, maquinaria y materiales necesarios para su ejecución. Supervisa a través de las residencias divisionales los programas sistémicos de rehabilitación de vías, estructuras y edificios. Elabora los estudios y proyectos de Ingeniería, necesarios para nuevas instalaciones y mejoras o ampliaciones de las existentes en Terminales, Patios y Estaciones, Talleres, Casas de Máquinas, etc. Elabora los estudios de Ingeniería correspondientes para rectificar trazos, abatiendo pendientes y curvaturas, en los tramos cuya operación es antieconómica y cuyas obras no son programadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, incluyendo aquellas que se pretenda lleve a cabo esa Secretaría. Revisa y Tramita las solicitudes de vías particulares, cruzamientos aéreos, subterráneos, a nivel, pasos a desnivel, etc.

Departamento de Pruebas, Análisis y Control de Calidad.

El Departamento de Pruebas, Análisis y Control de Calidad, está integrado por la Oficina Administrativa, la Sección de Pruebas Físicas y Metalografía, la Sección de Análisis Químicos, Ferrosos y no Ferrosos, la Sección de Pinturas y Lubricantes, la Sección de Elastómetros, la Sección de Miscelánea

Inspección, la Sección de Miscelánea Análisis y por la Sección de Rayos "X". Su función básica es de vigilar el estricto cumplimiento de las especificaciones y normas de calidad de las refacciones y materiales que adquieren los Ferrocarriles para su operación. Establece las especificaciones y normas de calidad de los materiales y productos que adquieren los Ferrocarriles para su mantenimiento y operación, vigilando su estricto cumplimiento mediante la realización de pruebas físicas, análisis químicos y la aplicación de criterios de aceptación o rechazo. Investiga, analiza y propone en su caso, nuevos métodos de control de calidad que garanticen una mayor exactitud de los criterios de aceptación o rechazo de los materiales y productos que se adquieren, así como una más rápida y oportuna emisión de los dictámenes correspondientes. Dictamina, mediante resultados obtenidos de análisis químicos y metalográficos, sobre las causas probables de los accidentes relacionados con los rieles, ruedas, muñones y otras piezas de locomotoras; recomendando a las diferentes estaciones de servicio las medidas encaminadas a la prevención de accidentes. Evalúa la confiabilidad en los proveedores de materiales de los Ferrocarriles, elaborando estudios estadísticos basados en la frecuencia de entrega de sus productos dentro o fuera de las especificaciones establecidas.

Departamento Técnico.

El Departamento Técnico está estructurado por la Sección de Tracción, la Sección de Coches y Carros, la Sección de Talleres, la Sección de Electricidad, la Sección de Estudios Económicos, la Sección de Estudios Especiales y por las Secciones Foráneas en Aguascalientes, Monterrey, San Luis Potosí

y Matías Romero. Tiene como función básica la de elaborar -- los estudios técnicos que le son encomendados, especialmente del área de Fuerza Motriz y Equipo de arrastre, Operación, - Telecomunicaciones, Señales y Electricidad y Vía y Estructuras. Realiza los estudios técnicos que le sean encomendados por la Subgerencia General. Analiza la productividad de los talleres de locomotoras, coches y carros del Sistema. Propo-- niendo las medidas pertinentes que permitan el incremento - de la misma, para satisfacer las exigencias del servicio. - Analiza la utilización del equipo tractivo y de arrastre, - proponiendo las medidas correspondientes para incrementar-- las. Colabora en la realización de estudios económicos para la electrificación de las líneas del Sistema. Elabora espe-- cificaciones, normas, dibujos e instructivos del equipo fi-- jo y rodante.

B. AREA ADMINISTRATIVA

Subgerencia de Administración.

La Subgerencia de Administración está integrada por el De-- partamento de Personal, el Departamento Médico, la Ayudan-- tía Inmobiliaria y por el Departamento de Servicios Especia-- les. Su función básica es la de proporcionar los recursos - humanos que se requieren en las dependencias y administrar - los bienes inmuebles de la Empresa. Supervisa las revisiones al Contrato Colectivo de Trabajo y convenios celebrados con el S.T.F.R.M. Interpreta y aplica la Ley Federal del Trabajo y las Bases Generales del Contrato Colectivo de Trabajo. Re-- presenta a los Ferrocarriles Nacionales de México ante toda clase de autoridades judiciales o administrativas, federales

o locales. Elabora estudios para la redistribución y modificación de la fuerza laboral existente, en la medida, composición y ubicación que se requiera. Estudia y celebra los convenios respectivos con el Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros de la República Mexicana, para modificar aquellas cláusulas del Contrato Colectivo de Trabajo que sean solicitadas por los diferentes Departamentos de la Empresa.

Subgerencia de Adquisiciones.

La Subgerencia de Adquisiciones está estructurada por el Departamento de Compras y por el Departamento de Almacenes. -- Tiene como función básica adquirir y controlar la existencia y suministro del equipo, materiales y refacciones para la -- operación de las diversas áreas de la Empresa. Programa las adquisiciones del equipo y los materiales necesarios para la operación del ferrocarril, de acuerdo con las actividades a desarrollar por las diferentes áreas de la Empresa. Desarrolla las actividades que permitan mantener los inventarios -- adecuados de equipo, materiales y el control actualizado de los mismos. Asegura el abastecimiento oportuno y evita compras improcedentes para minimizar el capital invertido. Tramita los permisos necesarios para la importación de materiales y equipo de origen extranjero. Mantiene relaciones con los proveedores del ferrocarril, haciendo la selección de -- aquellos que garanticen la calidad y precios más adecuados en la adquisición del equipo y materiales que requiere la -- Empresa.

Subgerencia de Finanzas.

La Subgerencia de Finanzas está integrada por el Departamento de Presupuestos, el Departamento de Contabilidad y por --

la Tesorería General. Su función básica es conseguir y administrar los recursos financieros, integrando y controlando los presupuestos de operación e inversiones de la Empresa, administrando sus fondos y llevando el registro contable. Establece las metas y políticas financieras de la Empresa. Formula y controla los planes financieros y concerta los créditos a corto y mediano plazo. Efectúa el retiro de fondos de la Tesorería de la Federación. Recauda los ingresos de todos los servicios que proporciona la Empresa. Realiza la liquidación de obligaciones derivadas de servicios, proveedores, financiamiento y salarios de los trabajadores de la Empresa. Tramita ante la Secretaría de Programación y Presupuesto y de Hacienda y Crédito Público, las ampliaciones y/o modificaciones de partidas presupuestales y la entrega de subsidios y fondos destinados a la operación e inversiones de la Empresa.

Subgerencia de Planeación y Organización.

La Subgerencia de Planeación y Organización está estructurada por la Unidad de Programación, la Unidad de Organización y Métodos, la Unidad de Estudios de la Operación y Evaluación de Proyectos, la Unidad de Costos, y por la Unidad de Estadística e Información. Tiene como función básica la de formular los proyectos de planes y programas que se someten a la revisión y aprobación del Gerente General y los proyectos para mejorar la organización, las políticas, sistemas y procedimientos de la Empresa. Participa con las diversas Subgerencias de la Empresa, en la elaboración de los planes estratégicos de operación y desarrollo, buscando su coordinación con los distintos planes sectoriales. Elabora con base en los planes generales de la Empresa, los programas de acción,

considerando el equilibrio entre las necesidades de operación conservación e inversión, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos. Determina las necesidades de adquisición de equipo tractivo y de arrastre a mediano y largo plazo, en coordinación con las Subgerencias de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre, Operación y Tráfico. Efectua estudios para prevenir problemas de capacidad a mediano y largo plazo de las instalaciones de los ferrocarriles, que pudieran presentarse como resultado de los aumentos de tráfico.

Subgerencia de Sistemas.

La Subgerencia de Sistemas está integrada por la Unidad de Sistematización de Datos e Información. Su función básica es de procesar los datos e información que requiere cada una de las dependencias de la Empresa, perfeccionar los sistemas existentes y desarrollar nuevos, procurando la máxima utilización del equipo de procesamiento. Planea la operación de los sistemas de procesamiento de datos implantados, tanto de captación como de cómputo. Supervisa que los sistemas de operación, sean efectuados conforme a los lineamientos ordenados en los expedientes técnicos. Analiza los sistemas de información y cómputo, modificándolos y ampliándolos de acuerdo con las necesidades específicas del área respectiva. Procesa los programas autorizados, requeridos por los diversos Departamentos de la Empresa. Coordina el procesamiento de datos para satisfacer la demanda de computación.

Contraloría General.

La Contraloría General está integrada por el Departamento de Auditoría Interna, el Departamento de Control del Retiro de

Bienes, y por la Comisión de Inventarios y Avalúos. Su función básica es vigilar el cumplimiento de las disposiciones administrativas y contables de la Empresa. Supervisa la correcta contabilización de las operaciones de una manera que garantice la inclusión de la totalidad de los activos, el reconocimiento de las obligaciones y la exacta aplicación de las cuentas. Implanta los controles que permitan el registro y aprovechamiento adecuado de los materiales provenientes del equipo dado de baja por accidente, antigüedad y obsolescencia. Vigila que los procedimientos y sistemas establecidos se cumplan correctamente, a efecto de que no se involucren las funciones de operación, custodia y registro en una misma dependencia. Vigila el ejercicio y registro del presupuesto para que la información sea oportuna y correcta, analizando las variaciones de importancia, proponiendo las recomendaciones necesarias, desarrollando estudios de viabilidad para que las labores que se vienen realizando sean susceptibles de ser incorporadas a un sistema de computación. Lleva a cabo el análisis e interpretación de estados financieros a efecto de medir el rendimiento y evaluar el resultado de las políticas financieras y las decisiones administrativas.

Oficialía Mayor.

La Oficialía Mayor está integrada por la Sección de Pases, la Sección de Pasajes de Gobierno, la Sección Médico Legal, la Sección de Comprobantes y Pagos, la Sección de Vía y Personal y por la Sección de Archivo. Tiene como función básica el proporcionar los servicios generales administrativos de la Empresa. Elabora los programas de adquisiciones de vehículos, mobiliario y equipo para las Oficinas Centrales y Sistemales. Asigna los vehículos de la Empresa controlando

su mantenimiento, reparación y autorizando las dotaciones de carburantes. Tramita licencias, permisos, placas y tenencias de vehículos, pasajes de avión, pasaportes, internación de extranjeros al país y pasajes de gobierno. Gira instrucciones a los Departamentos correspondientes a fin de que se hagan en las listas de raya las deducciones relativas a pensiones alimenticias, a aquellas personas que estén afectadas por disposiciones legales. Tramita el aseguramiento de inmuebles y de vehículos de trabajo.

Instituto de Capacitación.

El Instituto de Capacitación está estructurado por la Dirección de Estadística y Control, El Departamento de Instrucción de Transportes, la Dirección de Capacitación en Administración y Métodos, la Dirección de Capacitación en Telecomunicaciones y Señales, la Dirección de Capacitación en Tracción, la Dirección de Capacitación en Vía y Estructuras, y por el Centro de Capacitación (6) en el Sistema Ferroviario. Tiene como función básica impartir la capacitación del personal, requerida por cada una de las especialidades de la empresa. Realiza la capacitación del personal de la Empresa en las distintas ramas del trabajo ferroviario. Elabora e implanta los programas de capacitación para la integración de nuevos profesionales al ferrocarril, tanto en las áreas operativas como en las administrativas. Revisa y actualiza sistemáticamente los programas de capacitación, con el fin de estar en condiciones de ofrecer cursos que satisfagan ampliamente los requerimientos de los trabajadores ferrocarrileros. Colabora con las diversas áreas de la Empresa en la preparación de cursos especiales que permitan la capacitación del personal, con motivo de la implantación de nuevos procedimientos

o métodos de trabajo.

Departamento de Relaciones Públicas.

El Departamento de Relaciones Públicas está integrado por la Sección de Información y Prensa y por la Sección de Publicidad. Su función básica es la de proyectar y mantener una imagen positiva de la Empresa con proveedores, usuarios, otros Ferrocarriles, Representantes de los Sectores Público y Privado, medios masivos de difusión y público en general. Atiende las labores que propicien las buenas relaciones de la Empresa con los proveedores, los usuarios, otros Ferrocarriles tanto nacionales como extranjeros, los medios masivos de difusión y con el personal de los propios Ferrocarriles. Prepara calendarios, carteles, anuncios, murales y folletos sobre Ferrocarriles, tanto de divulgación técnica como turística. Supervisa los trabajos de imprenta y formato del Boletín de Express, Itinerarios e Informes, así como la edición de folletos y publicaciones del Instituto de Capacitación, Departamento Médico, etc. Prepara, supervisa y participa en ceremonias, festivales, inauguraciones, giras del Gerente General, Congresos, Actividades Cívicas y conferencias de prensa.

Departamento de Servicios Especiales.

El Departamento de Servicios Especiales tiene como función básica el vigilar los intereses de la Empresa, para evitar robos, sabotajes, lapidaciones, etc., y coadyuvar en la investigación de estos actos cuando sucedan. Brinda la debida protección a los bienes muebles e inmuebles que integran la propiedad física de la Empresa. Realiza las investigaciones pertinentes para el esclarecimiento de robos, accidentes, -

atentados, siniestros, etc. Protege las unidades que transportan materiales y maquinaria adquirida en el extranjero, desde el punto de entrada al país, hasta su destino. Colabora con las autoridades federales en la ejecución de las órdenes de aprehensión, dictadas en contra de los procesados, por delitos cometidos en agravio de la Empresa. Colabora en la localización y presentación de procesados que se encuentran en libertad bajo fianza, en el cual la Empresa figura como contrafianzador y que sean requeridos por los tribunales dentro de plazos determinados.

Comité Técnico de Seguridad.

El Comité Técnico de Seguridad está integrado por la Sección Administrativa, la Sección de Transportes, la Sección de Vía la Sección de Fuerza Motriz, la Sección de Riesgos Profesionales, y por la Sección de Estadística. Tiene como función básica de crear y fomentar la conciencia de seguridad en el trabajador para proteger su integridad física y mental, así como promover el mejoramiento de las condiciones de las instalaciones de la Empresa para disminuir los riesgos de trabajo. Elabora, implanta los programas de seguridad de las diversas áreas de la Empresa, encaminados a la previsión y el abatimiento de los accidentes que afecten tanto al personal como a las instalaciones y el equipo. Supervisa la implantación de los programas de seguridad a nivel Sistematizado, vigilando su ejecución a través de los comités divisionales de seguridad. Elabora, publica y distribuye los instructivos y reglamentos de seguridad personal, para los Departamentos de Transportes, Vía y Estructuras, de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre y de Almacenes. Revisa y actualiza sistemáticamente los instructivos y reglamentos de seguridad -

personal, boletines, folletos, etc. Promueve en coordinación con el Instituto de Capacitación, cursos de adiestramiento - en materia de seguridad para la oficialidad intermedia.

1.3 FACTORES DETERMINANTES DE NECESIDAD DE COMUNICACION MOVIL

- La gran responsabilidad que recae sobre el personal ejecutivo de los Ferrocarriles Nacionales de México estando fuera de su oficina.
- La inspección operativa de las Centrales Pantáco D.F. y -- Terminal Valle de México, en el control de cargas y fletes.
- La inspección operativa de la Terminal Valle de México del control de tráfico de trenes.
- Comunicación al instante del personal ejecutivo con las -- oficinas de las Centrales Buenavista D.F., Pantáco D.F. y Terminal Valle de México.
- Comunicación al instante con el personal ejecutivo estando con su Unidad Móvil dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- La atención de accidentes ferroviarios a lo largo de la -- distribución de los Ferrocarriles dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- Comunicación al instante del personal ejecutivo desde su - Unidad Móvil con la red Nacional de Ferrocarriles Nacionales de México.

- Inspección a la red ferroviaria dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- La Supervisión de actividades en nuevas instalaciones ferroviarias dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
- Comunicación al instante del personal ejecutivo desde su Unidad Móvil con la red urbana de Teléfonos de México.
- Comunicación al instante del personal ejecutivo con la red urbana Nacional e Internacional.
- Comunicación instantánea de la red urbana de Teléfonos de México con el personal ejecutivo de los Ferrocarriles estando con su Unidad Móvil dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

1.4 CONCLUSION.

La administración de una empresa como los Ferrocarriles Nacionales de México con gran versatilidad de sistemas en operación, equipos, instalaciones, etc., operando a nivel nacional, es demasiado compleja y uno de los medios que representa gran ayuda para el personal ejecutivo es la comunicación eficiente y oportuna a través de lo cual obtiene información que le permite tomar decisiones adecuadas y oportunas, mismas que se traducirán en grandes beneficios para la empresa.

En base al resumen de funciones anterior y tomando en cuenta que el principal objetivo de la Empresa es proporcionar un -

mejor servicio de transporte al público, se establecieron las siguientes prioridades de comunicación y la cantidad de posibles usuarios del sistema para cada uno de los organismos de la Institución:

Area Directiva

Gerente General
Secretario Particular

Area Operativa

Subgerente General
Ayudante en el área de Transportes
Subgerente de Operación
Superintendente General de Transportes
Subgerente de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre
Ayudante del Subgerente de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre
Subgerente de Vías y Estructuras
Jefe del Departamento de Vía y Estructuras
Subgerente de Telecomunicaciones
Subgerente de Tráfico
Subgerente de Sistemas

Area Administrativa

Subgerente de Planeación y Organización
Subgerente de Administración
Subgerente de Finanzas
Subgerente de Adquisiciones
Contralor General
Jefe del Departamento de Relaciones Públicas
Jefe del Departamento de Servicios Especiales

En total se están considerando 20 abonados móviles para el sistema de Radiotelefonía Móvil. Por otra parte se ha determinado también que el sistema debe proyectarse para operar en la Ciudad de México, D.F. durante las 24 horas del día; que el Centro Administrativo de la Empresa está situado en el primer cuadro de la Ciudad, en un edificio de 60 metros de altura y que cuenta para su comunicación interna con una Central Telefónica de 1,200 abonados con extensiones telefónicas instaladas en todas sus oficinas.

En base a lo anteriormente expuesto, se ha considerado la viabilidad de establecerse en forma general un sistema de Radiotelefonía Móvil, proyectado de tal forma que sea capaz de satisfacer adecuadamente los requerimientos de comunicación que contempla este proyecto.

CAPÍTULO II

INGENIERIA DEL PROYECTO

El propósito de este estudio es el de obtener la información de un equipo de radio en la banda de 450 MHz, como lo establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para comunicación radiotelefónica, de un sistema de comunicación móvil y que nos permita evaluar en base a los resultados obtenidos, si dicho equipo cumple con los requerimientos de un buen enlace de comunicación dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Con el fin de llevar un orden en el desarrollo de este Capítulo, se ha dividido en Cuatro Fases: La Primera Fase comprende aspectos relacionados con el análisis de la topografía del área de servicio considerada, consideraciones teóricas sobre propagación de ondas en la banda de frecuencia asignada y la determinación de las características de los equipos a utilizarse para desarrollar los cálculos de laboratorio

sobre el comportamiento esperado. En la Segunda Fase se elaboran las pruebas de intensidad de campo con el equipo a utilizarse operando en el área de servicio considerada. Estas pruebas nos permitirán evaluar los resultados obtenidos en los cálculos de laboratorio e investigar otros aspectos sobre el comportamiento del sistema. La Tercera Fase la integran la selección, cuantificación y descripción de los diferentes equipos que conformarán el sistema de Radiotelefonía Móvil proyectado, así como sus especificaciones técnicas de instalación y de funcionamiento del mismo. Como Cuarta Fase se hace un análisis de la asignación reglamentada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes sobre las normas de emisión y disposiciones para los sistemas radiotelefónicos en la banda de 450 MHz., para poder determinar si nuestro sistema seleccionado cumple con dichas normas.

II.1 PRIMERA FASE

II.1.1 ANALISIS GEOGRAFICO DEL AREA DE OPERACION DEL SISTEMA.

El área de servicio se encuentra comprendida dentro de la zona Metropolitana de la Ciudad de México y tiene una superficie de aproximadamente 450 kilómetros cuadrados, presentando las siguientes características, Fig. II.1.

- a. Completamente urbanizada.
- b. Con zonas dentro del área con edificios de altura superior a los 20 metros.
- c. Zonas densas con construcciones de altura inferior a los

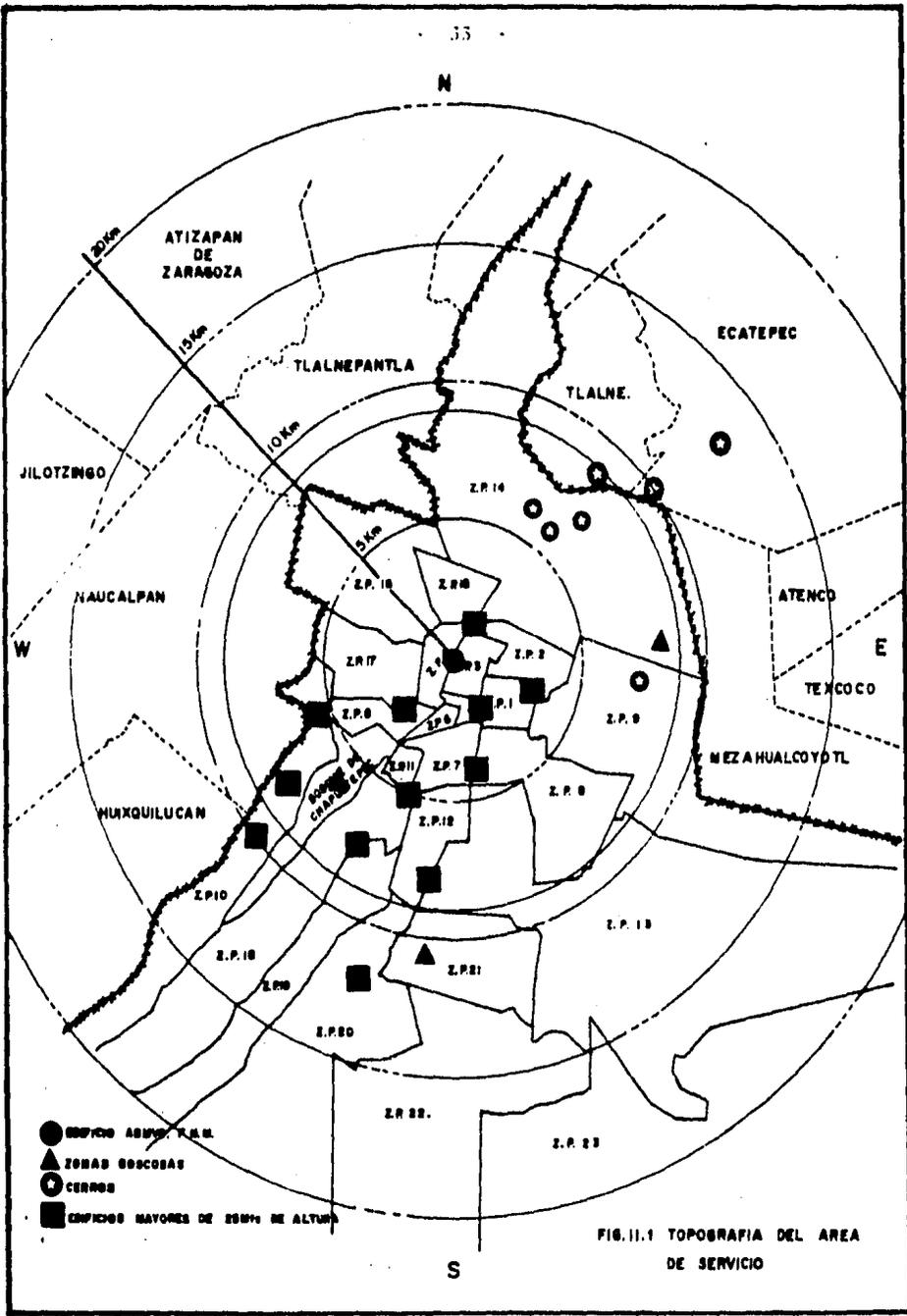


FIG. 11.1 TOPOGRAFIA DEL AREA DE SERVICIO

10 metros.

- d. Escasas zonas boscosas.
- e. Cerros y colinas de altura superior a los 100 metros alrededor del área de servicio.
- f. No presenta lagos ni ríos considerables.

Con respecto a la altura sobre el nivel del mar, el área de servicio es muy semejante a la mostrada en la Fig. II.2, en donde se puede observar que la altura física de los edificios que se supone más baja, es donde realmente existe una mayor altura efectiva, tomando como punto de referencia la parte alta del Edificio Administrativo de los Ferrocarriles, que es un lugar asignado para la instalación de la Estación Base del Sistema y considerando que los móviles operarán alrededor de la Estación Base sobre un radio promedio de 15 kilómetros.

II.1.2 CONSIDERACIONES TEORICAS

A. Propagación en la Banda de UHF.

El modo de propagación en la banda de UHF es por Onda de tierra y Onda Troposférica (Onda de Espacio) Tabla II.3. La Onda de Tierra se compone a su vez de: Onda Directa, Onda Reflejada en la tierra, Onda Difractada en la tierra y Onda Superficial, Fig. II.4.

La Onda de Espacio está compuesta de:

- a. Onda Troposférica. Onda de Reflexión y refracción en la

CLASIFICACION DE RADIO FRECUENCIAS

BANDA No.	BANDA DE FRECUENCIA	ABREVIATURA	LONGITUD DE ONDA	DENOMINACION	MODO DE PROPAGACION
4	MENOR DE 30KHZ	VLF	MAYOR DE 10KM	MUY BAJA FRECUENCIA	ONDA DE SUPERFICIE ONDA IONOSFERICA
5	30KHZ - 300KHZ	LF	10KM - 1KM	BAJA FRECUENCIA	"
6	300KHZ - 3000KHZ	MF	1KM - 100M	FRECUENCIA MEDIA	"
7	3MHZ - 30MHZ	HF	100M - 10M	ALTA FRECUENCIA	"
8	30MHZ - 300MHZ	VHF	10M - 1M	MUY ALTA FREC.	ONDA DE TIERRA ONDA TROPOSPERICA
9	300MHZ - 3000MHZ	UHF	1M - 10CM	ULTRA ALTA FREC.	"
10	3GHZ - 30GHZ	SHF	10CM - 1CM	SUPER ALTA FREC.	ONDA DIRECTA ONDA TROPOSPERICA
11	30GHZ - 300GHZ	EHF	1CM - 1MM	EXTRA ALTA FREC.	ONDA DIRECTA
12	300GHZ - 3000GHZ	-	1MM - 0.1MM	-	-

TABLA II. 3

- 36 -

ONDA DE TIERRA {
 ONDA DE SUPERFICIE (1)
 ONDA DIRECTA (2)
 ONDA REFLEJADA (3)
 ONDA DIFRACTADA (4)
 (ATRAS DE MONTAÑA (4)
 MAS LEJOS DE LINEA DE VISTA (5))

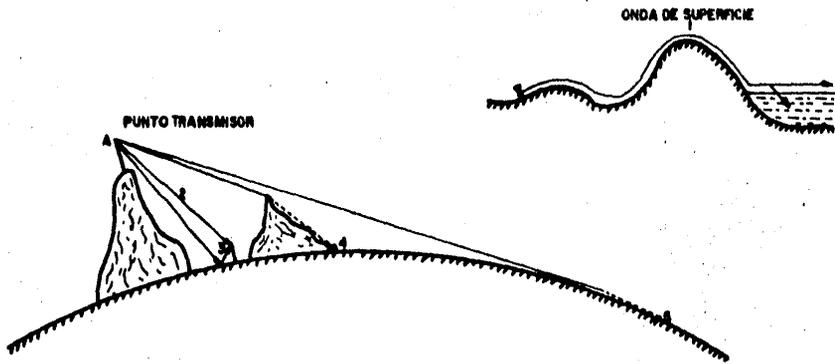


FIG. 11.4 PROPAGACION DE ONDA DE TIERRA

tropósfera y Onda Dispersa en la tropósfera.

b. Onda Ionosférica. Onda de Reflexión y Refracción en la ionósfera y Onda Dispersa en la ionósfera.

La propagación de las ondas de tierra se refieren a aquellos tipos de transmisión de radio que no hacen uso de las reflexiones de la ionósfera. La onda de tierra, por lo tanto, puede considerarse como una combinación de una o más de las siguientes componentes:

- a. Onda Directa. Es la componente de todo frente de onda que viaja (propaga), directamente desde el punto de transmisión hasta el punto de recepción. Su intensidad de campo varía inversamente a la distancia de transmisión.
- b. Onda Reflejada en la Tierra, es la parte de la onda radiada que llega al receptor, después de ser reflejada por la tierra. Esta onda sufre una inversión de fase de 180° en la reflexión de la superficie de la tierra; es importante este hecho para determinar el efecto de su combinación -- con la componente de la onda directa a la llegada al punto de recepción, por lo tanto, el defasamiento total de la onda reflejada con respecto a la onda directa, estará dado por el defasamiento de la trayectoria, más el defasamiento de la reflexión.
- c. Onda de Superficie, es aquella componente que principalmente esta afectada por la conductividad y la constante dieléctrica de la tierra y que es capaz de seguir su curvatura. Debido a que parte de su energía es absorbida por la tierra, su intensidad eléctrica se atenúa mucho mayor que inversamente con la distancia, como la onda directa.

El comportamiento de la onda de tierra en función de la frecuencia, determina en gran parte la componente de la onda -- que en particular predominará a lo largo de cualquier trayectoria dada. A frecuencias superiores a 30 MHz la transmisión es posible únicamente por medio de la onda directa y su alcance puede extenderse grandemente aumentando la altura de las antenas transmisora y receptora.

La propagación de las ondas en la banda de 450 MHz a 470 MHz desde el punto de transmisión al punto de recepción, estará influenciada por la distancia entre puntos, por las alturas de las antenas, la potencia de transmisión y por la naturaleza eléctrica y topográfica del terreno.

B. Atenuación de Ondas.

Para transmisiones en la banda de UHF, el primer requisito es el de tener una trayectoria libre entre las antenas transmisora y receptora, el segundo requisito es tener una claridad mayor o igual a la Primera Zona de Fresnel arriba de todos los obstáculos.

Una antena isotrópica en el espacio libre, teóricamente radia un campo de energía electromagnética de la misma magnitud en todas direcciones, en forma muy parecida a la de la luz radiada por un foco, las ondas así radiadas se difunden en una forma esférica, llamándoseles Frentes de Onda Esféricos, estos frentes se expanden en el espacio libre sin sufrir pérdida de energía; no obstante, que se difunden sobre una superficie esférica mayor, aunque no hay disminución en la cantidad total de la energía radiada, existe un decremento en -

la cantidad de energía por metro cuadrado del frente de onda a esta disminución de la energía recibida por la antena receptora se le llama Atenuación de la Trayectoria de Propagación y generalmente se expresa en decibeles (DB).

La atenuación de la trayectoria de propagación para cualquier situación, independientemente de la frecuencia puede ser determinada por la siguiente fórmula:

$$\text{Atenuación (db)} = 10 \log \frac{P_t}{P_r}$$

Donde:

P_t = Potencia a la salida del transmisor

P_r = Potencia a la entrada del receptor.

A la pérdida de propagación en transmisiones en el espacio libre, se le conoce como Pérdida de Propagación en el Espacio Libre y se le designa con el símbolo "L".

Las pérdidas en propagación generalmente se deben a la pérdida por el espacio libre y a la influencia del carácter de la tierra. La pérdida debida al carácter de la tierra, variará dependiendo del tipo de trayectoria de propagación y de la frecuencia de operación.

La pérdida de propagación en el espacio libre en la banda de UHF, puede ser obtenida en decibeles por la siguiente fórmula:

$$L_o \text{ (dB)} = 32.45 + 20 \log(d) + 20 \log(f)$$

Donde:

d = distancia entre las antenas de transmisión y recepción (km).

f = frecuencia (MHz).

C. Nomogramas de Bullington.

Los Nomogramas empleados en este estudio para los cálculos de pérdidas por atenuación en la trayectoria, fueron desarrollados por Bullington y diseñados de acuerdo con los principios de reflexión, refracción y difracción sobre un terreno plano regular y bajo condiciones atmosféricas normales.

II.1.3 CALCULOS DE LABORATORIO. GANANCIA DE ENLACE.

II.1.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.

A. Estación Base

Potencia de transmisión	100 watts
Frecuencia de operación	450-460 MHz
Tipo de Antena	Omnidireccional
Ganancia de Antena	8.7 dB.
Altura de Antena	60 metros

B. Unidad Móvil

Potencia de transmisión	25 watts
-------------------------	----------

Frecuencia de operación	450-460 MHz
Tipo de Antena	$\frac{1}{4}$ de long. de onda.
Ganancia de Antena	5 dB
Altura de Antena	3 metros

II.1.3.2 PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS.

A. Enlace Base a Móvil.

Dado que en este tipo de enlace se considera la potencia de la Estación Base que es de 100 watts, se garantiza la comunicación dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en un 100% por lo que se considerará una cobertura más allá de dicha zona.

1.- Ganancia del transmisor de la Estación Base.

$$P_t = 100 \text{ watts}$$

Por lo que la ganancia del transmisor en dB referida a un watt será:

$$G_a = 10 \log \left(\frac{P_t}{1 \text{ W}} \right)$$

$$\begin{aligned} G_a &= 10 \log (100) \\ &= 10 (2) \\ &= 20 \text{ dB} \end{aligned}$$

Ganancia del transmisor de la Estación Base = 20 dB.

La ganancia del transmisor de la Estación Base puede determinarse también haciendo uso del Nomograma I del Apéndice.

2.- Pérdida en la Línea de Transmisión.

Se propone usar cable coaxial tipo heliax de 1" con una longitud de 45 metros. Utilizando Nomograma II la línea de transmisión introduce una pérdida de 3 dB.

Pérdida por la Línea de Transmisión = -3 dB.

3.- Ganancia de Antenas.

3.1 Antena de Estación Base

Por las especificaciones del fabricante la ganancia de la Estación Base es de 8.7 dB.

Ganancia de Antena de Estación Base = 8.7 dB.

3.2. Antena de Unidad Móvil

Las antenas para unidades móviles de tipo látigo tienen un valor promedio de tres decibeles por debajo del valor de un dipolo perfecto, se necesita usar -3 dB para este tipo de antena. La ganancia de antenas móviles está relacionada con la ganancia de antenas del tipo látigo. De esta manera si se considera por especificaciones del fabricante que la ganancia de la antena es de 5 dB, la ganancia referida a la del tipo látigo será:

$$5 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = + 2 \text{ dB}$$

Ganancia de Antena de la Unidad Móvil = 2 dB.

4.- Pérdidas por Areas Forestales.

Este tipo de Pérdidas se refiere a las ocasionadas por arboledas en la cercanía de la Unidad Móvil. En torres que tienen árboles cerca se resta a la altura de la torre la altura de los árboles en las bandas de 150 y 450 MHz. Para la banda de 40 MHz los árboles no afectan la altura efectiva de la torre en ninguna extensión.

Para este sistema por tratarse de un enlace urbano y como el área de servicio no tiene zonas con árboles de -- consideración, utilizando el Nomograma III del Apéndice se tiene una pérdida por áreas forestales de 0 dB.

Pérdida por Area Forestal = 0 dB.

5.- Pérdidas por obstrucción.

Se considera esta pérdida a la ocasionada por edificios y colinas cercanos a la Unidad Móvil o a la torre de la Antena de la Estación Base.

5.1 Pérdidas por Edificios.

La pérdida por edificios en este tipo de enlace Base-Móvil queda superada. Considerando que este tipo de enlace puede cubrir más allá de la Zona Metropolitana de la -- Ciudad de México, en donde abundan las zonas residenciales, según el Nomograma IV del Apéndice y para una frecuencia de 470 MHz se obtiene una pérdida por edificios de - 2 dB.

Pérdida por Edificios = - 2 dB.

5.2 Pérdidas por Colinas.

La zona Metropolitana de la Ciudad de México se encuentra rodeada por cerros de consideración afectando a este tipo de enlace. Tomando para una altura promedio de cerros con respecto a la altura efectiva de la torre de 60 metros, del Nomograma V en el Apéndice y para una frecuencia de 470 MHz se obtiene una pérdida de colinas de 13 dB.

Pérdida por Colinas = -13 dB.

Las pérdidas por obstrucción son la suma de las pérdidas por edificios más las pérdidas por colinas:

Pérdidas por obstrucción = Pérdidas por edificios + Pérdidas por Colinas.

$$= (-2 \text{ dB}) + (-13 \text{ dB})$$

Pérdidas por obstrucción = -15 dB.

6.- Pérdida por Conductividad Terrestre.

La Conductividad Terrestre depende de las condiciones climatológicas del terreno y su pérdida se calcula en función de la conductividad del área y de la frecuencia. Esta característica se expresa en milimhos por metro. La zona Metropolitana de la Ciudad de México presenta una conductividad terrestre en condiciones medias, entre 5 y 15 milimhos/metro. Para esta conductividad terrestre en la banda de 470 MHz y refiriendo se al Nomograma VI en el Apéndice se tiene una pérdida por conductividad terrestre de 0 dB.

Pérdida por Conductividad Terrestre = 0 dB.

7.- Pérdidas por Miscelanea.

Las pérdidas por Miscelanea se refieren a aquellas ocasionadas por los equipos de uso y generalmente se calculan en base a las especificaciones del fabricante. En este tipo de sistemas se hace uso de un dispositivo duplexer. Refiriendose al Nomograma VII para una frecuencia de 470 MHz se da una pérdida por miscelanea de 1 dB.

Pérdida por Miscelanea = -1 dB.

8.- Ganancia por Sensibilidad Efectiva del Receptor.

La mayoría de los receptores son degradados en sensibilidad por ruidos eléctricos generados por líneas de energía con malas conexiones, por el sistema de encendido vehicular, etc., ocurre también por otras transmisiones que se encuentran operando cerca en distancia o frecuencia del receptor. Para este cálculo se toma en consideración la tabla de valores del apéndice la cual fue diseñada después de numerosas mediciones de este tipo de degradación por la compañía Motorola Inc. Los valores se encuentran en decibeles de señal recibida sobre o abajo de 1 uVolt para varias bandas de frecuencia de operación y garantiza una exactitud de 90 % de los sistemas existentes.

Considerando más allá de la zona metropolitana, para una zona sub-urbana con poblados, una frecuencia de 450 MHz y refiriendose al Nomograma VIII en el apéndice se obtiene una ganancia por sensibilidad efectiva del

receptor de 2 dB.

Ganancia por Sensibilidad Efectiva del Receptor = 2 dB.

9.- Tabla de Pérdidas y Ganancias.

Enlace Base a Móvil

<u>Por concepto de:</u>	<u>Ganancia</u>	<u>Pérdida</u>
1) Potencia del Transmisor	20 dB	
2) Línea de Transmisión		-3 dB
3) Ganancia de Antenas:		
3.1) Antena de Estación Base	8.7 dB	
3.2) Antena de Unidad Móvil	2 dB	
4) Areas Forestales		0 dB
5) Obstrucción:		
5.1) Por Edificios		-2 dB
5.2) Por Colinas		-13dB
6) Por Conductividad Terrestre		0 dB
7) Miscelanea		-1 dB
8) Sensibilidad efectiva del receptor	2 dB	
Totales	32.7 dB	-19 dB

De la suma algebraica de pérdidas y ganancias se obtiene la ganancia total del enlace Base a Móvil.

$$\begin{aligned} \text{Ganancia Total de Enlace Base a Móvil} &= \text{Ganancias} + \text{Perdidas} \\ &= 32.7 \text{ dB} + (-19 \text{ dB}) \\ &= 13.7 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Gráficamente, esta ganancia total se observa en el cuadro de niveles mostrado en la Fig. II.5

10.- Rango de Comunicación.

En base a la ganancia total obtenida se puede determinar la cobertura del enlace Base a Móvil. Para obtener la distancia de cobertura posible de este tipo de enlace, se consideran los siguientes datos:

- a. Ganancia total del Enlace Base a Móvil igual a 13.7 dB.
- b. Altura de la Torre. Se utiliza la altura de la Torre sobre el promedio de la altura de montañas, árboles y Edificios. Utilizando un promedio de 40 metros la altura de la torre según la Fig. II.6 será de --- (62.6-40) 22.6 metros. Utilizando el Nomograma IX -- que comprende un conjunto de curvas para diferentes intensidades de señal en dB y considerando la altura de la torre se obtiene el siguiente rango de comunicación:

Del Nomograma IX para una torre de 22.6 metros para los niveles de 10 dB y 15 dB se obtiene un rango de

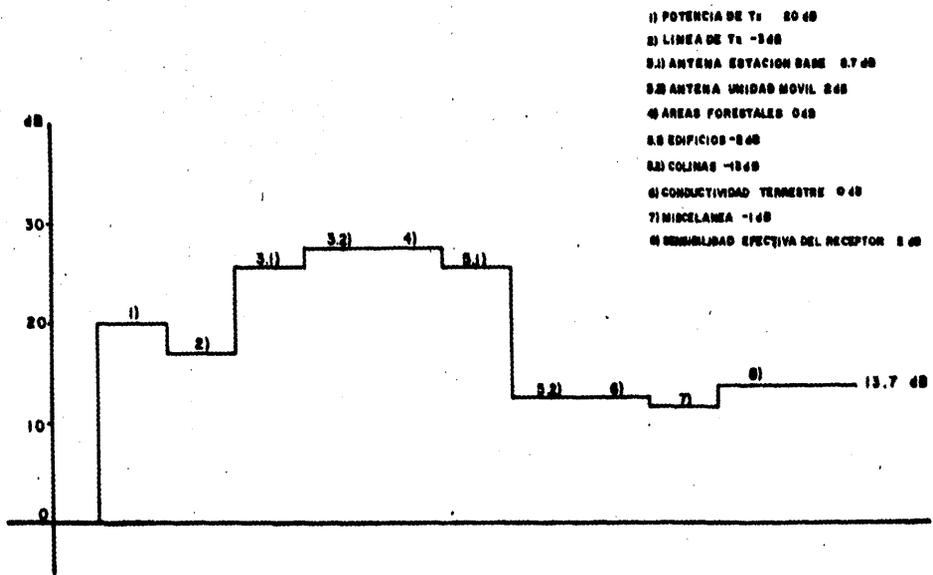


FIG. 11.5 CUADRO DE NIVELES DE PERDIDAS Y GANANCIAS, ENLACE BASE-MOVIL

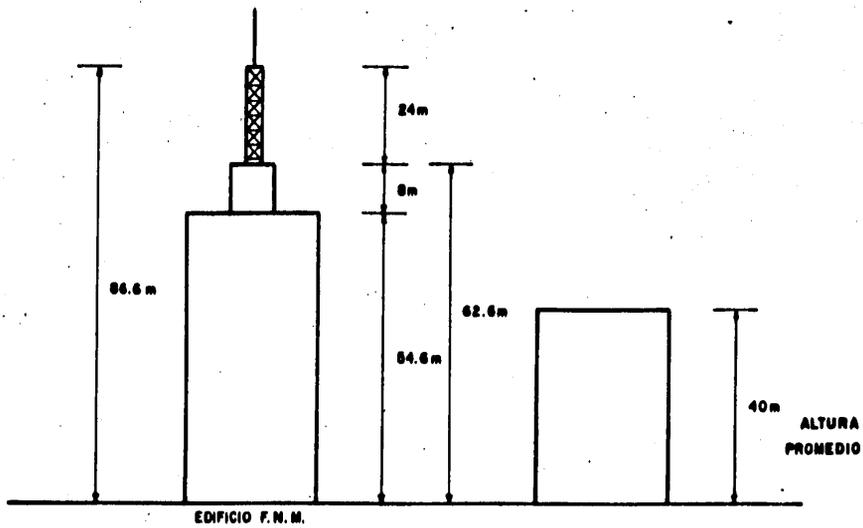


FIG. II.6 ALTURA PROMEDIO

18 kilómetros y 23 kilómetros respectivamente. Interpolando para encontrar el rango correspondiente para 13.7 dB.

10 dB ----- 18 km.
13.7dB ----- X km.
15 dB ----- 23 km.

de la fórmula de interpolación lineal:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (f(x_1) - f(x_0))$$

Para $f(13.7)$ se tiene:

$$\begin{aligned} f(13.7) &= 18 + \frac{13.7 - 10}{15 - 10} (23 - 18) \\ &= 18 + 0.74 (5) \\ &= 21.7 \text{ km.} \end{aligned}$$

Rango de Comunicación de Enlace Base a Móvil = 21.7 km.

11.- Margen de Seguridad.

El margen de seguridad en la comunicación está en función directa de la ganancia del enlace resultante. Para este tipo de enlace resultó una ganancia total de - 13.7 dB. Del Nomograma X en el apéndice se tiene un margen de seguridad de 95 % que representa una muy buena confiabilidad para el enlace de Base a Móvil.

B. Enlace Móvil a Base.

En este tipo de enlace se considera la potencia de transmisión de la Unidad Móvil (25 watts), por lo que sólo se garantiza el enlace en el interior de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

1.- Ganancia del transmisor de la Unidad Móvil.

$$P_t = 25 \text{ watts}$$

Por lo que la ganancia del transmisor en dB referida a un watt será:

$$G_a = 10 \log \frac{P_t}{1W}$$

$$= 10 \log (25)$$

$$= 13.98 \text{ dB}$$

Ganancia del transmisor de la Unidad Móvil = 13.98 dB.

2.- Pérdida en la Línea de Transmisión.

Como la señal transmitida de la Unidad Móvil hacia el receptor de la Estación Base llega primero a la antena y de esta por medio de la Línea de Transmisión al receptor de la Base, se considera la misma pérdida que la del enlace de Base a Móvil

Pérdida por la Línea de Transmisión = -3 dB.

3.- Ganancia de Antenas.

3.1 Antena de Estación Base. Por especificaciones del - fabricantes se tiene una ganancia de 8.7 dB.

Ganancia de Antena de Estación Base = 8.7 dB.

3.2 Antena de Unidad Móvil. Al igual que la especificada en el enlace Base a Móvil de 2 dB.

Ganancia de Antena de Unidad Móvil = 2 dB.

4.- Pérdidas por Areas Forestales.

Por las mismas condiciones que en el enlace de Base a Móvil estas pérdidas no son de consideración por tratarse de una zona urbana.

Perdida por Areas Forestales = 0 dB.

5.- Pérdidas por Obstrucción.

5.1 Pérdidas por edificios. Dentro de este tipo de zona se tienen Edificios Comerciales de consideración. Refiriendose al Nomograma IV para una frecuencia de -- 470 MHz se tiene una pérdida por edificios de -10 dB.

5.2 Pérdidas por Colinas. Considerando para este tipo de enlace, dentro de la zona Metropolitana de la Ciudad de México, una área plana, no se tienen pérdidas por colinas (0 dB).

6.- Pérdida por Conductividad Terrestre.

De las mismas especificaciones del enlace Base a Móvil para este tipo de pérdidas se tiene 0 dB

Pérdidas por Conductividad Terrestre = 0 dB.

7.- Pérdidas por Miscelanea.

Con las especificaciones del enlace Base a Móvil se tiene una pérdida de - 1 dB.

Pérdidas por Miscelanea = - 1 dB.

8.- Pérdidas por Sensibilidad Efectiva del Receptor.

Del Nomograma VIII para una zona urbana como la de la Ciudad de México y para una frecuencia de 450 MHz se tiene una pérdida de 0 dB.

Pérdida por Sensibilidad Efectiva del Receptor = 0 dB.

9.- Tabla de Pérdidas y Ganancias. Enlace Móvil a Base.

<u>Por concepto de</u>	<u>Ganancia</u>	<u>Pérdida</u>
1) Potencia de Transmisión U. Móvil	13.98 dB	
2) Línea de Transmisión		- 3 dB
3) Ganancia de Antenas:		

<u>Por concepto de</u>	<u>Ganancia</u>	<u>Pérdida</u>
3.1 Antena Estación Base	8.7 dB	
3.2 Antena de Unidad Móvil	2 dB	
4) Areas Forestales		0 dB
5) Obstrucción		
5.1 Edificios		-10 dB
5.2 Colinas		0 dB
6) Conductividad Terrestre		0 dB
7) Miscelanea		- 1 dB
8) Sensibilidad Efectiva del Receptor		0 dB

Totales	24.68 dB	- 14 dB

Sumando en forma algebraica las ganancias y las pérdidas se obtiene la ganancia total del enlace Móvil a Base.

$$\begin{aligned}
 \text{Ganancia total Enlace Móvil a Base} &= \text{Ganancias} + \text{Pérdidas} \\
 &= 24.68 \text{ dB} + (-14 \text{ dB}) \\
 &= 10.68 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Gráficamente, esta ganancia se observa en el cuadro de niveles - que se muestra en la Fig. II.7.

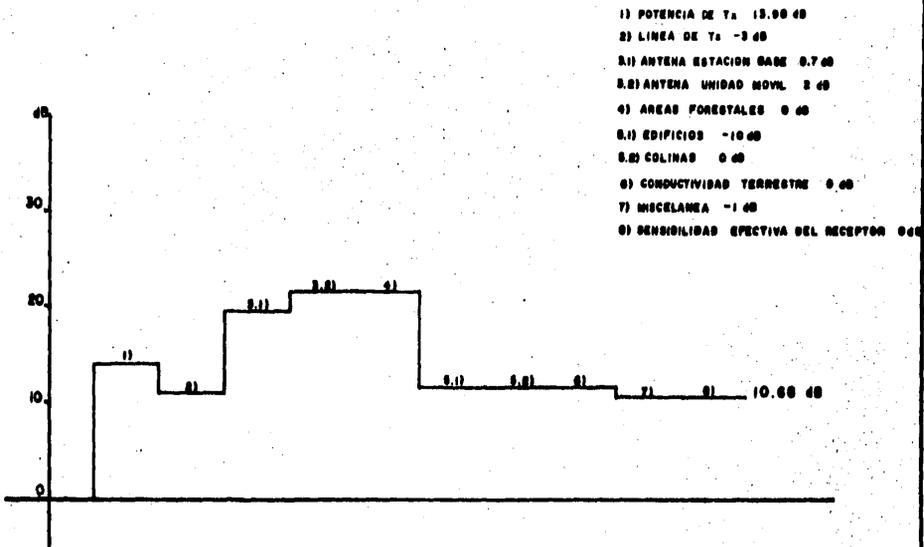


FIG. II.7 CUADRO DE NIVELES DE PERDIDAS Y GANANCIAS. ENLACE MOVL-BASE

10.- Rango de Comunicación.

Para determinar la cobertura del enlace Móvil a Base se procede de la misma manera como se realizó para el enlace Base a Móvil: Utilizando el Nomograma IX para un nivel de 10.68 dB y una altura de torre de 22.6 metros se obtienen los siguientes datos:

10 dB	-----	18 km
10.68 dB	-----	X km
15 dB	-----	23 km

Interpolando de la misma manera que para el enlace Base a Móvil:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (f(x_1) - f(x_0))$$

Para f (10.68):

$$\begin{aligned} f(10.68) &= 18 + \frac{10.68-10}{15 - 10} (23 - 18) \\ &= 18 + 0.136 (5) \\ &= 18.68 \text{ km.} \end{aligned}$$

Rango de Comunicación Móvil a Base = 18.68 km.

11.- Márgen de Seguridad.

Del Nomograma X se tiene para un nivel de 10.68 dB un márgen de seguridad del 91 %, lo que representa una muy buena confiabilidad para este tipo de enlace.

II.1.3.3 CONCLUSIONES.

De acuerdo con los cálculos anteriores, el sistema de Radiotelefonía Móvil tendrá las siguientes características:

- a. Cobertura de 18.68 kilómetros para los enlaces de las unidades Móviles con la Estación Base, Fig. II.8.
- b. Cobertura de 21.7 kilómetros para los enlaces de Estación Base a las Unidades Móviles, Fig. II.8.
- c. Confiabilidad del 91 % para el enlace Móvil a Base y del 95 % para el Enlace Base a Móvil.

Es recomendable para mejorar el porcentaje de confiabilidad en la comunicación, aumentar la ganancia de las antenas de las Unidades Móviles. Para mejorar los rangos de comunicación se recomienda la instalación de repetidores, sobre todo en aquellas zonas difíciles de comunicar.

II.2 SEGUNDA FASE.

II.2.1 PRUEBAS DE CAMPO.

La cobertura real del sistema de Radiotelefonía Móvil será obtenida en estas pruebas de campo y permitirán determinar si los resultados obtenidos en la Fase anterior están dentro de lo esperado.

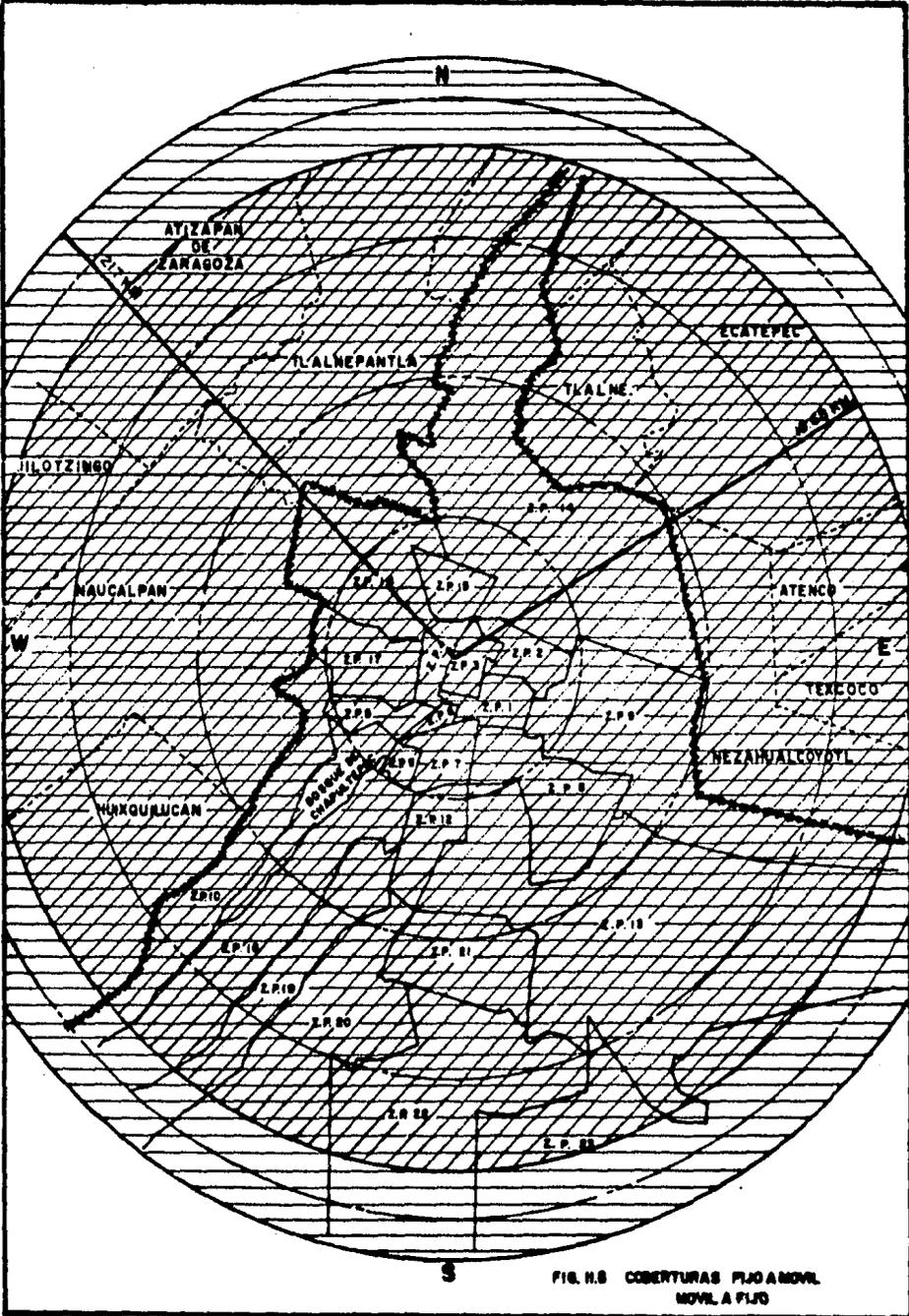


FIG. N.8 COBERTURAS PLUG AMOVL
NOVA A PLUG

II.2.1.1 EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado en las Pruebas de Campo fue el siguiente:

A. Estación Base

Transmisor - Receptor	
Potencia de Transmisión	100 watts
Frecuencia de operación	454.125 MHz
Antena	Omnidireccional, polarización vertical
Ganancia de Antena	8.7 dB
Línea de Transmisión	45 m cable heliax de 1/2 pulg.
Receptor equipado con	Bocina, micrófono y controles locales.

B. Unidad Móvil

Transmisor - Receptor	
Potencia de Transmisión	18 watts
Frecuencia de operación	454.125 MHz
Antena	Tipo látigo de 1/2 de longitud de onda
Ganancia de Antena	5 dB
Receptor equipado con	Bocina, micrófono y control local.

C. Equipo de Medición

Medidor de Intensidad de Campo
Altímetro
Test - Set (probador de etapas)

Frecuencímetro
Generador de Señales
Hojas de Registro.

II.2.1.2 PROCEDIMIENTOS

Las pruebas de campo fueron conducidas bajo las siguientes condiciones:

- A. Todos los equipos utilizados fueron calibrados y correlacionados antes de las pruebas, efectuandose las siguientes mediciones:

Medición	Estación Base	Unidad Móvil
Potencia de Transmisión RF	100 watts	18 watts
Sensibilidad del Receptor	0.6 uV	0.6 uV
Frecuencia	454.125 MHz	454.125 MHz

- B. La Unidad Móvil fue equipada con un mapa del área de servicio, un altímetro montado en el tablero y las hojas de registro para la anotación de lecturas. La hoja de registro fue codificada para cada punto donde se efectuaron las lecturas, incluyendo información adicional de las condiciones topográficas del lugar. Las lecturas fueron tomadas con el móvil estacionado y cuando el móvil estaba transmitiendo en el momento que descendía de una colina, las lecturas variables registradas en la Estación Base no fueron tomadas en cuenta. Hasta donde fue posible se tomaron lecturas en las alturas extremas.

C. El estudio de campo se inició en la Estación Base y se -- fueron tomando lecturas conforme el vehículo se alejaba de la Base, hasta el punto en donde la Base ya no escuchaba al Móvil, a partir de ese punto la Unidad Móvil regresó en dirección a la Base hasta un punto donde su transmisión era recibida claramente por la Estación Base; nuevamente el móvil se alejaba de la Base en otra dirección -- hasta que su señal ya no era recibida claramente por la Base. De esta forma se continuo un recorrido circular en zig-zag alrededor de la Estación Base.

Cada vez que la Unidad Móvil hacia una transmisión a la Base, se enviaba la información del número del mapa y su localización, anotándose estos datos junto con la intensidad de la señal recibida y dirección del recorrido. También se anotaba la altura sobre el nivel del mar en que se encontraba la Unidad Móvil.

En la Estación Base se anotaban las lecturas y la localización del vehículo para determinar la cobertura real Móvil a Base.

Para determinar la cobertura real Base o Móvil, el procedimiento fue el mismo, solo que, para este caso se tomaba en cuenta la Transmisión de la Base y las lecturas eran tomadas en la Unidad Móvil.

D. Una vez efectuadas todas las pruebas, la información fue concentrada para su análisis y elaboración de coberturas para la comunicación Base a Móvil y Móvil a Base.

II.2.1.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En las pruebas de campo se obtuvieron los resultados mostrados en los Cuadros de Resultados, tanto para enlace Móvil a Base, como para Base a Móvil. Las conclusiones para ambos enlaces, fueron las siguientes:

A. Enlace Móvil a Base

En estas pruebas se obtuvieron rangos máximos de 25 km en la dirección Oeste, debido a la altura que presenta el terreno en esa dirección, lo que permite a la Unidad Móvil situarse a una altura mayor de la antena de la Estación Base. Los rangos mínimos de 13 km aproximadamente se obtuvieron en la dirección Noreste, en donde se encuentra una cadena de cerros llamada Sierra de Guadalupe. En general la cobertura Móvil a Base fue la siguiente: de 13 km en la dirección de Norte a Este, ampliándose a 15 km aproximadamente en la dirección de Este a Sur y en la dirección Sur-Oeste-Norte fue de 18 km en promedio. Este rango se ilustra en la Fig. II.9.

En las zonas de edificios altos, como en el primer cuadro y el Sur de la Ciudad, se obtuvieron enlaces confiables con buena calidad de audio.

Las zonas boscosas no presentaron problemas para la comunicación y los enlaces en esos lugares fueron confiables. La zona de cerros situada en la dirección Noreste, presentó serias interferencias, sobre todo atrás de cerros.

Los rangos de cobertura obtenidos en las pruebas de campo

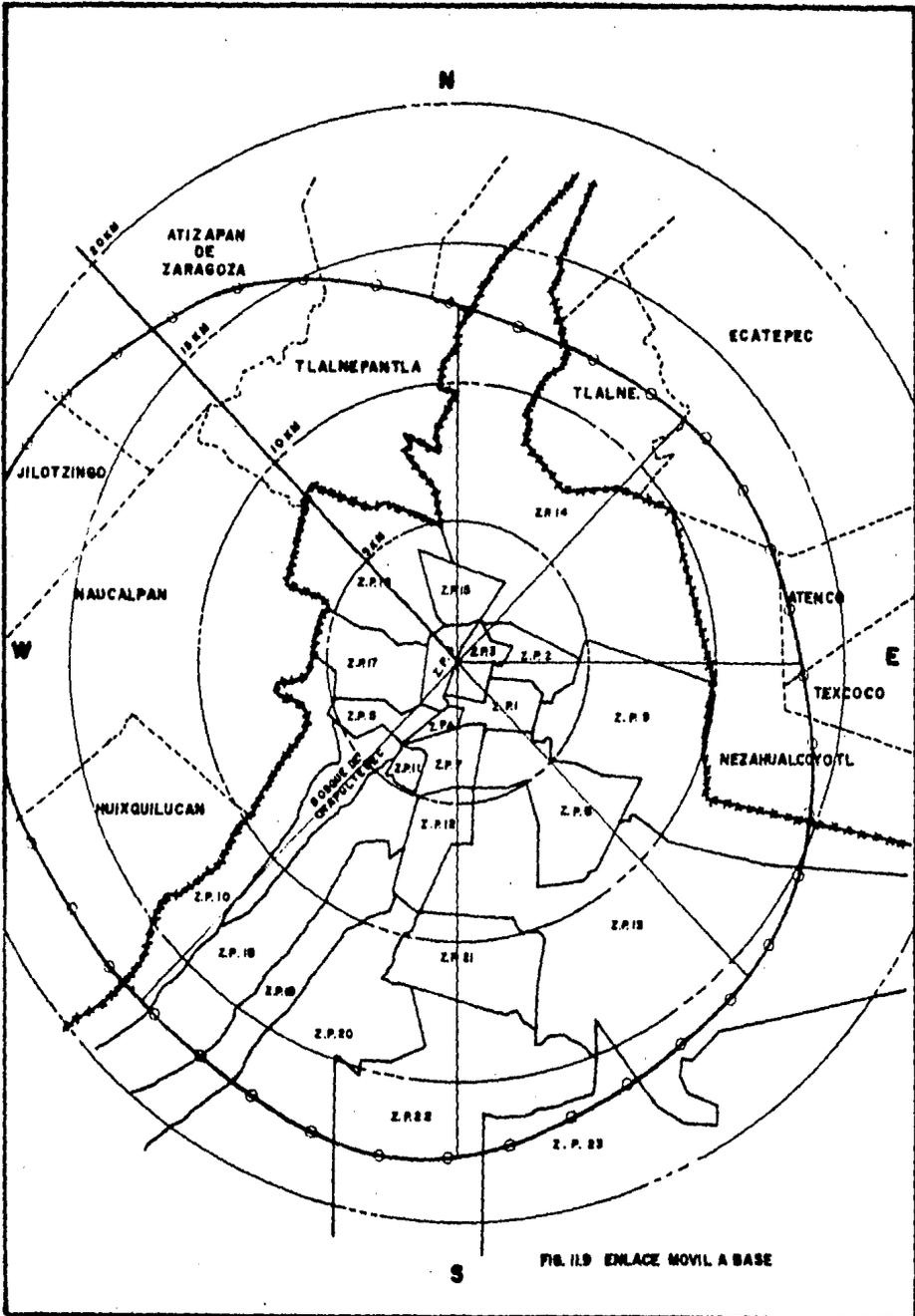


FIG. 119 ENLACE MOVIL A BASE

CUADRO DE RESULTADOS, ENLACE MOVIL A BASE

REG.	LOCALIZACION	DIRECCION	DISTANCIA (KM)	ALTURA M/SNM	INTENSIDAD SEÑAL dB/MET	CALIDAD AUDIO	OBSERVACIONES
1	ESTACION BASE	CENTRO	0	2,300	7K	1	A UN LADO DE LA BASE
2	IGNACIO ZARAGOZA	ESTE	11	2,260	12	2	Z. URBANA, DESPEJADO
3	MONTE ALBAN	SURESTE	16	2,295	3.8	3	Z. URBANA, DESPEJADO
4	PASEO DE MEX	SURESTE	12	2,260	12	2	Z. URBANA, DESPEJADO
5	EX. HDA. SAN NICOLAS	SURESTE	18	3,310	2.5	3	Z. URBANA, DESPEJADO
6	CUEMANCO	SUR	16	2,280	21	2	Z. URBANA, DESPEJADO
7	XOCHIMILCO	SUR	21	2,420	4	3	SOBRE CERROS
8	C. GOLFO DE MEX.	SUR	15	2,380	40	2	SOBRE CERROS
9	CARRET. AJUSCO	SUROESTE	21	2,600	7	3	SOBRE CERROS
10	SAN JERONIMO	SUROESTE	14	2,460	40	2	TERRENO ALTO
11	LOS DINAMOS	SUROESTE	20	2,540	7	3	TERRENO ALTO
12	CERRO DEL JUDIO	SUROESTE	15	2,600	12	2	SOBRE CERROS
13	LOMAS STA. FE	OESTE	12	2,590	40	2	TERRENO ALTO
14	VILLA DANTE	OESTE	25	2,740	7	3	SOBRE MONTANA
15	HUIXQUILUCAN	OESTE	13	2,400	40	2	TERRENO ALTO
16	LA OLIMPIADA	OESTE	12	2,360	21	2	TERRENO ALTO
17	C. VIEJA A TOLUCA	OESTE	25	2,600	7	3	SOBRE MONTANA
18	LOMAS VERDES	NOROESTE	13	2,350	120	1	TERRENO ALTO
19	PRESA MADIN	NOROESTE	16	2,460	4	4	TERRENO ALTO
20	JARDINES ATIZAPAN	NOROESTE	15	2,310	47	2	TERRENO ALTO
21	TLALNEPANTLA	NORTE	12	2,250	70	2	TERRENO PLANO
22	SAN RAFAEL	NORTE	15	2,260	4	3	FRENTE CERROS
23	TENAYUCA	NORTE	10	2,250	22	2	FRENTE CERROS
24	CUAUTEPEC EL ALTO	NORESTE	13	2,450	75	2	SOBRE CERRO
25	INDIOS VERDES	NORESTE	7	2,310	120	1	SOBRE CERRO
26	CARRETERA PACHUCA	NORESTE	13	2,240	3.0	4	ATRAS DE CERROS
27	SAN FELIPE	NORESTE	10	2,240	12	3	ZONA URBANA, DESPEJADO
28	LA FLORIDA	NORESTE	14	2,280	2.2	4	ZONA URBANA, DESPEJADO
29	VILLA ARAGON	NORESTE	10	2,260	22	2	ZONA URBANA, DESPEJADO
30	NEZAHUALCOYOTL	NORESTE	13	2,240	7	3	ZONA URBANA, DESPEJADO

CALIDAD DE AUDIO:

- | | | | |
|-----|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|
| 1.- | SEÑAL SOLIDA (sin ruido) | 2.- | BUENA SEÑAL (poco ruido) |
| 3.- | SEÑAL MALA (50 % ruido, 50 % señal) | 4.- | SEÑAL PESIMA (10% señal, 90% ruido) |

resultaron en general menores a los calculados en el laboratorio, pero esto se debe a que la potencia de la Unidad Móvil es menor que la considerada en los cálculos de laboratorio.

B. Enlace Base a Móvil.

En las pruebas de enlace Base a Móvil, se obtuvieron rangos máximos de 37 km en las direcciones Oeste y Sur, como se mencionó anteriormente, estos lugares tienen una altura superior a la de la antena de la Base. Los rangos mínimos fueron de 15 km en promedio y se registraron en la zona de la Sierra de Guadalupe, atrás de estos cerros la señal recibida era ruidosa y en algunos puntos se perdía el enlace. En general, la cobertura Base a Móvil fue la siguiente: En la dirección Norte-Oeste-Sur se alcanzaron distancias de 25 km aproximadamente, en la dirección Sur-Este, se obtuvieron rangos de 20 km en promedio y en la dirección Este-Norte, los rangos fueron de aproximadamente 15 km. Esto se ilustra en la Fig. II.10. El rango de comunicación posible determinado en las pruebas de campo para el enlace Base a Móvil, fue mayor que el calculado en la teoría, pero como se mencionó anteriormente, se debe a la altura que presenta el terreno del área de servicio.

C. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados arrojados en las pruebas de campo se puede considerar que la comunicación es posible en todos los puntos del área de servicio considerada, utilizando equipos similares a los empleados en las pruebas.

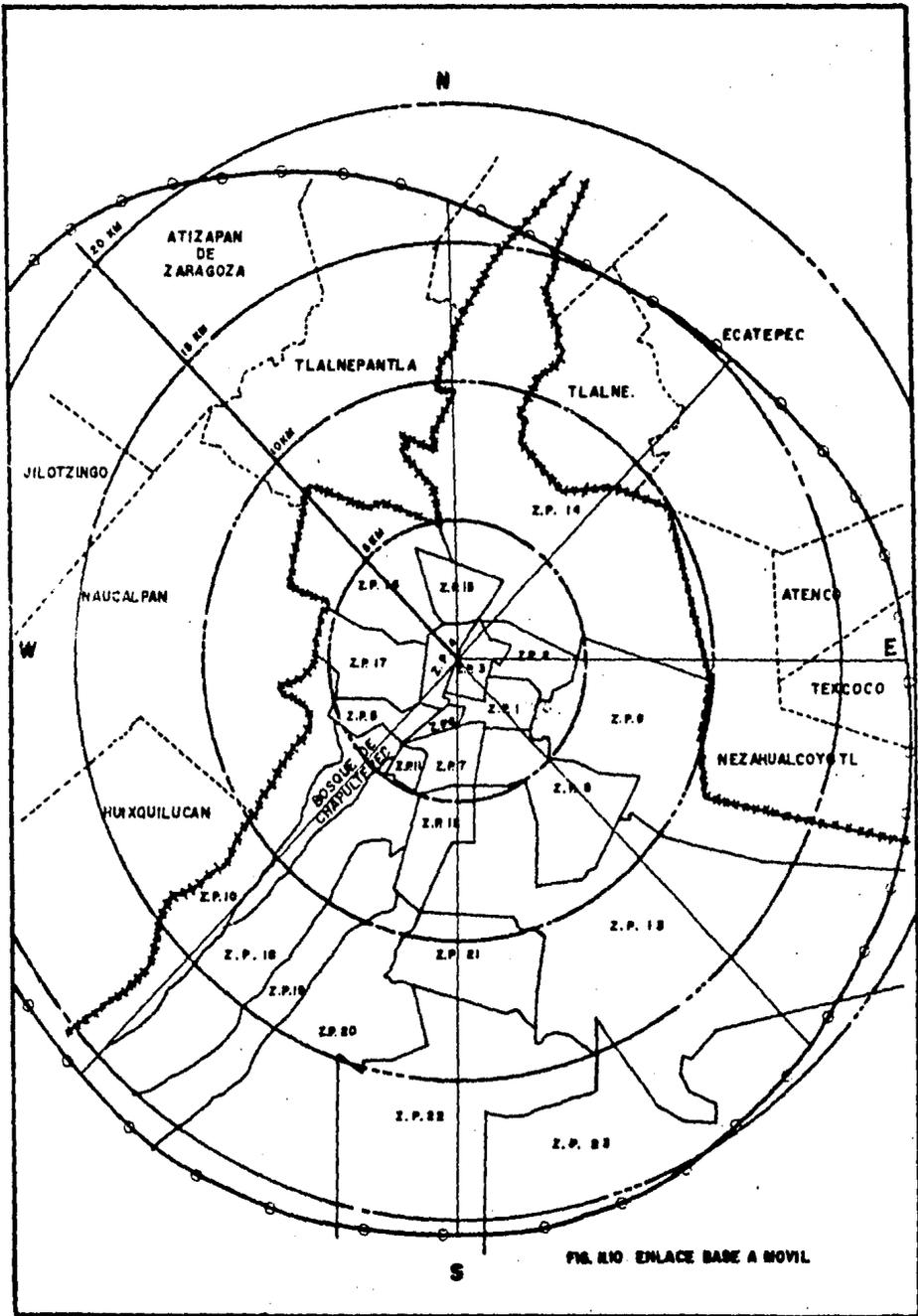


FIG. 110 ENLACE BASE A MOVIL

CUADRO DE RESULTADOS, ENLACE BASE A MOVIL

REG.	LOCALIZACION	DIRECCION	DISTANCIA (KM)	ALTURA M/SNM	INTENSIDAD- SEÑAL (VOLTS)	CALIDAD AUDIO	OBSERVACIONES
1	ESTACION BASE	CENTRO	0.0	2,300	7,000	1	A UN LADO DE LA BASE
2	T. VALLE DE MEXICO	NORTE	12	2,250	160	2	DESPEJADO
3	SAN RAFAEL	NORTE	15	2,260	110	2	Z. URBANA, DESPEJADO
4	GUSTAVO BAZ	NORTE	20	2,300	5.2	3	FRENTE A CERROS
5	LOPEZ PORTILLO	NORTE	23	2,250	2.2	4	ATRAS DE CERROS
6	SAN LORENZO	NOROESTE	14	2,360	150	2	TERRENO ALTO
7	ATIZAPAN	NOROESTE	27	2,400	4.0	4	ENTRE CERROS
8	CIUDAD SATLITE	NOROESTE	13	2,360	160	2	TERRENO ALTO
9	IND. TLATILCO	OESTE	13	2,360	90	2	TERRENO ALTO
10	VILLA ALPINA	OESTE	35	3,000	2.5	4	SOBRE CERROS
11	LOMAS DE STA. FE	OESTE	12	2,590	150	2	TERRENO ALTO
12	CUAJIMALPA	SUROESTE	22	3,050	1.7	4	SOBRE MONTAÑA
13	SAN JERONIMO	SUROESTE	14	2,460	97	2	TERRENO ALTO
14	LOS DINAMOS	SUROESTE	20	2,640	40	3	SOBRE MONTAÑA
15	CD. UNIVERSITARIA	SUR	14	2,250	40	2	ZONA ARBOLADA
16	AUTOPISTA CUERNAVACA	SUR	35	3,050	2.5	4	SOBRE MONTAÑA
17	LOMAS ESTRELLA	SURESTE	15	2,340	150	2	Z. URBANA, DESPEJADO
18	LOPEZ PORTILLO	SURESTE	25	2,300	7.0	3	ZONA RURAL, DESPEJADO
19	IGNACIO ZARAGOZA	ESTE	15	2,240	180	2	ZONA URBANA, DESPEJADO
20	CARRETERA PUEBLA	ESTE	25	2,230	7.0	4	ATRAS DE CERRO
21	LA FLORIDA	NORESTE	14	2,280	100	2	ZONA URBANA, DESPEJADO
22	STA. MARIA	NORESTE	14	2,260	4.0	4	ATRAS DE CERROS
23	INDIOS VERDES	NORESTE	7	2,310	700	1	SOBRE CERRO
24	CUAUTEPEC EL ALTO	NORESTE	13	2,450	400	1	SOBRE CERRO

CALIDAD DE AUDIO:

- | | | | |
|-----|-----------------------------------|-----|--|
| 1.- | SEÑAL SOLIDA (sin ruido). | 2.- | BUENA SEÑAL (poco ruido ocasional) |
| 3.- | SEÑAL MALA (50% ruido, 50% señal) | 4.- | PESSIMA SEÑAL (1-1% señal, 90% ruido). |

No se hace necesaria la instalación de repetidores, ya -- que en todos los puntos de interés para el servicio considerado, se establecieron enlaces confiables y de buena calidad de audio.

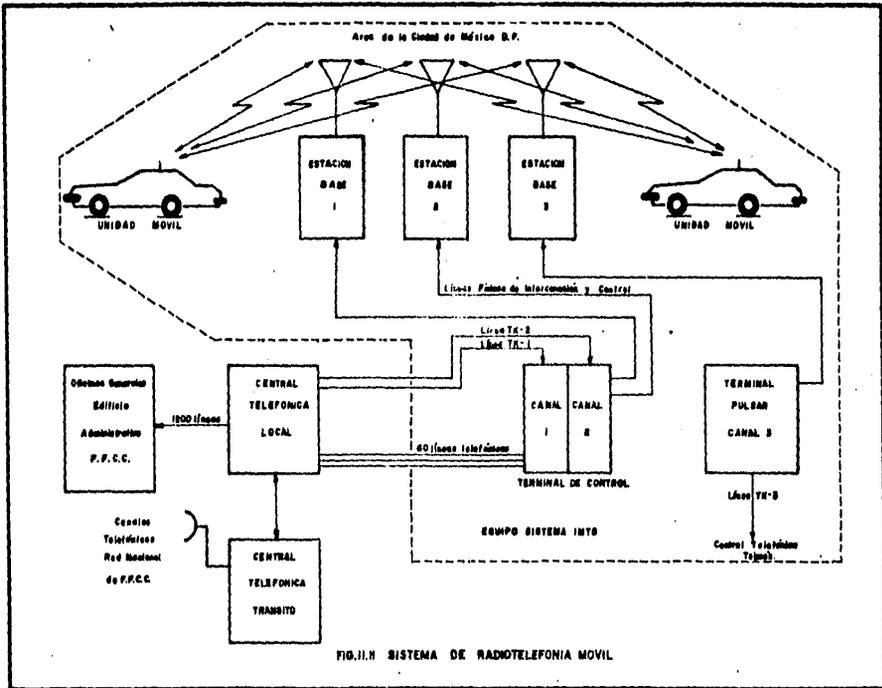
II.3 TERCERA FASE

En base a los estudios preliminares de necesidades de comunicación, estudio de las condiciones topográficas del área de servicio, de los cálculos de laboratorio y de las pruebas de campo; se selecciona ahora un sistema de Radiotelefonía Móvil y las especificaciones de los equipos que lo integren, - que ofrezca las mejores soluciones a las necesidades de comunicación.

II.3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RADIOTELEFONIA MOVIL SELECCIONADO

El sistema de comunicación seleccionado es un sistema de Radiotelefonía Móvil IMTS*, que permite establecer enlaces en forma automática y selectiva, entre una Unidad Móvil y un -- abonado de una Central Telefónica en forma bidireccional. Este sistema se encuentra integrado por una Terminal de Con--trol de dos canales, una Terminal "Pulsar" de un canal, tres Estaciones Base por cada canal y veinte Unidades Móviles para instalarse en los vehículos de los funcionarios de la Empresa. La Fig. II.11 nos muestra la configuración del sistema con los tres canales de comunicación. Los canales I y II son utilizados para enlaces del sistema de Radiotelefonía Móvil con la red telefónica privada de los Ferrocarriles, en - forma local y nacional y el canal III es utilizado para enlaces con la red urbana de Teléfonos de México. El sistema en

* IMTS, (Improved Mobile Telephone system); Sistema de Telefonía Móvil Mejorado.



forma general proporciona un servicio telefónico de discado directo entre Unidades Móviles operando dentro de una área de cobertura con los abonados fijos de una Central Telefónica. Las Terminales de Control del sistema son conectadas a través de líneas telefónicas con las Centrales Telefónicas. Las Estaciones Base se conectan por línea física con las terminales de Control y las Unidades Móviles son instaladas en los vehículos de los funcionarios. Las Terminales de Control establecen los enlaces entre las Centrales Telefónicas y las Estaciones Base, proporcionando la señalización y control de los mismos. Las Estaciones Base comprenden una unidad con transmisión-recepción y tiene como función establecer los enlaces con las Unidades Móviles sobre canales de radio que permitan el discado directo de llamadas de entrada y salida. Las Unidades Móviles constan de una unidad transeptora sintetizada y una cabeza de control que dan a los abonados móviles su identificación dentro del sistema, además de la transmisión y recepción simultáneas y de las facilidades de discado.

Este sistema tiene además la ventaja de que tanto el abonado fijo de la Central Telefónica como el abonado móvil del sistema, pueden establecer llamadas de entrada y salida respectivamente, únicamente discando directamente el número del abonado deseado, lo que permite una comunicación del tipo telefónico, completamente automática, selectiva y privada. Así los tipos de enlace que son establecidos en forma automática por el sistema son de: Unidad Móvil a un teléfono fijo, de un teléfono fijo a una Unidad Móvil y entre dos Unidades Móviles.

II.3.1.1 TERMINAL DE CONTROL. CANAL I Y II

La terminal de Control es utilizada como medio de enlace entre la Central Telefónica y el sistema de Radiotelefonía Móvil. Esta terminal de dos canales tiene capacidad de operar hasta con sesenta circuitos de línea, es decir para sesenta Abonados Móviles, disponibles para realizar cualquiera de los tres tipos de llamada y para ser compatibles con varios tipos de Centrales Telefónicas.

Para la operación con veinte abonados móviles será necesario conectar 20 líneas telefónicas de la Central Telefónica con la Terminal de Control utilizándose sólo para enlaces de salida, es decir, en llamadas originadas de un teléfono fijo de la Central Telefónica a un Abonado Móvil del sistema. Para el caso de enlaces de entrada de un Abonado Móvil a un teléfono fijo se necesitará una línea telefónica por canal como troncal hacia la Central Telefónica. En llamadas de Móvil a Móvil el enlace se establece por la realización de ambos enlaces (Móvil a Fijo y Fijo a Móvil).

Las conexiones de la Terminal de Control con la Estación Base son realizadas por hilos físicos conectando un par para señalización de transmisión y control y otro par para señalización de recepción.

A. Descripción de Circuitos.

Una Terminal de Control de doble canal consiste de un máximo de 60 Circuitos de Línea, un Circuito Distribuidor de Cadena, un Circuito Traductor, dos Circuitos de Enlace

un Circuito Registro-Enviador, un Detector de Parte para llamadas de Fijo-Móvil, doble Equipo de Control Electrónico, un Panel de Pruebas, un Circuito Identificador de la Estación Base, un Circuito ATB*, un Circuito de Prueba de Relevador, un Circuito Prueba de jack, un Circuito de Alarma y un Circuito de Acceso de Enlace.

En la Fig. II.12 se muestra la interconexión operativa de los circuitos de la Terminal de Control.

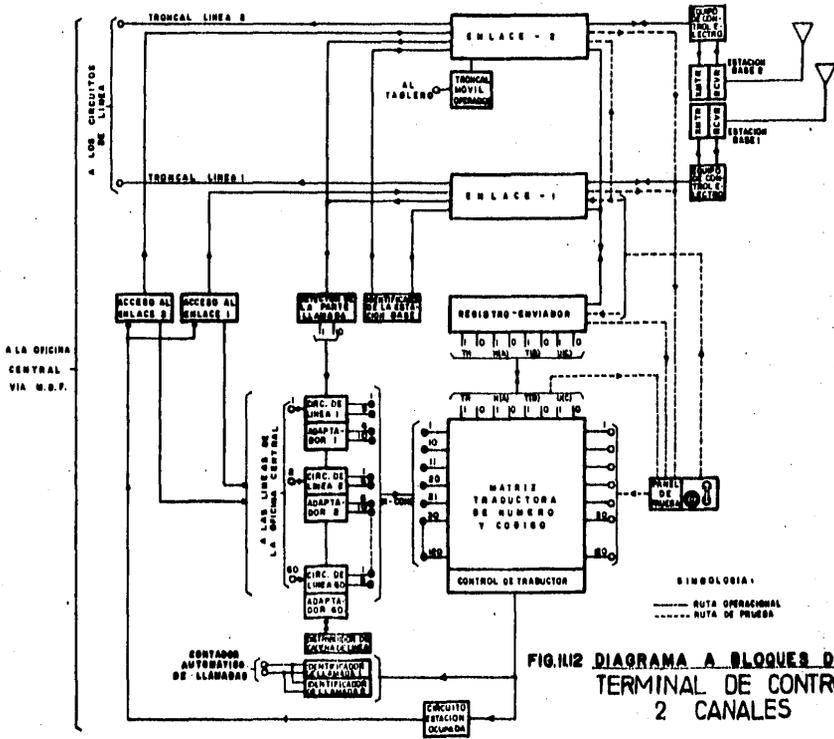
Circuito de Línea.

Este Circuito es utilizado para la conexión, a través de hilos, de la Central Telefónica al Circuito de Línea de la Terminal de Control. La Central Telefónica conecta la corriente de llamada al Circuito de Línea como una señal de llamada. El Circuito de Línea acepta la señal corriente de llamada como una demanda de llamada y proporciona el acoplamiento para conectar la señal de llamada al Circuito de Enlace.

Circuito Distribuidor de Cadena.

El Circuito Distribuidor de Cadena es utilizado para establecer la condición "solo una demanda de llamada" al Circuito de Enlace sobre llamadas de salida (Fijo a Móvil). Este Circuito también tiene como función prevenir las llamadas de salida cuando se tiene ya de prioridad una llamada de entrada (Móvil a Fijo). Para sistemas compuestos de un solo grupo de Circuito de Línea (12 Circuitos de Línea o menos), la condición de "solo una demanda" se establece por el Circuito de Cadena de Grupo Circuito de Línea.

* ATB, (All Trunk Busy); Toda Troncal Ocupada.



Circuito de Enlace

El Circuito de Enlace proporciona una interface entre el Equipo de Control Electrónico y todo el equipo de conmutación de la Terminal de Control. Los enlaces de entrada (Móvil a Fijo) y de salida (Fijo a Móvil) son direccionados por el Circuito de Enlace.

Detector de la Parte Llamada

Este Circuito es usado en llamadas de Fijo a Móvil para proporcionar el número de identificación del móvil que ha sido seleccionado. Este número de parte es usado por los Circuitos Traductor y Registro-Enviador para la pulsación hacia la Unidad Móvil. La frecuencia de la corriente de llamada del Circuito de Línea señalizado es detectada por este Circuito y como respuesta manda, por medio del mismo Circuito de Línea, un potencial tierra a la matriz del Circuito Traductor. Este potencial es utilizado para generar los dígitos en millares, centenas, decenas y unidades del número de identificación que deberá ser pulsado por el Circuito Registro Enviador inmediatamente despues de la pulsación del código de área.

Circuito Traductor

El Circuito Traductor compara su información programada con la información de dígitos recibidos del Registro enviador cuando una Unidad Móvil ha originado una llamada. Si la información recibida checa con la información programada, la Unidad Móvil recibirá tono de discar, esto es si la Unidad Móvil es un abonado del sistema, recibirá tono de discar y podrá discar al igual que un abonado fijo de una Central Telefónica. Si la Unidad Móvil no es parte del Sistema, no recibirá tono de discar. El traductor --

también en llamadas de Fijo a Móvil, envía su información programada al Registro-Enviador para la pulsación a la Unidad Móvil.

Circuito Registro-Enviador

En llamadas de entrada (Móvil a Fijo) este circuito opera como Registro el cual recibe y almacena los dígitos de identificación de la Unidad Móvil y traduce estos dígitos a un código base 2-fuera-de-5 (solo se utilizan los dígitos 0, 1, 2, 4, 7). Cuando los últimos cuatro dígitos son almacenados, se detecta un corte de batería de los relevadores de almacenaje en el Circuito Traductor identificando un Abonado Móvil. Cuando opera como un Circuito Enviador en llamadas de Fijo a Móvil, recibe los últimos cuatro dígitos del número de identificación desde el Traductor y los pulsa por medio del Circuito de Enlace a los generadores de tono del Circuito de Control Electrónico, el cual proporciona la señalización de tonos.

Circuito Identificador de Estación Base

Este Circuito pulsa la identificación de transmisión de la Estación Base en el Código Internacional Morse como es requerido por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC). Esto ocurre cada treinta minutos cuando el canal está en condición de libre, o inmediatamente después de que el canal entre a la condición de libre si se tuviese ocupada al término de treinta minutos.

Circuito ATB

Este circuito proporciona un relevador para la operación de tono de ocupado en los Circuitos de Línea, cuando el canal está ocupado.

Panel de Pruebas

El Panel de Pruebas permite al técnico de mantenimiento - monitorear u originar llamadas en el canal, chequeando la - operación de los circuitos del canal. Este Panel incluye un microteléfono y disco junto con la selección de teclas de monitoreo y de conversación en el canal; también se -- cuenta con varios jacks, lámparas y llaves. Los jacks conectan las señales de entrada y salida al equipo de transmisión para que sean monitoreadas. Indicaciones de falla son detectadas por alguna de las lámparas disponibles en este Panel.

Circuito de Alarma

Este circuito acepta señales de alarma del tipo mayor o menor que presenten las componentes de los circuitos en - el canal del sistema.

Circuito de Acceso de Enlace

Este circuito permite que el Circuito de Enlace sea conec - tado a cualquier Circuito de Línea, además este circuito es usado para seleccionar el canal que esta disponible.

Equipo de Control Electrónico

Los Circuitos del Equipo de Control Electrónico incorpo-- ran la detección de tonos, la conversión de tonos y las - facilidades de selección del receptor. Las Pruebas, los - circuitos de alarma y circuitos de identificación de las Estación Base también se incluyen en este equipo.

II.3.1.1.1 CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION

Voltaje de Operación	El equipo de relevadores y de control esta designado para operar a -48 volts de c.d. con tolerancia 45-52 V.c.d. El motor del circuito identificador de la Estación Base opera a 117 V. c.a. 60 c.p.s.
Consumo de corriente	Para una Terminal de Control de simple canal no excederá de 6 amperes, y para un sistema de doble canal será de 8 A
Rango de Temperatura	0°C a 50°C.
Nivel de entrada de Audio del Receptor	-16 dBm mínimo ajustables.
Nivel de salida de audio de la Central Telefónica	-8.5 dBm, ajustables
Nivel de entrada de audio de la Central Telefónica,	-23 dBm nominales, ± 18 dBm rango
Respuesta en frecuencia	+3.7 a -3.1 db de 300 a 3000 cps
Salida de Audio al Transmisor	voz: +1 dbm máximo ajustable tono: -1 dbm máximo ajustable
Resistencia de aislamiento de las líneas físicas	La señalización entre la Estación Base y la Terminal de Control debera ser proporcionada para una operación sobre líneas físicas balanceadas que no excedan 3,500 ohm y no menor de 30,000 ohm de resistencia de aislamiento.

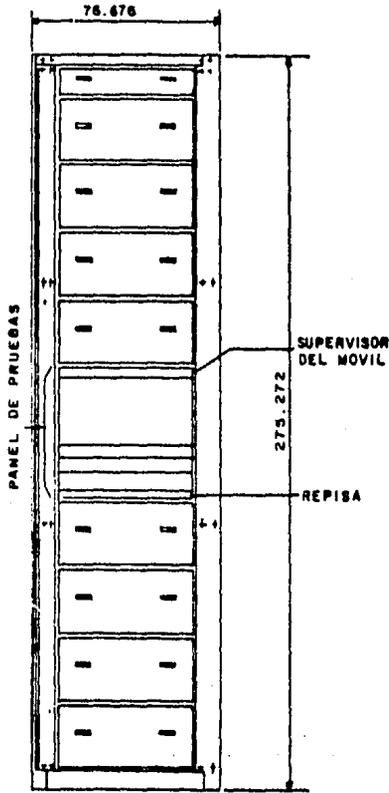
Dimensiones	2.753m (9 pies 3/8 pulg.) altura.
	76.67 cm (30-3/16pulg) an- chura.
	30.48 cm (12 pulg.) gro- sor.

Se propone que la Terminal de Control sea instalada en el mismo local que ocupa la Central Telefónica privada de la Empresa, la cual se encuentra en el sótano del Edificio Administrativo. Esto permitirá aprovechar las condiciones especiales de clima artificial y sellado contra polvo con que cuenta dicho local, las cuales son necesarias para la conservación y buena operación del equipo. Instalada la Terminal de Control en este local quedaría cerca del distribuidor principal de líneas telefónicas de donde se tomarían las líneas de interconexión con las Centrales Telefónicas Urbana y de la Empresa.

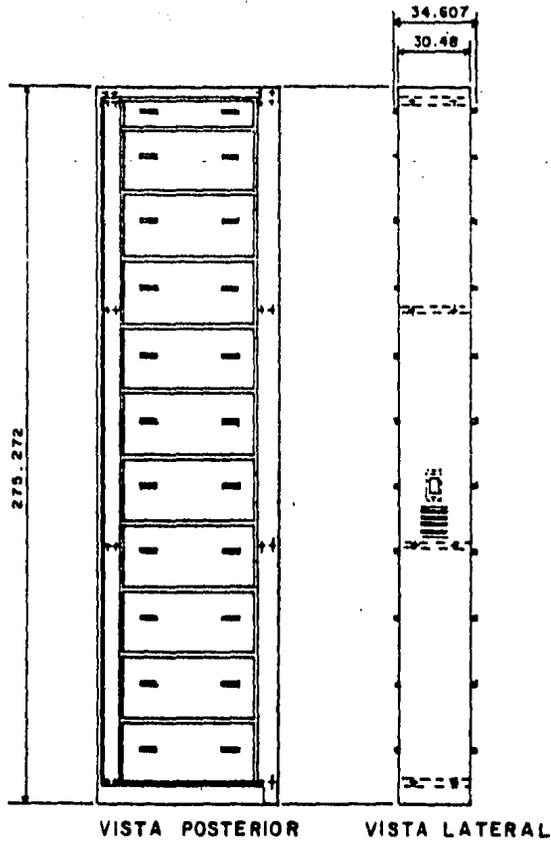
Las unidades que comprenden la Terminal de Control son montadas en un bastidor telefónico estandar de 2.74 m. (9 pies) de altura por 76.67 cm (30-3/16 pulg.) de ancho como se muestra en detalle en la Fig. II.13. Se recomienda un espacio libre de 91.44 cm (3 pies) en la parte frontal y trasera de la Terminal de Control para el acceso y poder dar un buen mantenimiento. Con este espacio y un piso con capacidad de 165 kg. (75 pound) por pie cuadrado es lo adecuado.

II.3.1.2 TERMINAL DE CONTROL "PULSAR". CANAL III

La Terminal "Pulsar" proporciona el control y señalización entre una Central Telefónica y un sistema de Radiotelefonía Móvil. La Terminal es una unidad de estado sólido que proporciona al usuario un servicio telefónico totalmente automático



VISTA FRONTAL



COTA: EN cm

FIG. II.13.- BASTIDOR DE TERMINAL DE CONTROL

en llamadas de Móvil a Fijo y un servicio telefónico a través de operadora en llamadas de Fijo a Móvil. El diseño modular ha sido empleado para simplificar el mantenimiento y para disminuir el tiempo de reparación. El uso amplio de circuitos integrados proporciona características sobresalientes como:

- a. Verificación del Número Automático. La Terminal puede automáticamente chequear los primeros tres dígitos de identificación de la Unidad Móvil que verifica que el móvil es registrado en el sistema.
- b. Restricción DDD (Discado a Distancia Directa). El DDD de los móviles puede ser restringido.
- c. Indicación de Reconocimiento Automático. Un código automático Morse para identificación de la Estación Base, una vez cada 30 minutos cumpliendo con los requerimientos de la Comisión Federal de Comunicación (FCC).
- d. Limitación de la Duración de Enlace. Un timer ajustable de 3 a 5 minutos puede utilizarse automáticamente para limitar las llamadas.
- e. Operación Duplex. Los abonados móviles pueden hablar y escuchar simultáneamente.
- f. Capacidad de Ampliación de Canal. La Terminal puede ser fácilmente ampliada a 1 a 2 canales por la interconexión

de otra Terminal " Pulsar ".

Sistema de un solo Canal.

La Fig. II.14 muestra los elementos esenciales de un sistema de Radiotelefonía Móvil con una Terminal " Pulsar ". Cuando el canal esta libre, todos los móviles en el sistema son conectados a la frecuencia asignada al canal por la recepción de un tono de 2000 Hz. Cuando un abonado móvil levanta su microteléfono para iniciar una llamada, el Radioteléfono transmite su identificación de número automático antes del discado. La Terminal procesa la identificación de la Unidad Móvil por la comparación de los primeros tres dígitos pulsados por el Móvil con un programa interno de tres dígitos. Después envía el tono de discar a la Unidad Móvil que en respuesta disca el dígito nueve para que sea automáticamente conectada a la Central Telefónica. Como resultado a lo anterior, un segundo tono de discar se recibe en la Unidad Móvil, que permite al abonado discar el número telefónico deseado.

Sistema de dos canales.

La Fig. II.15 muestra los elementos principales de un sistema de Radiotelefonía Móvil de dos canales, utilizando dos terminales " Pulsar ". Este sistema es diseñado por una interconexión simple de dos Terminales.

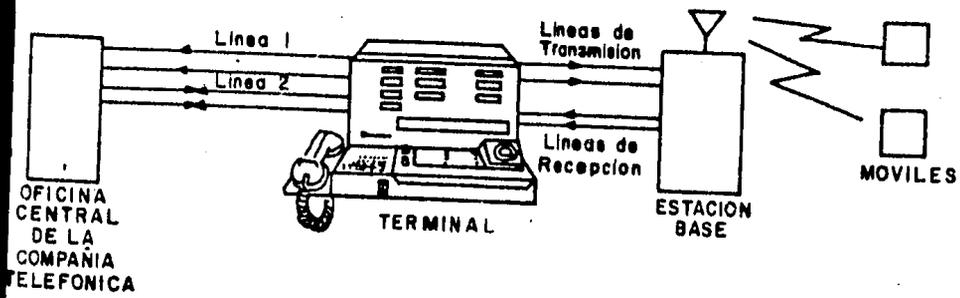


FIG. II.14 TERMINAL PULSAR DE UN CANAL

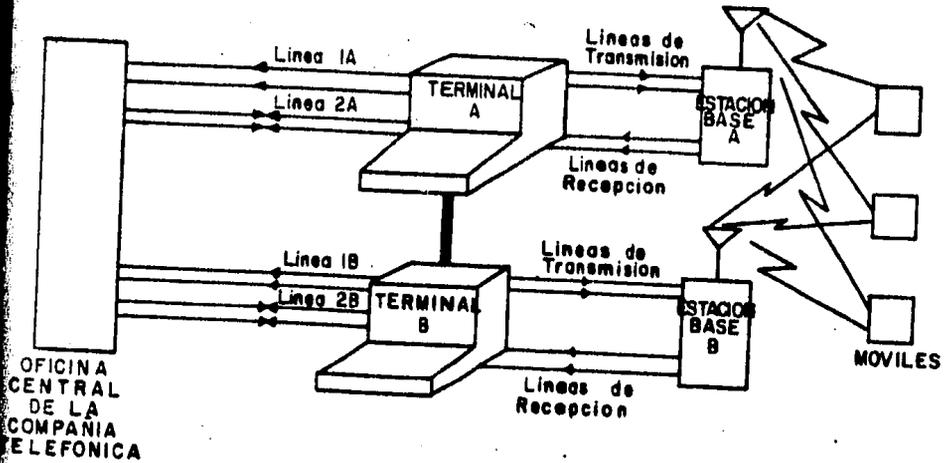


FIG. II.15 TERMINAL PULSAR DE DOS CANALES

El principio de operación de un sistema de dos canales es esencialmente el mismo como el de un sistema con un canal, sin embargo, el número de móviles puede ahora incrementarse puesto que cualquier móvil puede tener acceso a cualquiera de los dos canales que este en condición de libre. Aún cuando las dos Terminales son idénticas, la interconexión junto con los puentes internos, establecen una Terminal "Maestra" y una "Esclava" de modo que solo un canal da la condición de libre.

El diagrama a bloques de la Terminal "Pulsar" como se muestra en la Fig. 11.16, está dividida en varias áreas funcionales. Estas áreas funcionales identifican las funciones principales de cada bloque y las conexiones entre bloques.

Areas Funcionales:

- Módulo de Línea Telefónica
- Audio, Interruptores e Indicadores
- Circuitos de Interface con Estación Base
- Circuito de Identificación
- Circuito de Tonos
- Identificador de Estación Base.

Módulo de Línea Telefónica.

Este módulo realiza las siguientes funciones: Acoplamiento de impedancia a las líneas telefónicas; transfiere los dos hilos de la línea telefónica a seis hilos (dos para transmisión

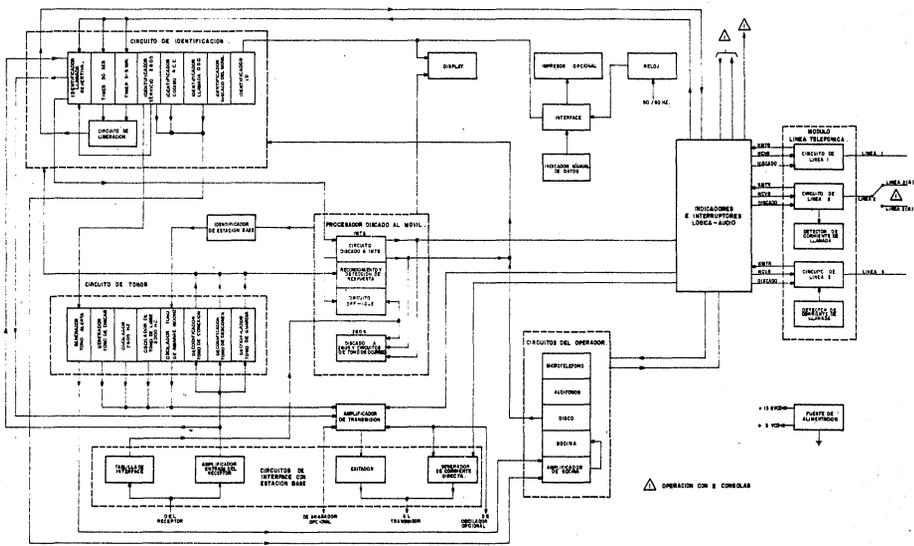


FIG. II. 16 DIAGRAMA A BLOQUES DE TERMINAL PULSAR

de audio, dos para recepción de audio y dos para discado); - detecta la corriente de llamada para llamadas de entrada (Fijo a Móvil).

Audio, Interruptores e Indicadores.

Esta circuitería proporciona los varios interruptores y led's indicadores que hacen posible la operación de la Terminal, - incluye también la lógica requerida para ejecutar las conexiones entre los diferentes circuitos de la terminal y establecer las trayectorias de audio entre la Estación Base y -- las líneas telefónicas.

Circuitos de Interface. Estación Base.

Esta circuitería proporciona lo siguiente: un generador de corriente directa que controla la operación del transmisor de la Estación Base; etapas de audio finales al transmisor de la Estación Base (amplificador del transmisor y preamplificador de línea); detector de silenciamiento (squelch), este detector esta formado por el detector de cierre de contactos que es utilizado para detectar la presencia de la portadora en el receptor de la Estación Base y para informar a la Terminal acerca de ello; un amplificador de entrada al receptor - que incluye un circuito de acoplamiento de impedancia a la línea del receptor y amplifica el audio que se recibe de la Estación Base.

Circuito de Identificación.

Incluye lo siguiente: un identificador que recibe los siete

dígitos transmitidos de la Unidad Móvil cuando esta es activada; un identificador de código el cual detecta los primeros tres dígitos enviados por la Unidad Móvil y los compara con los primeros tres dígitos del código predeterminado, en caso de no ser iguales, la Unidad Móvil automáticamente recibe un tono ocupado; un identificador que detecta los dígitos discados por la Unidad Móvil y enviados después a la línea telefónica apropiada; un identificador de discado a distancia directa que detecta cuando la Unidad Móvil intenta discar una llamada de larga distancia, esta tentativa puede ser restringida por medio de los puentes predeterminados en este circuito; un identificador de llamada revertiva que detecta a la Unidad Móvil que intenta llamar a otra Unidad Móvil (la Unidad Móvil que llama disca el dígito número siete); un circuito de reestablecimiento que detecta la señal de una Unidad Móvil después de que la llamada es concluida restableciendo así toda la circuitería en la Terminal para ponerla de nuevo en condición de libre. Un timer de treinta segundos que detecta la pérdida de la portadora por más de treinta segundos y automáticamente reestablece la Terminal; un timer de tres a cinco minutos que interrumpe la llamada después de este tiempo si el interruptor "cal timer" es presionado (cuando el canal esta saturado).

Circuito de Tonos.

Este circuito incluye tres decodificadores de tono para los tonos de guardia, conexión y desconexión. También incluye cinco osciladores de tono: tono de desocupado, tono de amarrar, tono de discado, tono de alerta y tono de 2805 Hz. Estos osciladores y decodificadores de tono son usados en varios modos de operación para la correcta señalización entre

la Terminal y el Abonado Móvil.

Identificador de la Estación Base.

De acuerdo con la reglamentación de la Comisión Federal de - Comunicaciones (FCC) una transmisión continua de la identificación de la Estación Base que debe realizarse cada media hora. El identificador de la Estación Base incluye los circuitos para habilitar una identificación en Código Morse que es esta compuesta de seis letras o dígitos. Cada letra esta compuesta de cinco caracteres y cualquier código de identificación puede ser programado por medio de arreglos de puentes en este circuito. El tono usado para la transmisión del código de identificación es el tono de amarre. La identificación del Código Morse es transmitido solo cuando la Terminal está en la condición de libre o de desocupado.

II.3.2.1 CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION

Potencia de Entrada	120/240 V.c.a. 50/60 HZ 40 watts máximo.
Interface con Estación Base	2 hilos para transmisión de audio 2 hilos para recepción de audio.
Nivel de salida hacia el transmisor Estación Base	+18dbm (ajustables), <u>menos que 5%</u> de distorsión en las <u>líneas físicas</u> de 600 a 900 ohms.
Nivel de entrada del receptor	De -25dbm a 0 dbm, línea 600 a 900 ohms.
Relación señal/ruido audible	Mayor que 40 dB.
Respuesta en frecuencia	Dentro de +4.0;-3.5dB de 300 a 3000 Hz.

Aislamiento	Mayor de 15 dB a 1 KHz cuando se conecta a una línea telefónica nominal de 600/900 ohms.
Nivel de audio en el Altavoz (Speaker)	400 mW mínimo (volumen puesto al máximo) en bocina de 8 ohms.
Dimensiones	23.5 cm (9- $\frac{1}{4}$ pulg) altura 48.9 cm (19- $\frac{1}{4}$ pulg) ancho 30.48 cm (12 pulg) grosor
Peso	18 kg. (40 lbs) máximo.

Al igual que la instalación de la Terminal de Control, se sugiere instalar la Terminal "Pulsar" en el local de la Central Telefónica para poder tener un mejor acceso a las líneas telefónicas de interconexión. Esta terminal puede ser colocada en cualquier superficie plana a nivel, como en un escritorio, que proporcione al operador una visibilidad total de todos los interruptores, indicadores y controles.

II.3.1.3 ESTACION BASE

La Estación Base es una unidad de transmisión-recepción utilizada en el sistema de Radiotelefonía Móvil. Requiere una entrada de 117 V c.a., 50 ó 60 Hz y opera en la banda de 450-470 MHz, con una salida de rf (radiofrecuencia) de 5 a 120 watts regulables dependiendo de las opciones de instalación.

El diagrama a bloques de la Estación Base, Fig. II.17, se observan sus componentes y se muestran las trayectorias de señal de rf. La trayectoria de transmisión inicia en el Excitador-Preamplificador, donde la salida es de 10 watts nominales a una frecuencia de 150-170 MHz. Esta señal se alimenta

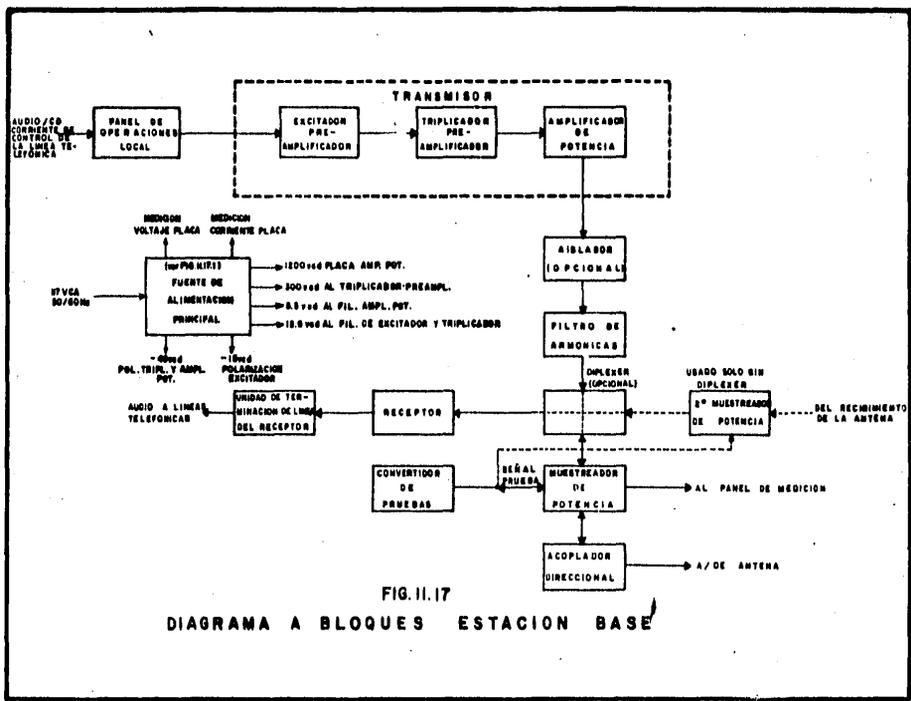


FIG. II.17
 DIAGRAMA A BLOQUES ESTACION BASE

a el Triplicador-Preamplificador, donde se triplica en frecuencia y se amplifica aproximadamente a 12 watts. Por lo que a la salida de esta etapa triplicadora se tiene la señal portadora de 450-470 MHz con 12 W. Esta señal portadora se pasa al Amplificador de Potencia final, produciéndose una salida nominal de rf de 120 Watts. De la salida del Amplificador de Potencia Final la señal es acoplada a el Aislador (si se usa), el cual proporciona un aislamiento entre el Amplificador de Potencia Final y las señales recibidas por la antena. El Aislador de este modo mejora la acción de intermodulación en el transmisor. La salida del Aislador es alimentada al diplexer por medio de filtro de Armónicas, del Muestreador de Potencia y del Acoplador Direccional. El acoplador Direccional proporciona salida de c.d. para operación del circuito "rf en el aire" e indicaciones de potencia directa y reflejada del wátmetro. El Muestreador de Potencia muestrea la salida transmitida y envía la señal al jack "rf test" en el panel de medición. Este muestreador también contiene una parte del mezclador para el Convertidor de Pruebas. Un Panel de Medición (no mostrado en el diagrama a bloques) es utilizado cuando se realiza el chequeo y alineamiento de la Estación Base. Contiene lámparas de indicación (2 rojas y dos ámbar), tres medidores y un jack "rf test" para muestreo de la señal de rf a la salida del transmisor. Detecta lecturas de voltaje y corriente específicos del Amplificador de Potencia Final, Panel de Pruebas, Excitador-Preamplificador, Triplicador-Preamplificador y del Receptor. La salida de rf, la corriente de placa y varios voltajes del Amplificador de Potencia Final pueden ser medidos constantemente cuando el transmisor es activado.

El convertidor de Pruebas mostrado contiene un atenuador de .

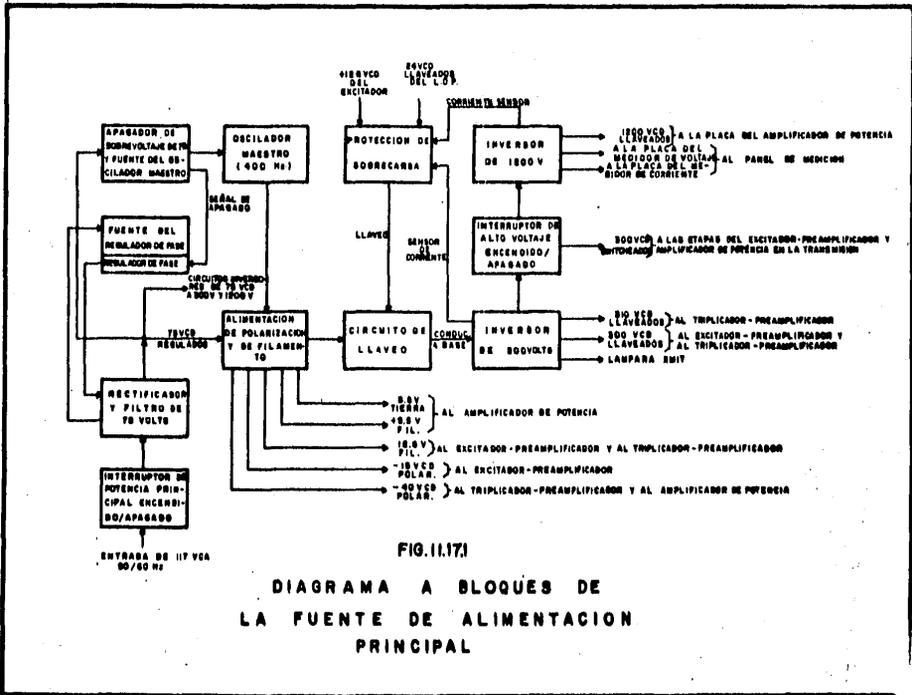
señal variable y un oscilador de 5.0 MHz. Esta señal es mezclada con la salida de transmisión en el Mezclador (localizado en el Muestreador de Potencia) y la señal resultante, a la frecuencia de recepción, es alimentada por medio del Diplexer al Receptor.

La señal recibida de la Antena es acoplada a través del Muestreador de Potencia y del Diplexer al Receptor. El LTU (Unidad de Terminación de Línea) acopla las señales de audio del Receptor a las líneas de audio de la Terminal de Control, -- por medio de un Filtro de línea de Transmisión y Audio.

El receptor es una unidad de recepción FM de doble conversión completamente transistorizada. El rango de frecuencia de operación del Receptor es de 450-470 MHz y consta de un oscilador controlado a cristal para asegurar una máxima estabilidad de frecuencia. Dentro de sus componente más sobresalientes se utiliza un transistor de efecto de campo FET para ayudar al primer mezclador a inmunizar las señales de interferencia. Su fuente de alimentación suministra 13.5 volts de c.d. regulados para una operación correcta del mismo.

El empleo de equipos de radio modernos, incrementa espectativas y demandas de fuentes de alimentación que ya no pueden ser cumplidas por una simple combinación Transformador-Rectificador-Filtro. La Fuente de Alimentación Principal de la Estación Base no debe ser afectada por variaciones de voltaje de línea o por variaciones de consumo de corriente, pero debe detectar voltajes de línea anormales o condiciones de sobrecarga y así poder apagarse para su misma protección. Esta fuente debe ser compacta y utilizar circuitos eficientes. --

La Fuente de Alimentación de la Estación Base, Fig. 11.17.1, cumple con estas demandas de funcionamiento y como consecuencia es más sofisticada que otro tipo de fuentes. Las funciones Básicas de esta Fuente son: 1.- la transformación de 117 v.c.a. a 75 v.c.d. Esto se realiza por un único rectificador de fase controlado, utilizando dos diodos estandar y dos rec tificadores controlados de silicio (SCR). La salida de c.d. de este circuito rectificador es regulada por el control del ángulo de conducción de los SCR's. Este circuito y sus elementos de control asociados proporcionan una excelente regulación requerida. 2.- La oscilación maestra de 400 Hz para el control de los inversores. Esta oscilación es activada -- por los 75 volts de c.d. e incluye un circuito de protección para sobrevoltajes, que apaga completamente a la fuente en el caso de una falla de regulación, evitando que el voltaje de 75 volt de c.d. se eleve a un valor que podría causar daños a otros circuitos. 3.- La inversión de 400 Hz con un --- transformador operando con los 75 volts. de c.d. para alimen tar los diferentes voltajes de filamento y polarización necesarios, y para proporcionar una señal elevada para otras - partes de la Fuente. 4.- La activación del Transmisor que -- controla las salidas de alto voltaje. 5.- La inversión y fil trado de 300 volts de c.d. para proporcionar voltajes de pla ca al Excitador-Preamplificador, voltaje de pantalla al Am-- plificador de Potencia Final y voltajes de pantalla y de pla ca al triplicador-Preamplificador. 6.- Inversión de 1200 volts de c.d. para proporcionar el voltaje de placa al Amplifica-- dor de Potencia Final. 7.- La detección de sobrecargas de al to voltaje con desactivador. Además, la Fuente de Alimenta-- ción proporciona mediciones de voltaje y corriente de placa del amplificador de potencia.



II.3.1.3.1 CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION.

La Estación Base del Sistema de Radiotelefonía Móvil tiene - las siguientes características:

- a. Permite un uso amplio de medidores e indicadores para sin tonización, chequeo y mantenimiento.
- b. Contiene un Convertidor de Pruebas para chequeo de la mo- dulación del transmisor-receptor.
- c. Facilita indicaciones de potencia directa y reflejada.
- d. Permite una operación totalmente duplex (transmisión-re- cepción simultáneas).
- e. Proporciona una operación continua de potencia a la sali- da.
- f. Contiene un elemento de canal con ± 2.0 partes por millón de estabilidad en frecuencia (para el transmisor y recep- tor) durante el período de un año.
- g. Tiene la opción, para mejorar la estabilidad de frecuen- cia; de adaptar un oscilador al transmisor mejorándose a ± 0.3 ppm de estabilidad en frecuencia para el período de un año.
- h. Mejora la seguridad de operación por: un receptor total- mente en estado sólido con fuente de alimentación regula- da; todos los voltajes son regulados para asegurar una

salida de potencia estable y larga duración de vida de -- los componentes.

A. Especificaciones del Transmisor:

Frecuencia de Operación	450-470 MHz
Salida de Potencia de RF (Operación Continua)	5 a 100 watts con Diplexer y Aislador.
Emisión de Espurias y -- Armónicas	Mayor de 100 dB abajo de la portadora
Pérdida de conversión (intermodulación)	Mínimo de 30 dB con un Aislador
Estabilidad de Frecuencia	Dentro de 0.0002 % de la Frecuencia Portadora asignada desde -30°C a + 60°C
Nivel de entrada de Audio	De -25 dbm regulables, para una línea de 600 ohms - para 3.3 KHz de desviación a 1000 Hz
Modulación	* 5 KHz para el 100% a 1000 Hz
Ruido FM	-55 dB abajo de * 3.3 KHz de desviación a 1000 Hz
Distorsión de Audio	Menos del 5% a 1000 Hz con *3.3 KHz de desviación.

B. Especificaciones del Receptor

Frecuencia de Operación	450-470 MHz
Espaciamiento entre canales	25 KHz
Rechazo a señales de Imagen y Espurias	Mayor de 100 dB (EIA*)
Silenciamiento (Squelch)	Tipo compensado, sensibilidad regulable

* EIA, (Electronic Industries Assoc.)

Intermodulación	-80 dB (EIA)
Sensibilidad	Menor de 0.56 microvolts - para una relación señal/-- ruido de 20 dB; impedancia RF de entrada 50 ohms.
Estabilidad de Frecuencia	Elemento de Canal compensado a temperatura dentro de $\pm 0.0002\%$ de la frecuencia portadora desde -30°C a $+60^{\circ}\text{C}$.
Respuesta de Audio	Dentro de $+ 1, - 3$ dB/octava de énfasis desde 300 a 3000 Hz
Zumbido y Ruido	-60dB referidos a ± 0 dBm de salida de Audio.
Desensibilización	-90 dB a 25 KHz (EIA) -86 dB a 25 KHz (Bell Systems Method).

La Estación Base puede ser instalada en cualquier lugar interno o externo con espacios para abrir sus puertas trasera y frontal. Aún cuando la Estación Base es diseñada para instalarse en exteriores, el mantenimiento sería un poco complicado porque se va a depender de las condiciones atmosféricas. Es por ello recomendable que el equipo sea instalado en lugares sellados para poder dar un mejor mantenimiento. Una sugerencia de donde instalarse podría ser una construcción pequeña no menor de 1 m² y 2.5 m de altura por cada Estación Base. Se deben tener en cuenta los siguientes factores antes de seleccionar el lugar para la instalación: las líneas de Transmisión pueden entrar a través de la parte inferior o superior o por cualquier lado del gabinete de la Estación Base; Las líneas de control y potencia pueden entrar a través de la parte inferior del gabinete por atrás o por adelante; el gabinete de

la Estación Base debe instalarse con espacio de 60 cm de --- área libre al frente y atrás para permitir acceso al abrir - las puertas; un espacio mínimo de 30 cm debe dejarse arriba del gabinete para la ventilación propia de la Estación Base; el gabinete jamás debe estar sobre agua, si existen posibili- dades de anegación de agua, se debe elevar el gabinete para evitar daños; para la instalación en exteriores, donde es ne- cesario poner un poste para el montaje del gabinete es reco- mendable conocer en detalle las dimensiones del gabinete, -- Fig. II.18.

Para la instalación de las tres Estaciones Base en un mismo local, se propone se instalen en el local que ocupa el equi- po del sistema de elevadores, el cual esta sobre el 13avo pi- so del Edificio Administrativo de la Empresa. Dentro del mis- mo local, deberá acondicionarse un cuarto de 4 X 2.5 m, se- llado contra polvo y con sistema de aire acondicionado, con el fin de mantener los equipos en condiciones adecuadas de - operación. Este sitio además, permite estar cerca de la to- rre que soportará las Antenas de las Estaciones Base lo cual evitará pérdidas por Línea de Transmisión. Las Líneas físicas para interconexión y control entre las Estaciones Base y las Terminales de Control, serán tomadas de la Red Local Telefó- nica existente en el Edificio.

II.3.1.3.2 ANTENA E INSTALACION

A. Características Eléctricas

Rango de Frecuencia

450 a 460 MHz

Patrón de Radiación

Omnidireccional

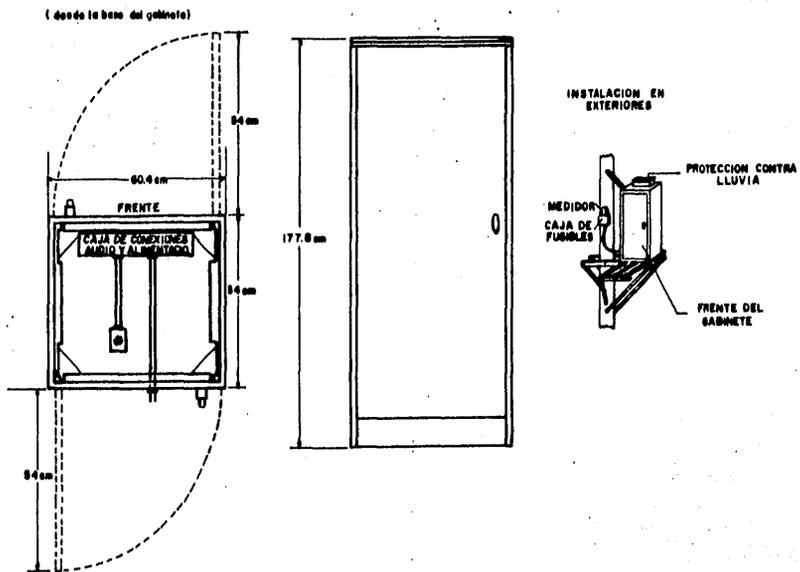


FIG. II.18 GABINETE DE ESTACION BASE

Tipo de Polarización	Vertical
Impedancia de Entrada	50 ohms
Razón de Onda Estacionaria de Voltaje	Menor de 2:1
Ancho de Banda	10 MHz
Máxima Potencia RF	250 watts
Terminal Flexible	24", RG-8A/U, con conector tipo N (macho)
Ganancia	9.2 dB.

B. Características Técnicas

La Antena deberá estar con un soporte para trabajo pesado y tratado con aluminio para evitar la corrosión, el elemento radiador debe ser de tubo de latón con revestimiento de fibra de vidrio, debiendo incluir su juego de abrazaderas para trabajo pesado. Deberá soportar vientos a razón de 200 Km/hora y estar protegida contra los efectos de los rayos.

C. Línea de Transmisión

La Línea de Transmisión de la Estación Base a la Antena debe ser del tipo heliax de 1 pulgada, de baja pérdida, 50 ohms de impedancia característica y construida de un conductor central de cobre, recubierto con un dieléctrico de polietileno y un anillo de cobre corrugado fuera del conductor y una capa protectora de polietileno para protección contra efectos corrosivos del medio ambiente. Su construcción debe ser flexible y resistente a tensiones y en sus terminales deberá acoplarse conectores hembra tipo N.

D. Torre para Antena

D.1 Generales

Debe ser de estructura metálica, de 25 metros de altura, tipo ROHN, modelo T-25, con alumbrado de obstrucción, control automático de encendido, juego de retenidas (3) a 120° con anclas, base, pintura reglamentaria y sistema de tierra.

D.2 Mecánicas

El material de la torre debe ser de acero galvanizado de grado estructural, debiendo cumplir las siguientes especificaciones:

- a. Tubos de 1 1/2 pulgadas de diámetro.
- b. Angulos redondos y placas.
- c. Incluyendo material de habilitación, tornillería y placas.
- d. El tramo de la estructura incluirá cablera y permitirá el acoplo perfecto con el tramo adyacente.
- e. El cable de acero tipo retenida, debe ser de 3/8" de diámetro, de alta resistencia, doble galvanizado, marca CAMESA o similar.

D.3 Erección de la Torre

El montaje de los elementos de la estructura se hará de acuerdo con el Manual de Construcciones de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A. Cada uno de los elementos deberá quedar perfectamente ensamblado y alineado sin asimetrías, a nivel. Los tornillos y elementos auxiliares de ensamble, no deberán ejercer tracción para jalar de su posición correcta a los miembros de la estructura.

D.4 Pintura de la Estructura

La pintura de la estructura deberá comprender desengrasado, desoxidado y aplicación de pintura en 7 franjas horizontales alternadas rojo y blanco internacional, siendo el color rojo el inferior y superior, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a. Limpieza a base de Dioxina en caso de oxidación.
- b. 2 manos de primario anticorrosivo de 2.5 milésimas de pulgada, cada una.
- c. 2 manos de esmalte anticorrosivo de 4 milésimas de -- pulgada cada una.

D.5 Alumbrado de Obstrucción.

Deberá ser unidad de doble luz de obstrucción y constará de lo siguiente:

- a. Lámpara incandescente de 100 W., 120 V ca, con globo de cristal Fresnel color rojo, soquet estandar, entrada para tubo conduit de 25 mm, incluyendo 2 focos incandescentes.
- b. Fotocontrol de 120 V ca, 60 Hz, 1800 VA, según catálogo 51711 Crouse Hinds. Domex.

D.6 Sistema de Tierra.

La estructura deberá contar con una unidad de Pararrayos en su parte superior, apoyada al sistema de tierra del -- Edificio.

II.3.1.4 UNIDAD MOVIL

La Unidad Móvil consiste de un Radioteléfono "Pulsar" UHF de FM a frecuencia sintetizada, conversión simple y completamente duplex. Instalado con un sistema de antena apropiada y -- una cabeza de control (y conectado a la batería de 12V del - vehículo), este Radioteléfono proporciona al usuario un servicio telefónico a través de intercambio telefónico móvil.

El Radioteléfono consiste de cuatro secciones funcionales bá-
sicas:

El Transmisor

El Receptor

La Unidad Generadora de Frecuencia

Un Circuito de Control Digital

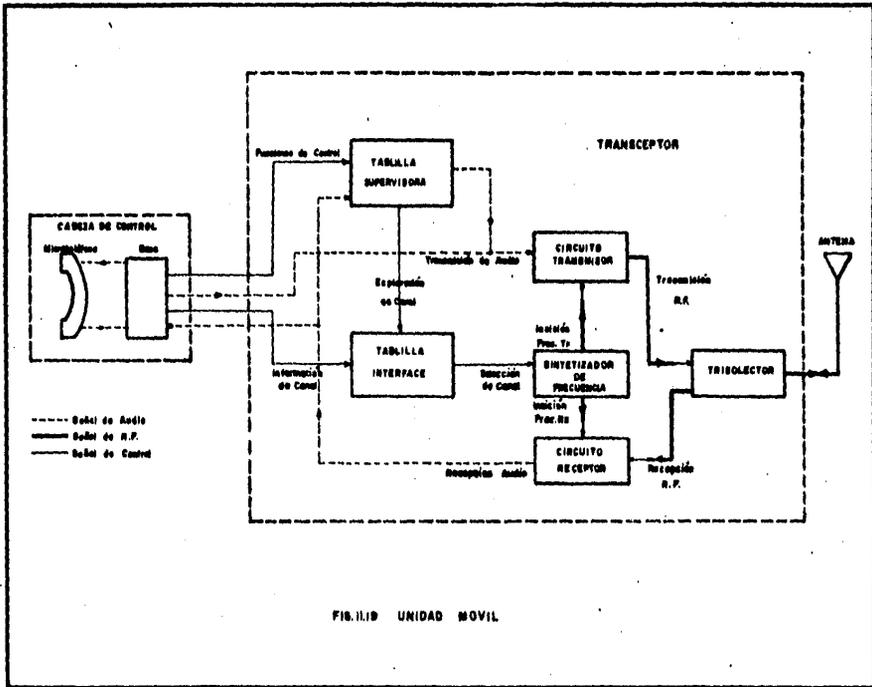
En el diagrama a bloques, Fig. II.19, se muestra en forma -- simplificada las interrelaciones entre los circuitos básicos de la Unidad Móvil.

A. Características Eléctricas y Capacidades

El criterio de diseño del Radioteléfono "Pulsar" UHF incluye una fabricación moderna de alta tecnología, ínte-
gro y servicial. Las características y capacidades si--- guientes son algunas de las más sobresalientes de este - Radioteléfono:

a. Sintetizador de frecuencia. Genera señales de RF de - alta estabilidad de inyección para todos los canales. En la generación de frecuencia se emplea un circuito VCO* -

* VCO, (Voltage Controlled Oscillator) Oscilador Controlado a Voltaje.



microstrip (microbanda), el cual opera directamente en la inyección de frecuencia deseada. Esto elimina la necesidad de una etapa multiplicadora de frecuencia. Un simple oscilador controlado a cristal de temperatura compensada proporciona una señal de referencia de alta estabilidad por comparación con una frecuencia VCO muestreada en el circuito sintetizador. Un circuito de protección de falla asegura que el circuito de fase de cierre sea asegurado en la frecuencia anterior a la habilitada del transmisor. Esto previene la transmisión fuera de frecuencia.

b. Operación Totalmente Duplex. Permite funciones simultáneas de transmisión y recepción. Un filtro pasabandas --- "Trisolector" de selectividad aísla las señales de transmisión y recepción del radio permitiendo la operación con una sola antena.

c. Operación Automática. Contiene un explorador de canal y selección, un número de identificación de móvil, y funciones totalmente digitales, además de la señalización para llamadas de entrada y salida.

d. Protección del Amplificador de Potencia. La tablilla de control de potencia y el aislador protegen contra temperatura de operación excesivamente altas. La salida de potencia normal es también monitoreada y regulada para -- asegurar una operación estable.

e. Ajustes Mínimos. Asegura un funcionamiento óptimo por medio del uso de: amplificadores de FI de sintonización fija; Filtros controlados a cristal y discriminador; Sintetizador de frecuencia de inyección al receptor con un oscilador atenuador del transmisor.

f. Diseño de alta Tecnología. Utiliza en gran medida circuitos integrados, líneas microstrip, componentes electrónicos miniatura; resultando de alta funcionalidad e integridad.

g. Consideraciones técnicas de Servicio: Receptáculos de medición individual de transmisión y recepción para monitoreo; posiciones de ajustes adecuados y accesibles, los cuales permiten un ajuste completo de un solo lado del Radioteléfono; tablillas de circuito impreso enchufables -- las cuales pueden desmontarse del circuito impreso principal con el fin de aislamiento y servicio.

h. El ensamble del Amplificador de Potencia está provisto de bisagras, las cuales proporcionan un acceso fácil y rápido al amplificador de potencia del Transmisor.

II.3.1.4.1. CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION

A. Especificaciones Generales:

Rango de Frecuencia	450-470 MHz
Espacio entre Canales	25 KHz
Número de Canales. Capacidad	14 (RCC*) canales de programación
Estabilidad de Frecuencia	Dentro de 0.0003% de la frecuencia portadora desde -30°C a +60°C
Voltaje de Alimentación	+13.7 V c.d. ± 20%
Consumo de Corriente con Batería de +13.7 V c.d.	En espera (standby): menos de 0.8 Amp y 1.05 Amp con Cabeza de Control
	En transmisión: menos de 14Amp.

* RCC, (Radio Common Carrier] Radio a Portadora común.

Dimensiones	12cm x 31cm x 42cm (4-5/8" x 12-1/4" x 16-1/2")
Peso	14 Kg (30 lbs)

B. Características del Transmisor:

Salida de Potencia de RF	25 watts continuos
Impedancia de Salida	50 ohms
Emisión de Espurias y Armónicas (abajo de la portadora)	conducidas: -110 dB Mín. radiadas: -90 dB Mín.
Distorsión de Audio	Menos del 5% a 1000 Hz; ± 3 KHz de desviación.
Modulación	16F3: ± 5 KHz para el 100% a 1000 Hz
Ruido FM	60 dB abajo de ± 3 KHz de desviación a 1000 Hz
Respuesta de Audio	Dentro de + 1 y - 3dB de 6db/octava de pre-énfasis desde 300 Hz a 3000Hz.

C. Características del Receptor:

Selectividad	-85 dB a ± 25 KHz
Modulación	± 6 KHz Mínimo
Sensibilidad	
20 dBq	0.6 microvolts; 50 ohms
12 dB SINAD*	0.45 microvolts; 50 ohms
Rechazo de imagen y Espurias	Mayor de 110 dB
Intermodulación	-84 dB
Impedancia de entrada RF	50 ohms
Salida de Audio	90 dB SPL* a menos de 5% de distorsión
Respuesta de Audio	+1, -3 dB de 6 dB/octava de de-énfasis de 300 Hz a --- 3000 Hz.

* SINAD, (Signal + Noise + Distorsion) to (Noise + Distorsion).

SPL, (Sound Pressure Level). Nivel de Presión Sonora.

D. Instalación

La Fig. II.20 muestra la ubicación ideal del equipo, sobre un vehículo, de la Unidad Móvil.

D.1 Ubicación del Radioreceptor.

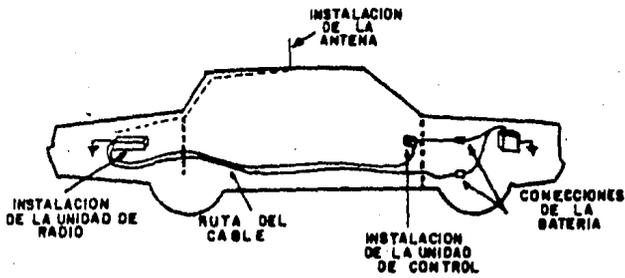
En muchos vehículos la mejor localización para instalar la Unidad de radio es el espacio libre en la cajuela. Independientemente del lugar escogido, debe asegurarse que la Unidad de Radio este protegida de suciedad, humedad y que tenga el suficiente espacio a su alrededor que le permita el enfriamiento adecuado así como para cuando se necesite moverlo para su mantenimiento.

D.2 Ubicación de la Cabeza de Control.

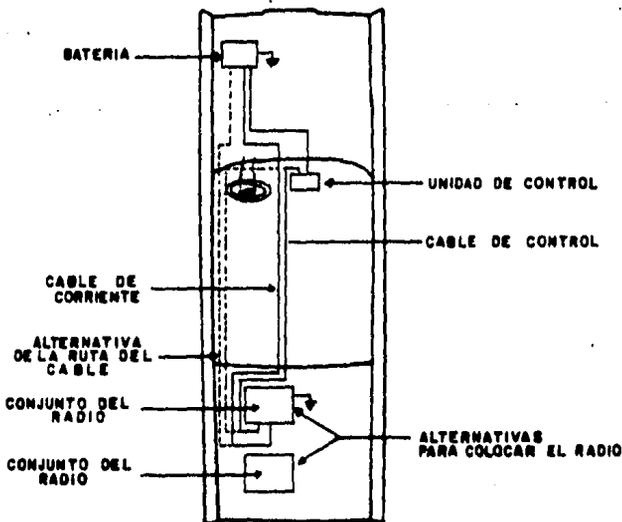
Para poder determinar la ubicación de la Cabeza de Control se deben considerar los siguientes factores: La superficie de montaje debe ser resistente que soporte la Cabeza de Control; la Cabeza de Control debe estar ubicada para que permita un fácil acceso al operador durante la operación normal del vehículo (parado o en movimiento); la Cabeza de Control debe estar dentro de un alcance para su interconexión con la Unidad Móvil; la posible ubicación de la Cabeza de Control no debe estorbar el asiento de los pasajeros.

D.3 Ruta de Cables de Alimentación y Control.

Muchos vehículos son equipados con cables canalizados en las puertas. Si el vehículo tiene estas características deben ser aprovechadas para proporcionar una protección máxima al Cable y para simplificar la instalación. En vehículos sin estas características los Cables de Alimentación y Control deben ser canalizados de tal forma que se



a. - PASOS DE INSTALACION



b. - POSICION DEL CABLE

FIG. II.20 INSTALACION DE UNIDAD MOVIL

protejan de estrechamientos, bordes filosos y machucaduras. Se propone se canalice el Cableado a lo largo y por debajo de la alfombra del vehículo, pasándolo sobre la base del eje del motor. Asegurarse de utilizar éstrobos --- siempre que el cable se pase a través de huecos por el ta blero del vehículo.

D.4 Ubicación de la Antena.

La mejor ubicación de la Antena es en el centro del techo del vehículo (toldo). Otra buena alternativa de ubicación es en el centro de la tapa de la cajuela. Asegurarse que el cable de la Antena pueda tener una ruta aceptable hacia donde se encuentra el Radioreceptor, antes de que se monte la Antena.

D.5 Capacidad Eléctrica.

A 13.6 volts el Radioreceptor consume arriba de 1 amp en espera (standby) y arriba de 12 amp cuando transmite. --- Asegurarse que la batería y el alternador del vehículo -- tengan la suficiente capacidad para entregar por lo menos 12 amp. más lo que pueda ser requerido por el vehículo y sus accesorios. El Radioreceptor esta diseñado para ope-- rar solo con sistemas eléctricos de 12 volts de c.d. y -- tierra negativa.

II.3.1.4.2 CABEZA DE CONTROL

La Cabeza de Control interfacea al Abonado Móvil con su Radioreceptor UHF. La selección de canales, señalización y supervisión son manipulados automáticamente por la cabeza de control. Se incluyen sobre la Cabeza de Control un tablero -

de discado digital, un microteléfono y varios controles e indicadores.

La Cabeza de Control consiste de tres unidades funcionales: La Base del Microteléfono, el Microteléfono y una Caja de Conexiones, además de la Tablilla de interface programable --- (circuito impreso enchufable) que se encuentra dentro del Radioreceptor. La Base y el Microteléfono utilizan por separado un Microcomputador que permite una operación flexible y segura. Un número de características únicas son posibles por el uso de estos dos dispositivos y sus programas almacenados internamente. La Cabeza de Control es disponible en sus versiones Standar y de Lujo. El modelo Standar tiene todas las capacidades requeridas para una operación conveniente y totalmente automática. El modelo de Lujo proporciona varias características adicionales tales como un repertorio de discado (memorización de 10 números telefónicos), un micrófono exterior y un dispositivo de exploración automático cuando los canales se encuentran ocupados.

En el diagrama a bloques, Fig. II.21, se muestran las interrelaciones entre varios elementos de la Unidad Móvil. Los dos Microcomputadores, uno en la Base y otro en el Microteléfono, intercambian información por medio de un bus de 4 hilos contenidos en el cordón espiralizado, la circuitería en la Base proporciona la selección de canal e información de control a la Tablilla de Interface del Radioreceptor por medio de la Caja de Conexiones.

Cada Microcomputador examina las entradas y genera varias señales de salida bajo el control de un programa almacenado en

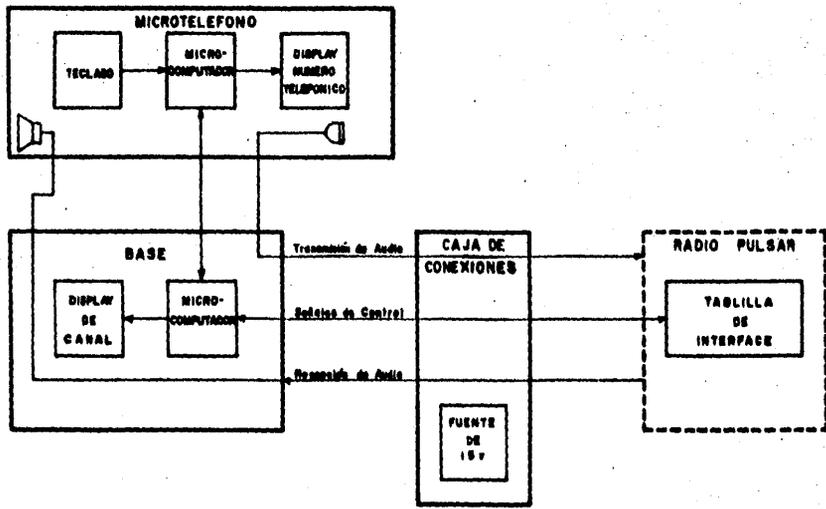


FIG. 11.21 CABEZA DE CONTROL

su memoria permanente. Las entradas y salidas de los Micro--computadores son ordenadas dentro de una expresión digital de 4 bits la cual se manda simultáneamente en un bus de 4 hilos.

El Microcomputador hace uso de memorias de Lectura/Impresión para almacenar información temporal durante el procesamiento de operaciones. Una parte de la memoria Lectura/Impresión es utilizada para almacenar la lista de canales a ser explorados. En el modelo de Lujo una parte de la memoria Lectura/Impresión es reservada para el almacenamiento de los números telefónicos.

II.3.1.4.2.1 CARACTERISTICAS TECNICAS E INSTALACION

A. Especificaciones de la Cabeza de Control.

- a. Incluye botones de presión para el discado que permiten al Abonado una mayor facilidad y rapidez de operación.
- b. El dispositivo de discado deberá localizarse en un lugar de fácil acceso que permita al Abonado discar con una sola mano.
- c. Permite al Abonado discar el número telefónico deseado en la condición de "Microteléfono colgado".
- d. Tiene la facilidad de "Rellamada" del último número telefónico discado, es decir si el número telefónico discado por el Abonado no pudo ser conectado, el Abonado podrá llamar nuevamente con la sola acción de un botón.

- e. La Unidad es compacta y versátil, de fácil operación y acabado estético que armoniza con el interior del vehículo.
- f. Es capaz de operar con sistemas múltiples, es decir en forma automática y manual.
- g. Cuenta con indicadores de llamada y ocupado.
- h. Voltaje de alimentación: 13.8 V de c.d. más menos 20%.
- i. Temperatura de Operación: de -40°C a + 70°C.
- j. Programable para 10 canales.
- k. Respuesta de Audio: Micrófono y preamplificador. 3 dB/octava \pm 5 dB desde 300 Hz a 3000 Hz.
- l. Distorsión de Audio: Micrófono.- Menos de 5% referidos a 97 dB SPL. Receptor.- Menos de 5% referidos a 82dB SPL.
- m. Salida de Audio: Micrófono.- 138 mV referidos a 100 - Hz dentro de una carga de 100 ohms referidos a 97 dB - SPL. Receptor.- 82 dB mínimo SPL a la posición máxima del volumen.
- n. Consumo de Corriente: En espera (standby) de 100 a -- 230 mA. En operación de 250 a 550 mA. Apagada (solo consumo de memorias) de 20 a 35 mA.
- ñ. Dimensiones: 7cm x 10.5cm x 22.6cm (2.75" x 4.125" -- x 8.9").

o. Peso: 0.8 Kg. (1.75 pound).

B. Instalación.

La Instalación de la Cabeza de Control consiste de la canalización del cableado, del montaje de la caja de conexiones y del montaje de la Cabeza de Control. La canalización del cableado se realiza tomando en consideración la instalación del Radioreceptor. La caja de conexiones debe estar instalada en un lugar oculto, además de la canalización de los cables al Radioreceptor, a la Cabeza de Control y a la batería del vehículo. El montaje como se observa en la Fig. II.22 puede realizarse en varias formas.

II.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El Abonado Móvil puede seleccionar desde su Cabeza de Control tres modos de operación: Modo Home (H), Modo Roam (R) y Modo Manual (M); en el modo de operación Home, la Unidad Móvil explorará sobre un grupo de canales preseleccionados en busca de tono de libre para poder discar, una vez encontrado el canal desocupado, el Abonado Móvil puede originar una llamada discando directamente el número telefónico del Abonado Fijo deseado, tal como lo hiciera desde su teléfono fijo. Si el Móvil se encontrara dentro de una área equipada para operación de telefonía móvil, operando el modo Roam podría - -

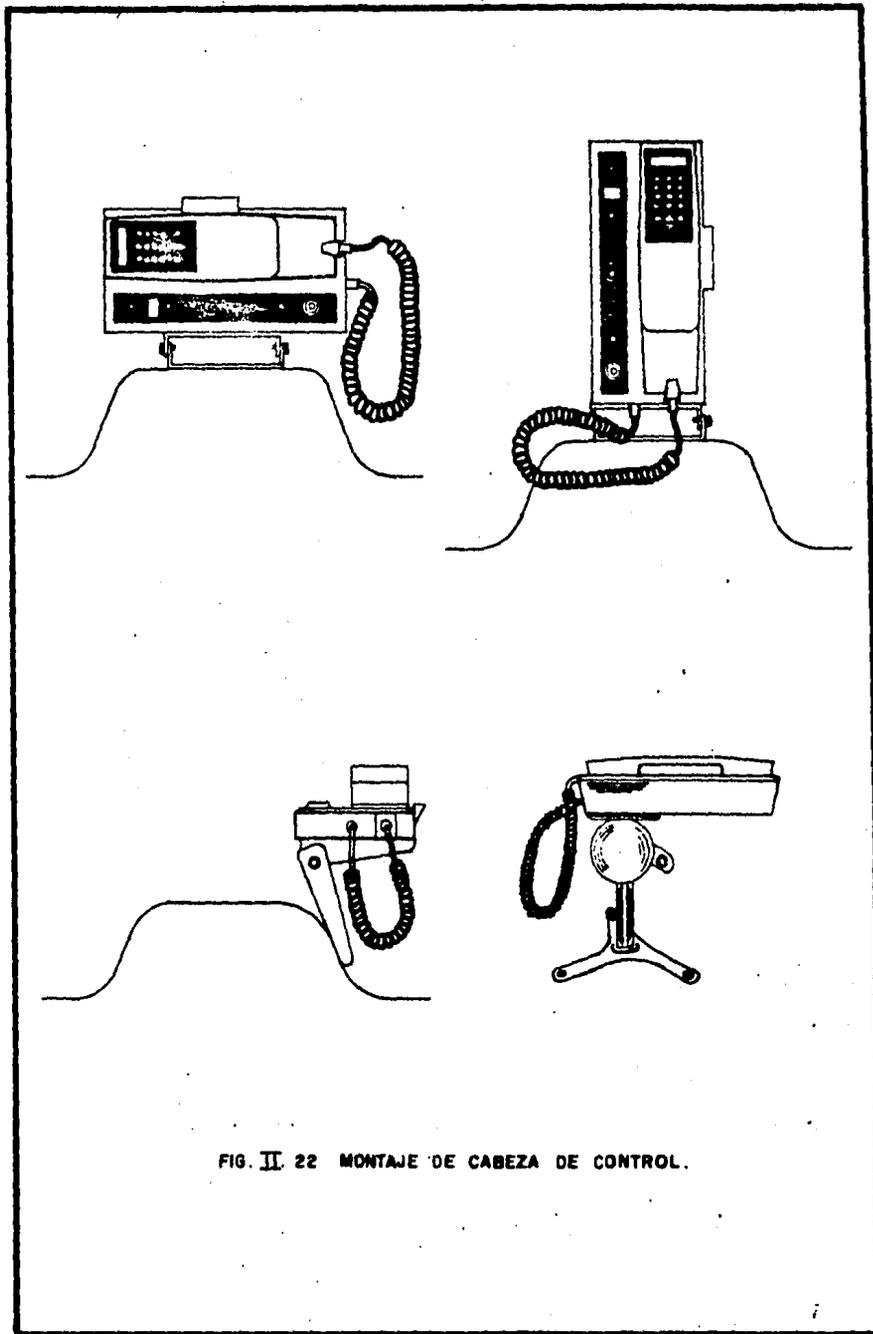


FIG. II. 22 MONTAJE DE CABEZA DE CONTROL.

seleccionar los canales usados en esa área y de este modo recibiría el tono para discar el código predeterminado de la Central, o llamar directamente al operador, quien completaría su llamada; en este modo de operación las llamadas de un abonado Fijo a un Abonado Móvil, deben ser hechas a través del operador. Para originar una llamada en el modo Manual, la Unidad Móvil selecciona este modo de operación y monitorea los canales que se utilizan en esta área, cuando localiza un canal desocupado presiona el botón "oprimir para hablar" en su microteléfono, señalizando al operador quien procesará la llamada.

II.3.2.1. LLAMADA DE FIJO A MOVIL. FIG. II.23

Una llamada de un teléfono fijo a un Abonado Móvil, se origina cuando el Abonado Fijo levanta su auricular y disca un número de directorio de un Abonado Móvil, la llamada se procesará en la Central Telefónica de la manera normal, enviando una señal de llamada sobre un par de alambres a los Circuitos de Línea de la Terminal de Control, un Circuito de Línea específico responde a la señal operando un relevador que proporciona un enlace disponible y permitiendo que la señal continúe hacia el Detector de la Parte Llamada, quien determina que Abonado Móvil debe ser señalizado, colocando una señal en la matriz, por medio del Circuito de Línea, y operando en el Traductor donde los números de los Móviles están programados. El Traductor envía señales hacia el Registro-Enviador, el cual envía señales de c.d. hacia el Generador de Tonos del equipo de Control Electrónico; las señales de c.d. se convierten a tonos por este Equipo y los envía sobre un par de alambres hacia el transmisor de la Estación Base, la cual

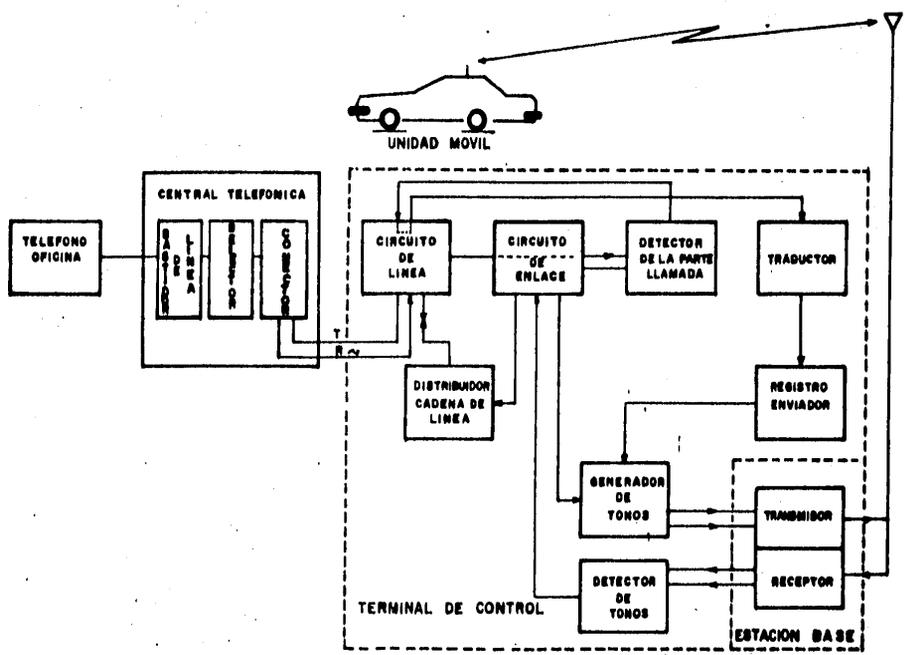


FIG. II.23 LLAMADA FIJO A MOVIL

los transmite hacia los Móviles. Sobre la recepción de tonos el propio Móvil debe reconocerse por el envío de una señal - de reconocimiento hacia la Estación Base y de ésta a la Terminal de Control. Esto sucede si la Unidad Móvil se encuentra encendida. Si la Unidad Móvil no está encendida, la Terminal de Control esperará 3 segundos el tono de reconocimiento y enviará un tono de ocupado de regreso al Abonado Fijo - que está llamando. Si recibe el tono de reconocimiento, la Terminal de Control envía hacia la Unidad Móvil, por medio - de la Estación Base, una señal de llamada; si la Unidad Móvil no contesta dentro de 45 segundos a la señal de llamada, el Abonado Fijo recibirá una señal de tono de ocupado. Si el Móvil contesta transmitirá un tono de conexión como una señal de respuesta, al recibo de esta señal, la Terminal de Control detiene la señal de llamada y establece un circuito de voz entre el Abonado Fijo y el Abonado Móvil. Cuando la conversación se termina, el Abonado Móvil cuelga su microteléfono y transmite una señal de desconexión hacia la Terminal de Control. El transmisor de la Unidad Móvil se desactiva quedando la Unidad disponible para hacer o recibir llamadas.

II.3.2.1.1 SECUENCIA DE TONOS. FIJO A MOVIL. FIG. II.23.1

Teniendo inicialmente un canal en marca de libre o de desocupado, la Terminal de Control lo indica por la señalización - de un tono de libre de 2000 cps radiado por la Estación Base. Cuando una llamada se recibe en la Central telefónica y es - determinada como para un Abonado Móvil, la Terminal de Control sustituye al tono de libre por un tono de amarre. Inmediatamente después del cambio de tono de libre por el tono -

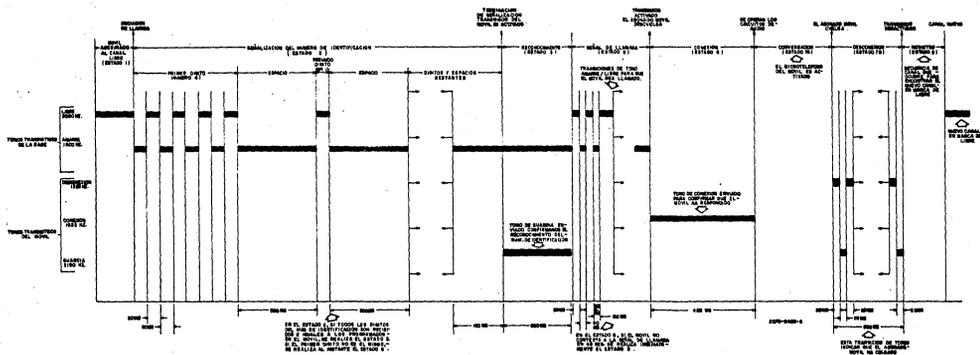


FIG. II.23.1 SECUENCIA DE TONOS LLAMADA DE FIJO A MOVIL

de amarre, la Terminal de Control, por medio de la Estación Base, transmite el código de llamada (número de identificación) del Móvil deseado. Cada dígito comprende pulsaciones alternadas 50 milisegundos de tono de libre y amarre, interrumpidos por aproximadamente 300 milisegundos de tono de amarre entre cada dígito. El número de pulsaciones de tono de libre y amarre corresponde al dígito transmitido. Por ejemplo, si el dígito a ser transmitido es un cuatro, entonces cuatro pulsaciones de tono de libre son enviadas en el tren de pulsos del código. Las pulsaciones de tono de libre y amarre siguientes (espaciadas 300 milisegundos) son pulsadas en secuencia y son decodificadas en la Tablilla de Supervisión de la Unidad Móvil. Este número decodificado es comparado con el número programado por los puentes en la Tablilla de Interconexión. Si son iguales, la Unidad Móvil transmitirá 750 milisegundos de tono de guardia como reconocimiento de que el código del Móvil llamado fue decodificado y reconocido. Sobre la recepción de este reconocimiento, la Terminal de Control envía por medio de la Estación Base un Código de llamada hacia la Unidad Móvil. Un voltaje de llamada se aplica a la Cabeza de Control de la Unidad Móvil para indicar al Abonado de una llamada de entrada. Cuando el abonado descuelga su Microteléfono, el transmisor es automáticamente activado y envía un tono de conexión hacia la Estación Base como señal de que el Abonado ha respondido; la conversación puede llevarse a cabo. Al término de la conversación, el Abonado Móvil cuelga su microteléfono y la Unidad Móvil transmite pulsaciones de 25 milisegundos de tono de desconexión y guardia durante 750 milisegundos. Esta es la señal de desconexión transmitida hacia la Estación Base. Al término del período de desconexión, el transmisor se desactiva y el receptor examina el nuevo canal desocupado. Las Unidades ---

Móviles que no reconocieron el código de llamada tienen sus receptores en exploración del nuevo canal desocupado luego de que la desigualación entre el código de Identificación y el número programado ocurra. De esta manera, todas las Unidades Móviles, excepto la que respondió a la señal de llamada, registran el nuevo canal desocupado y están disponibles para hacer o recibir llamadas.

II.3.2.2. LLAMADA DE MOVIL A FIJO. FIG. II.24.

Se origina cuando el Abonado Móvil descuelga su Microteléfono y si encuentra un canal libre, envía una secuencia de tono de guardia y conexión hacia la Terminal de Control por medio de la Estación Base, cuando la Terminal recibe el tono de conexión, quita el tono de libre, impidiendo a los --- otros Móviles tomar este canal. La Terminal reemplaza el tono de libre por un tono de amarre, esto da principio a la recepción de la identificación de la Unidad Móvil cuando se quita el tono de amarre, el Móvil comienza a mandar sus pulsos de identificación con pulsos de tono de conexión separado por un pulso de tono de guardia, esto es una prueba de igualdad que permite asegurar que los pulsos de la identificación de la Unidad Móvil no estén siendo sumados o restados a causa de la calidad de la señal y poder identificar si el Móvil es o no un Abonado del sistema. La Terminal de Control procesa la identificación del Móvil de la siguiente manera: La señal de identificación se recibe en el Equipo de Control Electrónico, donde los pulsos de la identificación en tonos son convertidos a pulsos de c.d. y después enviados al Traductor -- por medio del Circuito de Enlace y del Circuito Registro-Enviador. El número es comparado con el número programado de -

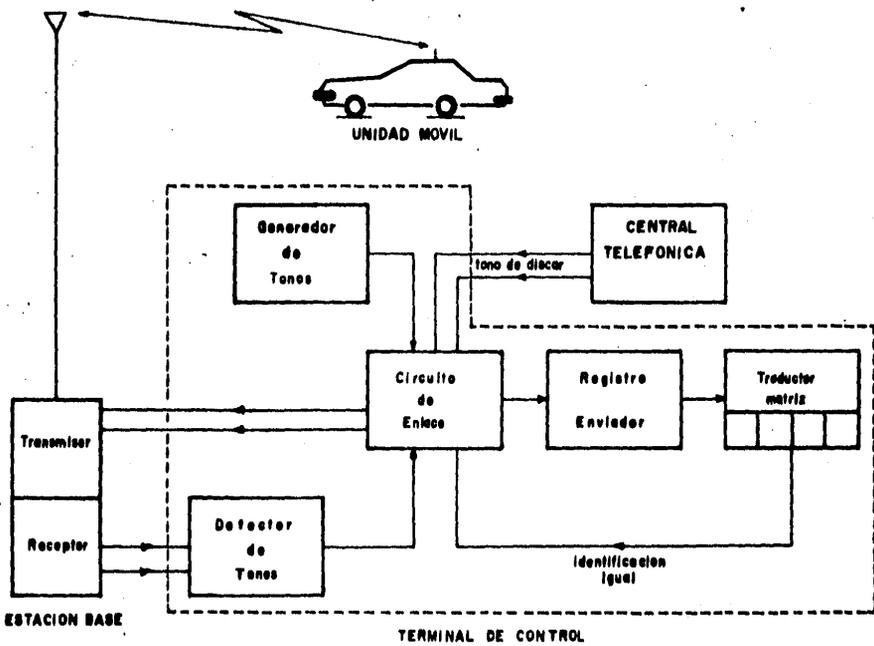


FIG. II.24 LLAMADA MOVIL A FIJO

los Móviles correspondientes al sistema. Si el Móvil es parte del sistema, el código de identificación del Móvil coincidirá con un número programado en el Traductor. El Traductor envía la señal al Circuito de Enlace y éste proporciona una conexión con la Central Telefónica por medio de dos hilos. Al móvil entonces le es enviado un tono de discar de la Central Telefónica y el Abonado Móvil disca el número telefónico deseado.

II.3.2.2.1 SECUENCIA DE TONOS. MOVIL A FIJO. FIG. II.24.1

Asumiendo que la Unidad Móvil asegura un canal desocupado o en marca de libre antes de que la llamada sea originada, el Abonado Móvil levanta su Microteléfono para activar su transmisor. Un tono de guardia es transmitido hacia la Estación Base. Como se muestra en la carta de secuencia de tonos, el tono de guardia es transmitido 370 milisegundos junto con -- uno de conexión entre 50 y 60 milisegundos. Durante este --- tiempo, la Estación Base cambia a un nuevo canal desocupado. Después de la transmisión de tono de conexión, un tono de -- guardia es generado por la Unidad Móvil. La Estación Base --- transmite un tono de amarre y sobre la recepción de este tono, el tono de guardia continua por aproximadamente 210 milisegundos. Al término de este tiempo, el número de identificación del Móvil es transmitido hacia la Estación Base. Esto se establece por la secuencia de cada dígito del código del Móvil (Número de Identificación) que se programa dentro de la - tablilla de Interconexión. Este código es transmitido por interrupciones de tono de conexión por tonos de guardia después de cada pulso numerado par y por una portadora sin modular. --

despues de cada pulso numerado impar. Despues de que el último dígito de identificación del Móvil es transmitido y es -- aceptado por la Estación Base como un número legítimo, la Estación Base transmite un tono de discar que es escuchado por el Abonado Móvil en su Microteléfono. La recepción de tono - de discar indica al Abonado Móvil que puede discar el número telefónico deseado. Los pulsos discados, transmitidos por el Móvil, consisten de tono de guardia interrumpidos por tono - de desconexión. La duración es como se muestra en la carta de se cuencia (el ejemplo muestra para el discado de un tres y un uno como el primero y segundo dígitos del número discado). - Una vez que la parte llamada responde, se realiza la conversación de la manera normal. Al término de la conversación, - el Abonado Móvil cuelga su Microteléfono de lo cual resulta la generación de la señal de desconexión. Esta señal de desconexión consiste de transmisiones de 25 milisegundos alternadas de tono de desconexión seguido por un tono de guardia. La transmisión de desconexión continua por aproximadamente - 750 milisegundos. Al término de este tiempo la Unidad Móvil - automáticamente registra el nuevo canal en marca de libre.

II.3.2.3. LLAMADA DE MOVIL A MOVIL

La llamada de Móvil a Móvil es una conjunción de las llamadas Móvil a Fijo y Fijo a Móvil. Solo que en este tipo de llamadas se utilizan dos canales: Uno para el Móvil que llama, es decir para la llamada Móvil a Fijo, y el otro para el Móvil llamado, o sea para la llamada de Fijo a Móvil.

II.4 CUARTA FASE

En base a las normas de emisión establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se hará un análisis de las tres Fases anteriores para determinar si el sistema de Radiotelefonía Móvil seleccionado cumple con dichas normas.

II.4.1. NORMAS DE EMISION Y CONCLUSIONES

NORMAS DE EMISION Y DISPOSICIONES SOBRE EQUIPOS RADIOTELEFONICOS DE LOS SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE EN LA BANDA DE 450 A 470 MHZ.

- 1.- La banda de 450 a 470 MHz será atribuida a los servicios Fijo y Móvil siguientes: Gubernamentales, Militares, Especiales, Privado, Seguridad, Descentralizados, Estatales, Salvamento y Médicos, Experimentación y Portadora Común.

En el caso de los Ferrocarriles Nacionales de México como Empresa Descentralizada del Gobierno Federal.

- 2.- Las atribuciones de las sub-bandas que figuran para Petróleos Mexicanos y que se utilizan actualmente en enlaces multicanales de baja capacidad, se compartirán con los servicios privados, en aquellas zonas en donde Petróleos Mexicanos no los utilice; Petróleos Mexicanos deberá despejar de enlaces multicanales la banda en un lapso no mayor de 5 años.
- 3.- Se aplicarán en la utilización de esta banda las normas siguientes:
 - a) Banda empleada: 450 a 470 MHz.

Los tres canales del sistema de Radiotelefonía Móvil - seleccionado tendrán las siguientes frecuencias de operación:

Canales	Frecuencia de Transmisión y Recepción
Canal I	454.125 MHz y 459.125 MHz
Canal II	454.150 MHz y 459.150 MHz
Canal III	454.175 MHz y 459.175 MHz

b) Separación entre canales: 25 KHz.

Para este sistema la separación entre los canales I y II, y entre los canales II y III es de 25 KHz.

c) Separación entre las frecuencias de transmisión y recepción para sistemas dúplex: 5 MHz.

En este sistema la separación entre la frecuencia de transmisión y la frecuencia de recepción es de 5 MHz.

d) Potencia radiada aparente máxima: Base.- 330 watts
Móvil.- 60 watts

La potencia radiada aparente queda determinada por - la siguiente ecuación:

Potencia Radiada Aparente = Potencia del transmisor
+ Pérdidas por Miscelánea + Pérdidas por Línea de transmisión + Ganancia de Antena.

Para las tres Estaciones Base del sistema se tiene:

Potencia del Transmisor = 100 watt = 20 dB
Pérdida por Miscelanea (Duplexer) = -1 dB
Pérdida por Línea de Transmisión = -3 dB
Ganancia de Antena = 8,7 dB
Potencia Radiada Aparente = 20 - 1 - 3 + 8,7 = 24,7dB
Convirtiendo los 24,7 dB a watts:

$$\text{db} = 10 \log (P/1W)$$

Despejando P:

$$P = \text{antilog} (\text{dB}/10)$$

$$P = \text{antilog} (24,7/10)$$

$$P = 295,12 \text{ watts.}$$

Por lo que la Potencia Radiada Aparente de las Estaciones Base del sistema estan dentro de norma.

Para las Unidades Móviles del sistema se tiene:

Potencia del Transmisor = 25 watts = 13,98 dB
Pérdida por Miscelanea (Duplexer) = - 1 dB
Pérdida por Línea de Transmisión = 0 dB
Ganancia de Antena = 2 dB
Potencia Radiada Aparente = 13,98 - 1 - 0 + 2 = 14,98dB
Convirtiendo los 14,98 dB a watts:

$$P = \text{antilog} (\text{dB}/10),$$

$$P = \text{antilog} (14,98/10)$$

$$P = 31,47 \text{ watts}$$

Por lo tanto, las Unidades Móviles del sistema estan dentro de norma.

e) Clase de emision: F3 (modulacion en frecuencia).

k) Polarización: Horizontal o Vertical
(la S.C.T. la fijará)

l) Horario: La S.C.T. lo fijará.

Además de cumplir con estas normas, el sistema de Radiotelefonía Móvil seleccionado cumple con las necesidades de comunicación para las veinte Unidades Móviles dentro del área Metropolitana de la Ciudad de México, teniendo muy buen margen de seguridad de enlace del 95% y 91% para los enlaces Fijo a Móvil y Móvil a Fijo respectivamente, porcentajes que fueron determinados en la Fase uno y corroborados en la Fase dos de este Capítulo.

CAPITULO III

ANALISIS TECNICO ECONOMICO

Costo de la inversión del sistema de Radiotelefonía Móvil. - De acuerdo a las políticas de la mayoría de las Empresas Descentralizadas y Secretarías del Estado, la realización de -- obras que implique la utilización temporal especializado y - que represente una inversión grande, son destinadas para su ejecución a Compañías Contratistas, mediante previo concurso para su asignación. En base a esto, el presupuesto tipo deberá establecerse con Precios Unitarios.

III.1 ANALISIS DE COSTOS.

A. Constitución de Precios Unitarios.

El precio unitario es el resultado de las consideraciones que representa la suma de costos directos, costos indirectos

utilidad y cargos adicionales.

Los costos directos comprenden:

- 1.- Materiales
- 2.- Mano de Obra
- 3.- Maquinaria
- 4.- Herramientas

El costo real que representa un empleado por hora de mano de obra, tiene incluida su equivalencia por concepto de 7 días, días festivos, vacaciones, Seguro Social, 1% de impuestos para la educación y aguinaldo.

El costo por hora de maquinaria comprende: Depreciación, cargos de inversión, seguros, almacenaje, mantenimiento, consumos y operadores.

En el caso de costos directos por herramientas, los análisis y experiencias han llevado a representarlo en un 4 ó 5% del importe de mano de obra.

Los costos indirectos abarcan: Honorarios, sueldo y prestaciones de personal directivo, técnico y administrativo; Depreciación, mantenimiento y renta de edificios, locales campamentos, talleres, bodegas, instalaciones generales, muebles, enseres, vehículos y laboratorios; Flete, acarreo de materiales y equipos; Costos de oficina tales como papelería, útiles de escritorio, teléfono, correo, copias, duplicados, situación de fondos, gastos de concurso luz, gas y otros consumos; Finanzas e intereses por financiamiento; Trabajos previos y auxiliares.

Los costos indirectos normalmente se indican en por ciento de los costos directos y son variables por cada Empresa, dependiendo de sus recursos materiales y humanos; el porcentaje de indirectos de acuerdo a la experiencia fluctúa del 12 al 36.5% (3 a 5% Oficina Central, 5 a 15% Administración de Campo, 1 a 3% Imprevistos, 1 a 5% Financiamiento, 1 al 3% Finanzas) de los costos directos.

La utilidad global; se expresa normalmente en un porcentaje de la suma de costos directos oscilando entre 10 y 15% viéndose reducida por el impuesto sobre la renta 3%, el 0.2% para campos deportivos ejidales, del costo total de la obra y el 5% sobre el directo de mano de obra para la vivienda de los trabajadores (INFONAVIT); resultando de esto la utilidad neta que varía entre un 7 a un 12% del monto total, dando un margen competitivo en los concursos de la obra.

Los cargos adicionales, también se representan en porcentaje de la suma de directos, indirectos y utilidad que equivalen al 0.005% por concepto de impuesto, apoyado en el artículo 29 de la Ley de Inspecciones de Contratos y Obras Públicas.

B. Ejemplo de Obtención de Precio Unitario.

Para nuestro ejemplo seleccionaremos el concepto UM.1 especificación 1101 correspondiente a: suministro, instalación, puesta a prueba y en operación de Radio Transceptor Móvil UHF (450-460 MHz), 25 watts de potencia RF, 13 vc.d. para 3 canales marca Motorola o similar, incluyendo Cabeza de Control, antena y cableado.

Costo de Equipo,

Precio de la Unidad puesta en el sitio de su utilización:
\$371,100.00

Mano de Obra.

Relación de actividades:

- Acarreo de equipo al lugar de la instalación.
- Instalación de la Unidad completa en el vehículo.
- Prueba y puesta en operación.

Personal y tiempo para ejecutar las actividades:

- Un Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica: 3 Hrs.
- Un Técnico en Telecomunicaciones: 5 Hrs.

El costo del salario por hora de acuerdo a la zona de trabajo afectado por el incremento por prestaciones.

<u>Personal</u>	COSTO REAL/HORA	TOTAL
1 Ing. C. E.....	\$ 279.00	\$ 837.00
1 Téc. Telecoms.....	\$ 233.32	\$1,166.60
	Total	<u>\$2,003.60</u>

Maquinaria: No se utilizó.

Herramientas: Se considera un 4% de mano de obra.

Costos indirectos, son representados por un 30% de los costos directos.

La utilidad global se fija en un 14%,

Los acarreos adicionales equivalen al 0.005% de impuesto de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

RESUMIENDO: '

Directo de Materiales.....	\$ 371,100.00
Directo por mano de Obra.....	2,003.60
Directo por Herramienta.....	<u>80.14</u>
Suma de Directos..	\$ 373,183.74
Indirectos.....	\$ 111,955.12
Suma de Directos e Indirectos.....	\$ 485,138.86
Utilidad.....	\$ 67,919.44
Suma de Directos, Indirectos y Utilidad....	\$ 553,058.30
Acarreos Adicionales.....	\$ 27.65
PRECIO UNITARIO.....	\$ 553,085.95

No.	Esp.	Concepto	Unidad	P. U.	Cantidad	IMPORTE
U.M.I.	1011	Suministro, instalación, puesta a prueba y en operación de Unidad Móvil Pulsar II Radio Transceptor UHF (450-460 Mhz) 25 watts RF de potencia, capacidad 3 canales, 13 VCD ± 20% Alimentación, marca Motorola o similar, incluyendo Cabeza de Control de Lujo Pulsar II, antena, cableado, conectores y herrajes de montaje.-----	Pieza	\$ 553,085.95	20	\$ 11'061,719.00
E.B.I.	1012	Suministro, instalación, puesta a prueba y en operación de Estación Base - Transceptor, con gabinete para interior, elemento de canal, operación totalmente Duplex, 100 watts RF de potencia, 450-460 Mhz, con duplexer. Marca Motorola o similar.-----	Pieza	\$ 1'519,010.00	3	\$ 4'557,030.00
T.C.I.	1013	Suministro, instalación, puesta a prueba y operación de Terminal de Control, equipada y alambrada para dos canales, 24 Abonados, con bastidor para interior, Marca Motorola o similar.-----	Pieza	\$ 2'848,540.00	1	\$ 2'848,540.00
T.C.P.	1014	Suministro, instalación, puesta a prueba y operación de Terminal de Control Pulsar, de un canal, Marca Motorola o similar.-----	Pieza	\$ 1'424,270.00	1	\$ 1'424,270.00

<u>No.</u>	<u>Esp.</u>	<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>P. U.</u>	<u>Cantidad</u>	<u>IMPORTE</u>
A.I.	1015	Suministro, colocación, puesta a prueba y en operación de Antena Omnidireccional, de 8.7 dB de ganancia, marca Motorola 6 similar, en la banda de 450-460 MHz. Incluyendo Montaje Lateral para Antena, línea de transmisión tipo Hellax de media pulg., conectores y herrajes de sujeción.-----	Pieza	\$ 209,506.00	3	\$ 628,518.00
T.A.I.	1016	Suministro, colocación y puesta en operación de Torre Estructural Metálica Triangular de 24m de altura, tipo RMM modelo T2, con alumbrado de obstrucción, control automático de encendido, incluyendo anclas, base, retenidas y pintura reglamentaria.-----	Pieza	\$ 650,200.00	1	\$ 650,200.00

III.3 RESUMEN DE LA INVERSION.

PRESUPUESTO:

Unidades Móviles.....	\$ 11'061,719.00
Estaciones Base.....	\$ 4'557,020.00
Terminal de Control.....	\$ 2'848,540.00
Terminal de Control Pulsar.....	\$ 1'424,270.00
Antenas para Estación Base.....	\$ 628,518.00
Torre Estructural.....	\$ 650,200.00
	<hr/>
	\$ 21'170,277.00

La implantación total del sistema de Radiotelefonía Móvil - en la Ciudad de México, representa una inversión en moneda nacional de veintiún millones ciento setenta mil doscientos setenta y siete pesos.

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

La confiabilidad en la operación de cualquier sistema de comunicación depende básicamente de un programa idóneo de mantenimiento, de una adecuada capacitación del personal técnico encargado del mantenimiento del sistema, de la adquisición del equipo de pruebas y herramientas necesarias y de un lote de partes de refacciones básico de los equipos.

Para dar al sistema un mantenimiento eficiente, se considera necesario el siguiente personal:

- Un Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, con experiencia mínima de dos años en el área de mantenimiento en sistemas de Radiocomunicación.
- Dos Técnicos en Telecomunicaciones, con experiencia mínima de un año en el área de mantenimiento en sistemas de -

Radiocomunicación.

Este personal deberá ser previamente capacitado en el mantenimiento del sistema y se recomienda que su capacitación sobre el sistema este a cargo de la Compañía que resulte ganadora del concurso.

La Subgerencia de Telecomunicaciones, Señales y Electricidad, cuenta dentro de su personal con Ingenieros y Técnicos experimentados en el ramo de mantenimiento a sistemas de Radiocomunicación, por lo que, se podrá seleccionar aquel personal que de acuerdo a sus aptitudes resulte más adecuado para recibir el curso de capacitación y encargarse del mantenimiento del sistema cuando entre en operación.

Dentro de las especificaciones de los equipos, se esta considerando la adquisición del equipo de pruebas necesario y de las partes de repuesto.

Las herramientas y el local para Laboratorio, se considera se usarían las ya existentes dentro de las instalaciones que actualmente sirven de soporte a los demás sistemas de Radiocomunicación de la Empresa. En este caso específico, las herramientas y el Laboratorio que se usarían para el mantenimiento al sistema, sería el que se encuentra actualmente instalado en la Estación Central de Pasajeros Buenavista, que tiene acceso por la Av. Insurgentes y cuenta con espacio suficiente para dar servicio a las Unidades Móviles.

El mantenimiento consta de dos fases principales que son el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, el primero se ejecuta sobre el equipo para asegurar buenas --

condiciones de operación de tal modo que se reduzcan a su mínima expresión las fallas y las interrupciones innecesarias en el servicio. El mantenimiento correctivo en cambio, comprende las reparaciones del equipo cuando este presenta fallas.

A. Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se puede efectuar con un mínimo de equipo y esfuerzo. Algunas fallas potenciales a menudo se detectan y corrigen antes de que tengan oportunidad de desarrollarse. Las anotaciones periódicas de lecturas de medición y observación de las características de trabajo, también ayudan a la prevención de fallas. La comparación de datos tomados del equipo a intervalos regulares pueden revelar tendencias progresivas que no se detectan en una sola medición. Cualquier variación en los datos registrados deberá considerarse como una falla y por lo tanto deberá investigarse de inmediato.

Como mantenimiento preventivo del sistema de Radiotelefonía Móvil se proponen las siguientes inspecciones:

A.1 Inspección Diaria:

Para asegurar una operación correcta durante el día se sugiere realizar el chequeo de:

a. Potencia de transmisión de cada Estación Base.

b. Frecuencia Portadora de transmisión de cada Estación Base, verificando desviación y error con un monitor de servicios.

- c. Tonos de discar de las troncales asignadas a cada canal: Tono de extensión (de la Central Telefónica de la Empresa) para los canales I y II, y tono de la Red Urbana de Telmex., para el canal III.
- d. Tono de libre o de desocupado de los tres canales: tono de 2000 cps observado en un monitor de servicios.
- e. Funcionamiento correcto del Circuito Registro-Enviador de la Terminal de Control.
- f. Números de programación en la matriz del circuito Traductor, los cuales se programarán para los Abonados Móviles (Números de Identificación).
- g) Tonos de discar de los Circuitos de Línea de la Terminal de Control para las llamadas de Fijo a Móvil.
- h) Transmisión y Recepción (nivel de audio, ruido, interferencias) de los tres canales utilizando las Unidades Móviles.
- i) Transmisión correcta de la Identificación de la Estación Base de cinco caracteres en código Morse, observándola con el monitor de servicios que se presente correctamente cada 30 minutos.

A.2 Inspección Semanal:

- a. Se sugiere llevar el control de gráficas de: Potencia de Transmisión y Operación de Estaciones Base, de Frecuencia de Transmisión y de Operación de los tres ---

Canales.

- b. Chequeo de nivel de corriente de línea del receptor de las tres Estaciones Base.
- c. Realizar llamadas de entrada y salida a todas la Unidades Móviles, En el caso de que alguno de los Móviles tenga problemas para entrar o salir, se le citará de inmediato al taller para efectuar cambio de Unidad por una disponible en perfectas condiciones, la Unidad retirada se reparará o ajustará de acuerdo con el Manual de Instrucciones.

A.3 Inspección Quincenal:

Se hace necesario llevar un control de lecturas observadas de las diferentes etapas del transmisor y receptor, - esto ayudará a detectar variaciones del equipo que permitan considerar alguna falla próxima, para ser investigada de inmediato.

A.4 Inspección Mensual:

Limpieza del Equipo en General.

A.5 Inspección Anual:

En Terminales de Control.

Chequeo de niveles para transmisión y recepción de señales: Para el caso de transmisión de señales anotar los niveles y frecuencias de los tonos de modulación, de la Terminal de Control hacia las Estaciones Base.

Para la recepción de señales verificar niveles y frecuencias de señalización de la Estación Base a la Terminal de Control,

En Estaciones Base, -

Verificar y ajustar si es necesario los elementos de canal para tener la Frecuencia Portadora de transmisión y recepción dentro de los límites indicados.

B. Mantenimiento Correctivo.

La investigación de fallas de equipos electrónicos requiere de un razonamiento lógico; para que sea efectiva, la investigación de fallas debe ser precisa. Por lo tanto se requiere de un razonamiento claro, combinado con el sentido claro y procedimientos lógicos de trabajo. El técnico debe así, hacer el mejor uso de la información recopilada para cada caso particular, de los Manuales, del Operador del Equipo, y de otras técnicas que pueden tenerse al trabajar constantemente en esto.

El método más rápido y más lógico de investigación de fallas es por consiguiente un plan organizado. Todo procedimiento de investigación de fallas esta basado en la observación de síntomas, de lo cual puede indicar un reparador experto la localización de la falla. Una regla vital en la investigación, por lo tanto, es observar y analizar. La presencia de ciertos síntomas y la falta de otros hace posible al técnico eliminar al mismo tiempo la improbable causa de la falla. El orden normal del procedimiento para la investigación de fallas es generalmente como sigue:

- a. Examinación preliminar visual, de oído, tacto y olfato.
- b. Localización.
- c. Aislamiento.
- d. Realizar pruebas después de reparar.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de Radiotelefonía Móvil proyectado, en resumen -- ofrece las siguientes características de comunicación:

- a. Comunicación constante a cualquier hora del día entre los Abonados Móviles del sistema, desde cualquier punto de la Ciudad de México, con cualquier Abonado Fijo de la Central Telefónica de la Empresa.
- b. El sistema permite al Abonado Móvil hacer y recibir llamadas de cualquier Abonado Fijo de la Red Nacional Telefónica de la Empresa.
- c. La comunicación es totalmente privada.
- d. El tipo de llamadas es completamente automática, es decir los Abonados Móviles pueden hacer o recibir llamadas sin

ayuda de operadora.

- e. La llamada es selectiva: los Abonados Móviles son señalizados en forma individual.
- f. Las coberturas de comunicación del sistema, tanto para enlaces Fijo a Móvil y Móvil a Fijo, cubren completamente el área de interés a comunicar.
- g. La confiabilidad en la comunicación del sistema es mayor del 90%.

Los Ferrocarriles Nacionales de México al igual que muchas de las empresas de Gobierno y Paraestatales, se encuentran en proceso de modernización de todos sus sistemas administrativos y operativos como consecuencia de los programas de desarrollo elaborados por el Gobierno Federal, dichos programas requieren de una mayor eficacia y eficiencia de parte del personal encargado de llevar a su realización los planes trazados, para este fin son determinantes los medios de comunicación utilizados.

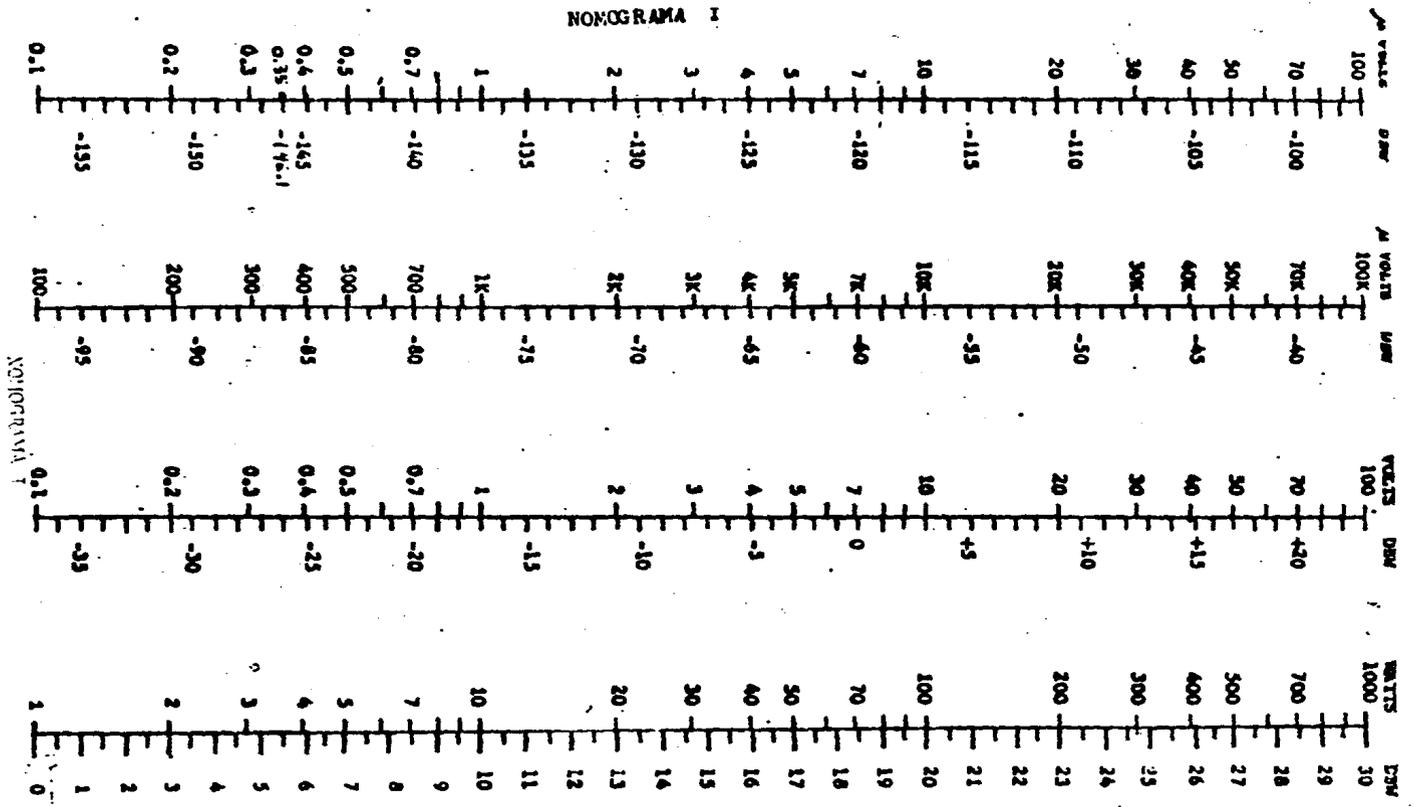
El presente proyecto como medio de comunicación cubre los requerimientos establecidos por la Empresa, ya que, el Personal Ejecutivo dispondrá en todo momento de facilidades de comunicación desde su vehículo con todo el sistema ferroviario lo cual le permitirá ahorro de tiempo y esfuerzo, así como, la ventaja de poder obtener la información oportuna desde el lugar donde se encuentre con las situaciones que requieran de su intervención inmediata, permitiéndole además una mejor coordinación de las acciones a tomar, sobre todo en aquellos casos de emergencia.

Todas estas ventajas de comunicación entre Funcionarios y

oficinas de la Empresa, se traducirán en una mejor eficiencia de las áreas tanto Administrativa como Operativa de la Institución, lo cual le producirá beneficios económicos considerables que pueden asegurar la rentabilidad del proyecto.

Un sistema de estas características tiene su mayor aplicación dentro del área Operativa de la Empresa, por lo cual es recomendable su implantación en las grandes Terminales como Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, Torreón y Aguascalientes, sirviendo de apoyo al personal de Oficiales de los departamentos de Vía y Estructuras, Transportes, Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre, Telecomunicaciones y Servicios Especiales.

A P E N D I C E



NOGGRAMA I

CONVERSION A NIVEL DE POTENCIA
 Voltajes através de 50 Ohms --- Para 70 Ohms sumar (-1.5 db)
 Para 300 Ohms sumar (-7.5 db)

Banda de Frecuencia y Tipo de Cable	Longitud de Cable (Metros)															
	15	20	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	249
BANDA BAJA																
RG-8, RG-9, 1.2 dB/100'	0	-1	-2	-2	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-10	-11	-12
1/2" CABLE HELIAX SOLIDO .5dB/100'	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-5
7/8" CABLE HELIAX SOLIDO .27dB/100'	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3
BANDA ALTA																
RG-8, RG9, 2.8dB/100'	-1	-3	-4	-5	-7	-8	-10	-11	-13	-14	-15	-17	-20	-22	-25	-28
1/2" CABLE HELIAX SOLIDO 1.1dB/100'	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-11
7/8" CABLE HELIAX SOLIDO .6 dB/100'	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-6
BANDA DE 450 MHz																
RG - 9, 5.2 dB/100'	-3	-5	-8	-10	-13	-16	-18	-20	-23	-26	-27	-31	-36	-42	-47	-52
1/2" CABLE HELIAX SOLIDO 2.0dB/100'	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-14	-16	-18	-20
7/8" CABLE HELIAX SOLIDO 1.2 dB/100'	-1	-1	-2	-2	-3	-4	-4	-5	-5	-6	-7	-7	-8	-10	-11	-12

NOMOGRAMA II

152

PERDIDAS EN AREAS FORESTALES (db)

<u>TIPO DE FOLLAJE</u>	<u>40</u> <u>MHz</u>	<u>150</u> <u>MHz</u>	<u>470</u> <u>MHz</u>
Sin árboles	0	0	0
Arboles ralos	0	0	-2
Arboles regulares	-1	-3	-6
Arboles densos	-2	-5	-10
Pinos o árboles de zonas pantanosas	-3	-7	-25

PERDIDAS POR EDIFICIOS
(en db)

	40 MHz	150 MHz	470 MHz
Areas Residenciales	- 2	- 2	- 2
Edificios Comerciales	-10	-10	-10
Cerca y por atrás de Edificios altos en el Primer Cuadro	-25	-25	-25

NOMOGRAMA IV

PERDIDAS POR COLINAS
(en db)

	40 MHz	150 MHz	470 MHz
15 mts.	- 1	- 3	- 6
30 mts.	- 2	- 5	- 9
45 mts.	- 3	- 6	-11
60 mts.	- 4	- 7	-13
75 mts.	- 4	- 8	-14
90 mts.	- 5	- 9	-15
105 mts.	- 5	-10	-17
120 mts.	- 6	-11	-20
135 mts.	- 6	-12	-22
150 mts.	- 7	-13	-24
165 mts.	- 7	-14	-26

NOMOGRAMA V

CONDUCTIVIDAD TERRESTRE (dB)

<u>Milimhos/Metro</u>	<u>Condiciones</u>	<u>40 MHz</u>	<u>150 MHz</u>	<u>470 MHz</u>
0.5 - 4	Terreno Pobre	- 7	0	0
5 - 15	Terreno Mediano	-	0	0
16 - 30	Terreno Bueno	+ 1	0	0
4000	Mar Abierto	+ 8	+ 7	0

NOMOGRAMA VI

MISCELANEA

(Use las especificaciones del
Fabricante, de ser posible)

(en db)

	40 MHz	150 MHz	470 MHz
Duplexers	- 1	- 1	- 1
Circuladores (2)	- 1	- 1	- 1
Filtros a Cristal	0	- 2	-
Cavidades (c/u)	- 1	- 1	- 1

NOMOGRAMA VII

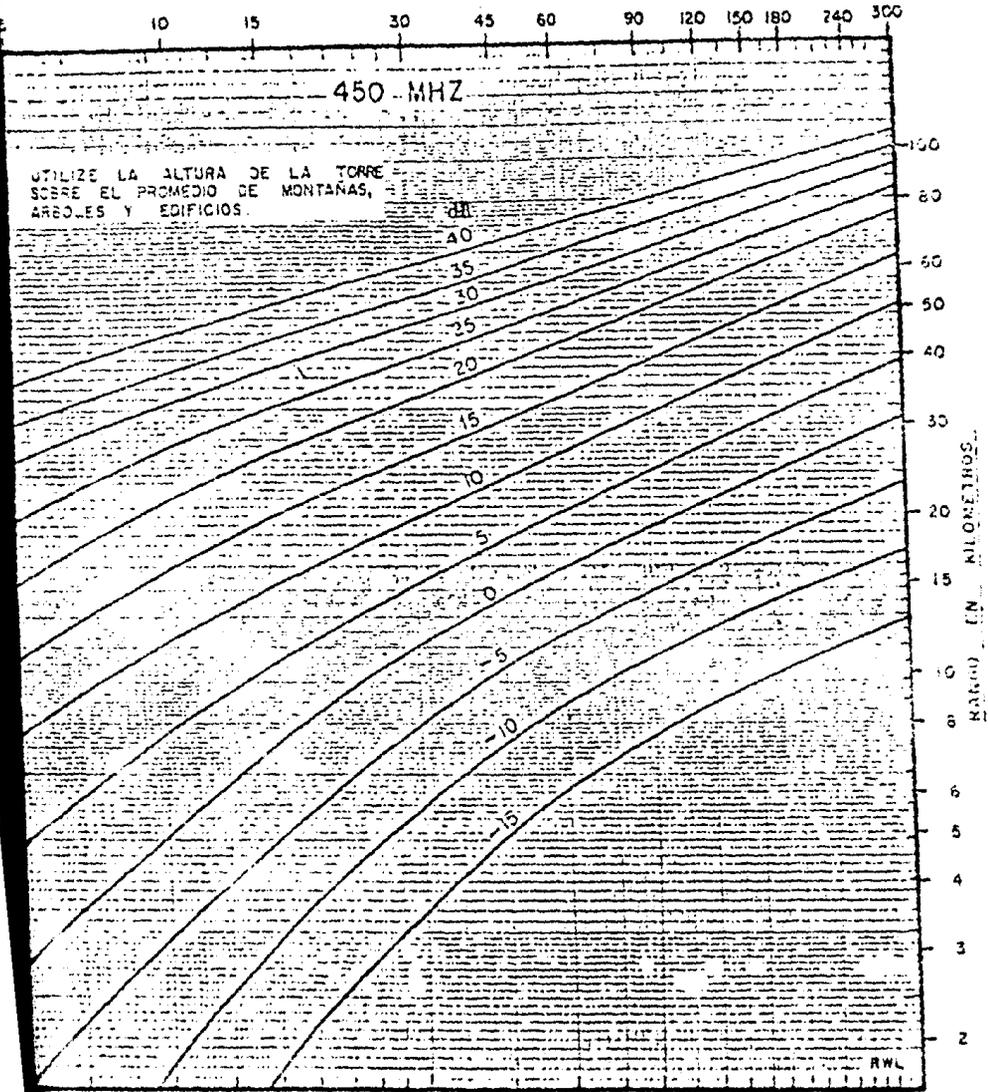
SENSIBILIDAD EFECTIVA DEL RECEPTOR

dB Desde un Microvolt

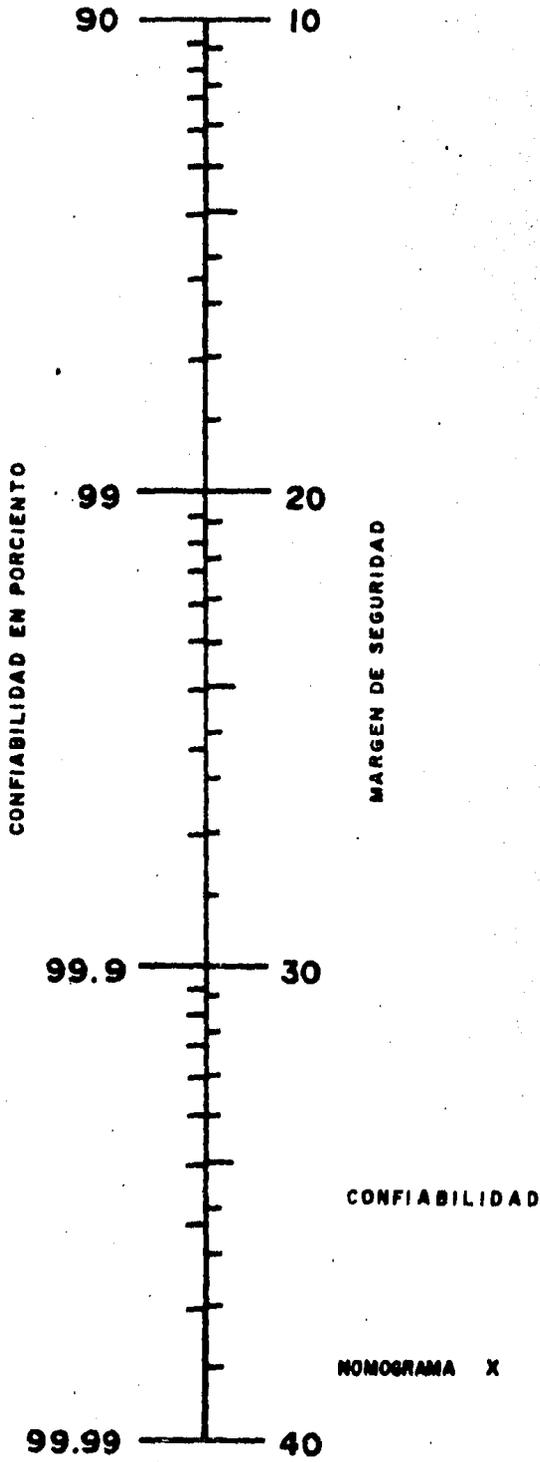
<u>Banda de Frecuencia</u>	<u>Urbanos (Ciudad)</u>	<u>Sub-Urbanos y Poblados</u>	<u>Rural</u>
Banda Baja	Promedio - 14	Promedio - 10	Promedio - 6
Banda Alta	- 6	0	+ 2
Banda de 450	0	+ 2	+ 4

NOMOGRAMA VIII

ALTURA DE LA TORRE



COMPUTAMA IV
COBERTURA DE ENLACE



BIBLIOGRAFIA

1. Sands Leo G. Mobile Radio Handbook. TAB Books, 1973
2. Manual de Motorola. "Improved Mobile Telephone System"
Terminal de Control. Motorola Inc. 1978
3. Manual de Motorola. "Transmitter-Receiver Base Station"
FM Two-Way Radio 450-470 MHz. Motorola Inc. 1978.
4. Manual de Motorola. "UHF Mobile Radiotelephone" 450-470
MHz. Motorola Inc. 1978.
5. Manual de Motorola. "Semi Automatic Telephone Terminal
Pulsar". Motorola Inc. 1976.
6. Manual. Proyectos de Desarrollo Económico. Naciones Uni
das.
7. Manual. Antenas. Instituto de Capacitación Ferrocarrile
ra. FNM. 1975
8. Apuntes. "Propagación y Pruebas de Campo". Instituto de
Capacitación Ferrocarrilera. FNM. 1975
9. Manual. Especificaciones Generales para la Construcción.
Subgerencia de Telecomunicaciones. FNM
10. Tomo I. Reglamentación de las Bandas de Frecuencias Uti-
les para el Desarrollo de las Telecomunicaciones. S.C.T.
Telecomunicaciones 1974,
11. Subgerencia de Planeación. Síntesis del Manual General
de Organización de Ferrocarriles Nacionales de México.
F.N.M. Subgerencia de Planeación y Organización. Unidad
de Organización y Métodos. 1980.