

881217 9  
29

**UNIVERSIDAD ANAHUAC**

ESCUELA DE INGENIERIA



**APLICACION DE SISTEMAS DE TELEVISION VIA SATELITE  
PARA LA EDUCACION EN LA REPUBLICA MEXICANA**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

ROBERTO KENNY ESPINOSA DONDE

FLAVIO AUGUSTO FRANYUTI BARREDA

FELIPE ENRIQUE OLLIVIER SANCHE

MARCOS PEREZ OYAMBURU

JORGE FRANCISCO VELASCO LEAL

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **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.

<b><u>INTRODUCCION</u></b>	<b>2</b>
<b><u>CAPITULO 1</u> ANTECEDENTES DE LA EDUCACION EN MEXICO</b>	<b>5</b>
<b><u>CAPITULO 2</u> ANALISIS COMPARATIVO DE MEXICO CON OTROS PAISES</b>	<b>12</b>
<b><u>CAPITULO 3</u> PROBLEMATICA ACTUAL DE LA EDUCACION</b>	<b>21</b>
<b><u>CAPITULO 4</u> ALTERNATIVAS DE SOLUCION</b>	<b>27</b>
<b><u>CAPITULO 5</u> HISTORIA DE LA TELEVISION Y LOS SATELITES</b>	<b>37</b>
5.1 Introducción	37
5.2 Historia de la Televisión	38
5.3 Historia de los Satélites de Comunicaciones	41
5.4 Tipos y características de los Satélites de Comunicaciones	48
<b><u>CAPITULO 6</u> LA SEÑAL DE TRANSMISION</b>	<b>54</b>
6.1 Bases teóricas	54
6.2 El canal de Televisión	65
6.3 El canal del Satélite	69
6.4 El enlace de subida	71
6.5 El enlace de bajada	73
6.6 Mapas de pisada	76
6.7 Frecuencias de trabajo	78
6.8 Formatos de múltiple acceso	82
6.9 El modelo del transpondedor	85
6.10 Filtros Comúnmente Utilizados y sus Respuestas	87

<b><u>CAPITULO 7</u></b>	<b><i>EQUIPO TERRESTRE</i></b>	<b>91</b>
7.1	Concepto de Reflector	91
7.2	Concepto de Antena	94
7.3	Tipos y funciones de Antenas	96
7.4	Líneas de transmisión	105
7.5	Cables coaxiales	107
7.6	Gufas de onda	110
7.7	Conectores	112
7.8	Alimentadores de señal	114
7.9	Amplificadores de bajo ruido LNA	118
<b><u>CAPITULO 8</u></b>	<b><i>ALTERNATIVAS DE LA COMUNICACION VIA SATELITE EN MEXICO</i></b>	<b>123</b>
8.1	Antecedentes	123
8.2	Sistemas de Satélites Morelos	125
8.3	Datos técnicos	129
8.4	Sistemas de Satélites Solidaridad	133
8.5	Datos técnicos de los Satélites Solidaridad	134
<b><u>CAPITULO 9</u></b>	<b><i>PROPUESTAS PARA LA OPTIMIZACION DE LA APLICACION DE LA TELEVISION VIA SATELITE PARA LA EDUCACION EN NUESTRO PAIS</i></b>	<b>138</b>
9.1	Optimización de la asignación de estaciones receptoras	138
9.2	Factores para optimizar la localización de las estaciones	145
9.3	Implementación de las Casetas-Escuela	150
9.4	Elementos a evaluar para la mejor selección del equipo	151
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>		<b>156</b>
<b><u>APENDICE A</u></b>	<b><i>MAPAS DE PISADA</i></b>	<b>160</b>
<b><u>APENDICE B</u></b>	<b><i>GLOSARIO DE TERMINOS</i></b>	<b>170</b>
<b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b>		<b>176</b>

**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

En la actualidad la Ingeniería no se limita a tratar aspectos técnicos, operativos o de diseño. La mentalidad analítica del ingeniero, permite resolver problemas multidisciplinares interactuando con diferentes actividades en el entorno económico, político y social de nuestro país. Con base en lo anterior, se plantea en este trabajo un estudio de aportación social, que utilizando las herramientas de la Ingeniería presente una opción que ayude a resolver en parte el problema de la educación, del que adolece nuestro principal cliente, México.

Tomando en cuenta la problemática actual de la educación en nuestro país y la apertura comercial y cultural que esta viviendo el mundo en esta época, requerimos para poder ser competitivos comenzar desde las bases. Sin duda la calidad y el nivel de la educación de la población es fundamental para enfrentar con éxito los retos de dicha apertura.

Ante el próximo inicio del Tratado de Libre Comercio (TLC) debemos de estar preparados para afrontarlo. Así como nos comparamos con nuestros principales socios comerciales en lo que se refiere al desarrollo de la tecnología, el costo de la mano de obra, etc., es de suma importancia comparar nuestros niveles de educación, ya que un retraso en este aspecto representa una desventaja frente a Estados Unidos y Canadá. En estos países la infraestructura existente de comunicación y computación facilita el acceso a información actualizada y oportuna, adicionalmente la cobertura de los sistemas de educación abarca la mayor parte de su territorio.

Con las ventajas que ofrecen los sistemas de comunicación en la actualidad y dada la pobre calidad de la enseñanza en México, recursos tales como la comunicación vía satélite presentan una alternativa efectiva para la solución de esta problemática, ya que concentrando la atención en la calidad y contenido de las sesiones a impartir, se obtendrán mejores resultados y mayor cobertura que con los métodos tradicionales. Adicionalmente es posible, utilizando este recurso, transmitir programas culturales, de enseñanza y entretenimiento que ayuden al enriquecimiento cultural de las poblaciones marginadas.

Bajo este contexto, un país con fuertes problemas económicos como lo es México, podría lograr un avance inmediato con una relación costo beneficio ventajosa, permitiendo a las poblaciones rurales marginadas mencionadas con anterioridad alcanzar niveles de educación de alta calidad a bajo costo. Este esfuerzo deberá contemplar conceptos como el empleo de tecnología de punta, niveles de fiabilidad y especificaciones en el equipo utilizado que permitan larga vida y alta calidad de recepción / transmisión al menor costo.

Los sistemas de satélites domésticos Morelos y Solidaridad, representan una ventaja existente, que en conjunto con la infraestructura disponible para la transmisión de los programas educativos, reduce el problema tan sólo a la recepción de la señal a lo largo de la República Mexicana.

En síntesis, el panorama actual de la educación en México, comparado con otros países del mundo entre ellos nuestros principales socios comerciales, es poco alentador y requiere de una decisión trascendente y suficientemente efectiva que permita el crecimiento cultural y educativo de la población en el corto y mediano plazo. El lograr que una persona ajena a lo que es la tecnología especializada pueda entender su funcionamiento, importancia y alcance, permitirá agilizar su implementación.

**ANTECEDENTES DE LA EDUCACION  
EN MEXICO**

## CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA EDUCACION EN MEXICO

La época precortesiana en lo que se refiere a la educación y vida cultural en los pueblos aborígenes puede ser clasificada de acuerdo a un orden cronológico: un período de cultura rudimentaria con aspectos educativos no sistemáticos en pueblos de vida nómada; la etapa de las poblaciones sedentarias, con agricultura incipiente y limitadas acciones de educación reflexiva e intencionada; y la época que llega hasta la conquista, cuya cultura ritual ofrece aspectos avanzados tales como la escritura jeroglífica, conocimientos fundamentales de astronomía, aplicación del calendario a la medición del tiempo, religión politeísta, edificaciones y construcciones monumentales y un esquema educativo muy singular, particularmente en las culturas Nahua y Maya.

Más tarde, en la época colonial, los monarcas españoles dictaron sus primeras disposiciones protectoras de los indígenas, entre ellas la ordenanza de Burgos, expedida por Fernando V, en la que incluían entre otros, los siguientes puntos de carácter educativo: que aquellos encomenderos que tuvieran a su cargo más de cincuenta encomendados, tenían la obligación de enseñar a leer y escribir a un muchacho de los más capaces para que estos a su vez enseñaran a sus congéneres y que los españoles que tuvieran indígenas como pajes debían enseñarles a leer y escribir, además de impartirles la fe y la religión cristiana. Las primeras tareas evangelizadoras fueron emprendidas hacia 1523 por franciscanos, los cuales enseñaban a leer y escribir, elementos de aritmética y geometría, y música vocal e instrumental. Las niñas se educaban en escuelas encomendadas a mujeres piadosas. En este proceso educativo se empleaban pictografías, dicho medio duro todo el siglo XVI y parte del siguiente.

Los planes de estudios comprendían la educación elemental y la secundaria: una basada en la enseñanza de la lectura y escritura en español junto con la doctrina cristiana; y la otra constituida por el estudio de la gramática, y la literatura latinas, la lógica, la filosofía, la música y algunos elementos de información científica.

La educación rural inició con el aprendizaje de la doctrina cristiana, lectura y escritura del idioma español y el canto. Posteriormente la difusión de conocimientos se extendió a los campos de la agricultura, carpintería, herrería y otros oficios.

En el año de 1553 se inauguró la Real y Pontificia Universidad de México, a la que Felipe II concedió un rango semejante a las de Salamanca y Alcalá. Se impartían siete cátedras comunes a todas las facultades mayores y las carreras eran las de teología, derecho canónico, leyes y medicina. Los grados eran los de bachiller, licenciado, maestro y doctor.

La Compañía de Jesús fue la primera gran Orden de los tiempos modernos dedicada a la enseñanza.

Como puede apreciarse, durante este período proliferó la influencia de distintas Ordenes religiosas tales como Agustinos, Jesuitas, Franciscanos, etc. los cuales mostraron un especial interés en la educación fundando una gran cantidad de instituciones educativas.

En 1683, se dictó la primera orden para la castellanización de los indígenas. A mediados del siglo XVIII el arzobispo Antonio Lorenzana y Buitrón influyó para que la enseñanza del castellano se considerara no sólo como un medio para la evangelización, sino como un propósito cultural y político. Carlos III en 1778 dispuso la apertura de escuelas en todos los pueblos del virreinato "Para que los naturales aprendan el idioma castellano, la doctrina cristiana y a leer y escribir".

La independencia en México despertó gran interés, entusiasmo y confianza en el porvenir del país, y para disfrutar los beneficios de dicha libertad, el gobierno se vio en la necesidad de enfocar esfuerzos en la educación como acción prioritaria. El lograr una sociedad de ciudadanos responsables y conscientes de sus deberes formaría la estructura fundamental del crecimiento y desarrollo de nuestro país.

La euforia descrita anteriormente se vio mermada al poco tiempo por factores como la amenaza de la reconquista, inestabilidad política, epidemias y malas comunicaciones, y principalmente, una población compuesta de muchos analfabetos aunada a una gran variedad lingüística.

Si el problema actual que vivimos en el campo de la educación es de consideración, el panorama que vivió el gobierno en el siglo XIX fue arduo y complejo, dependiente de factores totalmente ajenos a la enseñanza. Para 1821, cuando el gobierno encaraba con optimismo el futuro del México independiente, se pensaba que el atraso en la educación se debía a los propósitos españoles de mantener la ignorancia para continuar con el dominio político. El resolver el problema de la educación ocupó gran parte de su tiempo en el desarrollo de planteamientos y proyectos de solución para resolver un problema que para todos era obvio, la ignorancia del pueblo.

Una vez trazados los planes, el gobierno encaró sus primeros obstáculos, la carencia de dinero ante una Tesorería vacía, falta de personal entrenado e inestabilidad política. En aquel entonces, José María Luis Mora, ideólogo del liberalismo, fue autor del plan de educación que incluía los siguientes puntos:

- Destruir cuanto fuera inútil o perjudicial a la enseñanza
- Adecuar el sistema a las necesidades del nuevo orden social
- Difundir entre el pueblo los medios indispensables para el aprendizaje.

Consideraba la educación como base de las libertades y de la ciudadanía; ponía en manos del estado el control de las escuelas; establecía que la enseñanza sería libre, dando ocasión a que surgieran planteles privados vigilados por el estado, y estatufía que la instrucción primaria fuera tanto para niños como para adultos, sin distinción de clase. Esta política fue abandonada cuando volvió al poder Antonio López de Santa Anna.

Carlos María Bustamante, quien fuese un escritor extraordinariamente prolífico, vivió las décadas que formaron la nueva nación. Entre sus escritos se pueden citar selecciones de un periódico publicado en 1821 y 1822 titulado " La avispa de Chilpancingo" el cual publicaba discursos o ensayos, disfrazados de cartas. Estas cartas hacen alusión a problemas que nos pueden resultar familiares en esta época, ya que mencionan el pobre salario de los maestros, la falta de bibliotecas, muchas de ellas destruidas durante la guerra de independencia, los pobres programas de estudios que tal como lo describe el autor eran víctimas de constantes revisiones, y la carencia de profesores capacitados. Bustamante menciona problemas tan graves como la falta de dinero para poder pagar al encargado de una biblioteca, con lo que resultaba mas económico que esta permaneciera cerrada.

Durante el siglo XIX instituciones como el Colegio de las Vizcaínas, la Academia de San Carlos y el Colegio de Minería se mantuvieron ajenos a toda organización eclesiástica. En 1822 se fundó en México la compañía Lancasteriana, cuya finalidad era la de impartir educación a corto plazo y a bajo costo, pues la nación carecía de recursos para proporcionar este servicio al mayor número de mexicanos y tampoco disponía de profesorado. El sistema Lancasteriano consistía en utilizar a los alumnos de mayor edad y adelanto para que instruyeran a los más pequeños y menos avanzados; estos monitores, después de escuchar al maestro, repetían las lecciones a grupos de 10 a 20 niños, quienes de acuerdo con las ideas de Lancaster, debían

sentarse en semicírculo entorno al expositor. La escuela Lancasteriana introdujo el empleo de mapas, carteles y areneros, y los ejercicios de dictado. En este mismo año se fundó la primera escuela primaria elemental (El Sol) y en 1823 la segunda (Filantropía).

En 1840, bajo la presidencia de José María Tornell, se crearon escuelas nocturnas y dominicales, que eran a la vez centros de difusión cultural. En 1842 se fundó la

Dirección General de Instrucción Primaria en la República; se convocó a concursos para la redacción de libros de texto, se auspició el establecimiento de escuelas normales e instalaron planteles a lo largo de la república. En 1844 ya existían 1310 escuelas primarias y en 1845, se perfeccionaron los programas de estudio y se continuo la capacitación de profesores.

El presidente Benito Juárez en 1867 expidió la Ley Orgánica de Instrucción con la finalidad de organizar la enseñanza laica en todo el país, ideal formulado desde 1833 y consagrado jurídicamente por la constitución de 1857. Como consecuencia de esta disposición se le dio una mayor extensión al sistema lancasteriano y los intelectuales de la época comenzaron a interesarse en los temas y problemas de la educación. La ley daba unidad orgánica a la enseñanza, declaraba gratuita y obligatoria la instrucción primaria elemental, formalizaba los estudios postprimarios y reglamentó la educación superior que comprendía las diferentes facultades de tipo universitario.

En 1868 inició sus labores la Escuela Nacional Preparatoria fundada por Gabino Barreda quien afirmaba: "La libertad, el orden y el progreso no podrán existir en México mientras los hombres sigan explicándose mágicamente el universo"; y sostenía que la educación no debía imponer ni principios políticos ni creencias religiosas; ni la enseñanza "temer al mundo y a sus luchas". Dos años después, funcionaban ya 4,000 escuelas con una población de 300,000 alumnos, y las preocupaciones más frecuentemente expuestas en materia educativa eran las siguientes: enseñanza libre; independencia entre la iglesia y el estado; educación obligatoria para todo ciudadano; civilización de la raza indígena; establecimiento de escuelas, planteles industriales y bibliotecas para el pueblo; y celebración de un concurso anual de obras sobre educación.

Para 1891, se rechazó el sistema Lancasteriano y se fijo en 50 el máximo de alumnos que atendería cada maestro, en escuelas de tres categorías:

- En las ciudades con grupos paralelos.
- En las poblaciones pequeñas con dos grados.
- En el campo de medio tiempo.

En esta partición podemos observar cómo se margina a las poblaciones pequeñas al acceso a la educación desde hace un siglo. Esta condición prevalece en nuestros días a pesar de los esfuerzos realizados por las diferentes autoridades educativas. El lograr descentralizar la educación a todos niveles permitirá ofrecer a estas poblaciones marginadas la posibilidad de obtener un mejor nivel de instrucción.

En 1910, había en la república 12,418 escuelas primarias oficiales a las que concurrían 889,511 niños; la población en edad escolar era de 3'486,910, de suerte que el 74.6% no tenían atención por falta de planteles y maestros. Por esta causa el 70% de los habitantes no sabían ni leer ni escribir. Aun cuando esta situación ha disminuido en la actualidad, no deja de ser un problema importante ya que frena el desarrollo económico y social de nuestro país.

Un año mas tarde, el congreso aprobó las escuelas de instrucción rudimentaria, y fue la primera vez que el gobierno federal acepto la responsabilidad económica de la educación pública fuera del Distrito y territorios federales. Estos planteles se proponían enseñar a hablar, leer y escribir correctamente el idioma castellano, y ejecutar operaciones aritméticas fundamentales.

La Secretaría de Educación Pública se creó en el año de 1921, durante el gobierno del presidente Alvaro Obregón. Es la responsable del cumplimiento y observancia de los preceptos constitucionales relativos de la ley orgánica de la educación y de las demás disposiciones legales y reglamentarias sobre la materia. El estado garantiza la educación a todos los mexicanos y aplica los principios de laicismo y gratuidad en todas las instituciones de carácter oficial.

Para atender la demanda en áreas de población dispersa se han creado escuelas de concentración instalando aulas móviles, movilizando promotores culturales bilingües para la castellanización de los indígenas, y transmitiendo programas escolares por radio. Esta última técnica es limitada al ser comparada con recursos como la enseñanza directa maestro-alumno o la misma televisión ya que podemos imaginar la dificultad para impartir y atender a una lección de escritura, lectura o matemáticas, por mencionar algunas, a través de la radio.

Para el inicio de los años sesenta, el gobierno de La República introdujo los libros de texto gratuitos, herramienta indispensable en cualquier proceso educativo y que dada la miseria existente en algunas zonas del país, resultó una medida que de alguna forma mitigó o redujo dicha necesidad. En 1966, se estableció el sistema de telesecundaria para atender por medio de la televisión el ciclo básico de la educación media en los lugares de escasa población, estando limitada a la red existente de repetidoras a lo largo de la república mexicana.

En el año de 1992, bajo el gobierno del presidente Lic. Carlos Salinas de Gortari, con el Lic. Ernesto Cedillo Ponce de León al frente de la Secretaría de Educación Pública, se promovió y elevó a carácter constitucional la enseñanza primaria y secundaria como obligatorias. Aunado a esto, se identificó la necesidad de realizar

un cambio de fondo en los planes de estudio y libros de texto que se venían manejando, con la intención de mejorar, actualizar y corregir la información contenida en los mismos, con este fin se sometió a concurso y consenso popular el contenido y la edición de estos. Es aún prematuro el evaluar la efectividad de dichas medidas, pero debe reconocerse que la correcta implementación de los planes trazados es mucho más importante que el simple deseo de resolver un problema, aún cuando este se incluya en la constitución.

**ANALISIS COMPARATIVO DE MEXICO  
CON OTROS PAISES**

## CAPITULO 2 ANALISIS COMPARATIVO DE MEXICO CON OTROS PAISES

El reto más importante al que se enfrenta nuestro país en el futuro próximo, es sin duda la capacidad de su gente para reaccionar y responder en forma positiva ante nuevas tecnologías, sistemas y metodologías inherentes a cualquier tipo de apertura comercial. Dicha capacidad depende esencialmente del nivel y calidad de la educación de la población, punto en el que México particularmente no destaca al compararse con nuestros principales socios comerciales. Dentro de este contexto, la educación técnica es una alternativa que ofrece muchas ventajas al trabajador ya que permite la superación del mismo y el empleo de personal mas calificado. Pero para llegar a tal nivel de preparación, deberemos comenzar desde las bases, la figura 2.1 nos muestra el estado que guarda, porcentualmente, la alfabetización en nuestro país al compararse con nuestros vecinos del norte (Estados Unidos y Canadá). Como puede observarse la ventaja de estos dos países es alta en comparación con México, aclarando que la gráfica habla sólo de la cantidad y no de la calidad de esa instrucción o alfabetización.

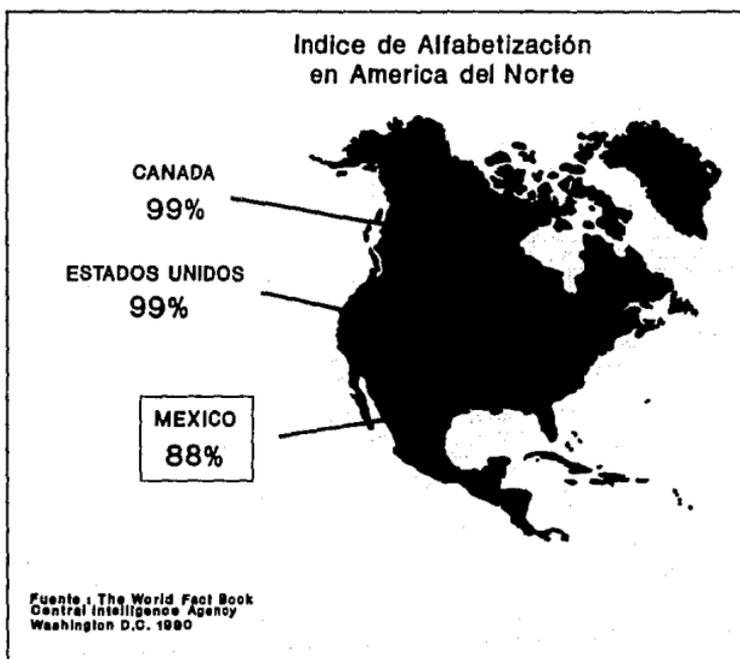


Fig. 2.1 Comparación del nivel de Alfabetización con Estados Unidos y Canadá.

Parte importante del problema es sin duda alguna la cantidad de recursos destinados a la educación, renglón en el que México muestra importantes diferencias con relación a otros países. La inversión en relación al Producto Interno Bruto (PIB), no es suficiente para resolver un problema tan complejo y de tal magnitud. La figura 2.2 representa la comparación del destino de recursos entre México y otros países del mundo.

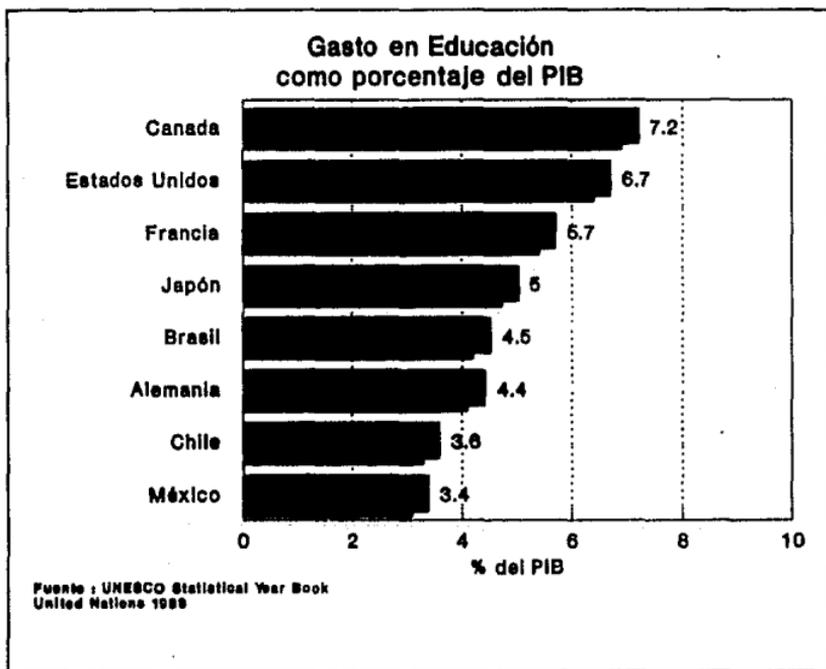


Fig. 2.2 Gasto en Educación como porcentaje del PIB.

Cuando hablamos de lo complejo del problema, es necesario entender que la falta de recursos como maestros capacitados en cantidad y calidad, las carencias básicas como aulas apropiadas y material de enseñanza conjugados con un territorio tan extenso en donde existen poblaciones pequeñas, retiradas y sin acceso apropiado a vías de comunicación, es obvio pensar que se requiere resolver un grupo de problemas, no sólo uno, para lograr la efectividad deseada.

México es un país joven, y esto queda demostrado al hacer un análisis comparativo con algunos de los principales países del mundo, teniendo uno de los índices mas altos en lo que se refiere a población menor a 15 años de edad que representa el 41.8% del total en nuestro país tal como puede observarse en la figura 2.3. Esto reafirma la importancia de enfocar nuestros esfuerzos a la mejora del nivel educativo de este segmento de la población, responsable de enfrentar en el corto y mediano plazo el futuro del país y hacer que este sea competitivo a nivel mundial.

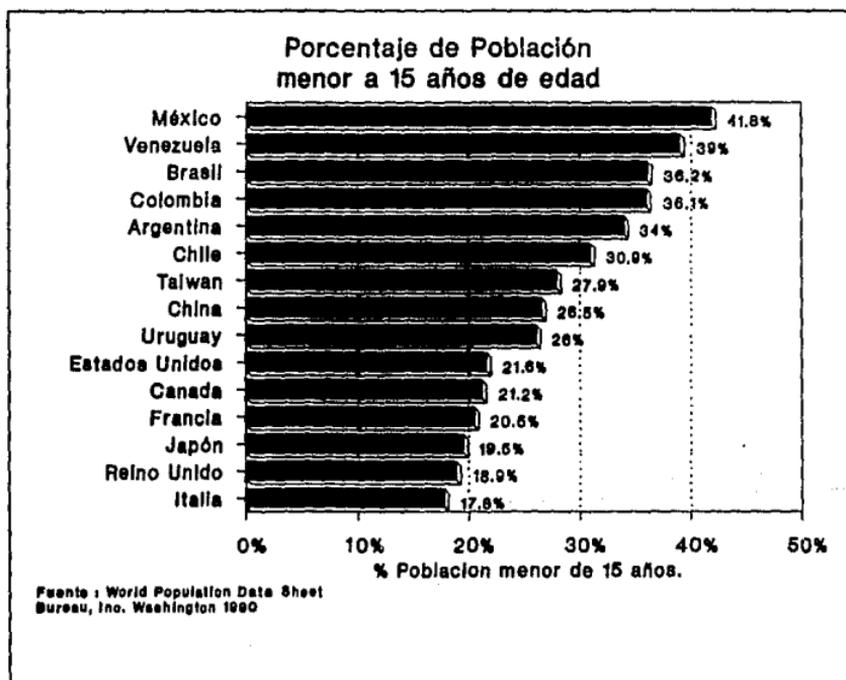


Fig. 2.3 Comparación Porcentual de Población menor a 15 años.

Esta situación se agudizará en un futuro debido al ritmo de crecimiento de la población, dado que este ocupa uno de los niveles mas altos del mundo.

En la Figura 2.4 se puede apreciar la comparación de dicho crecimiento en nuestro país y otros países del mundo.

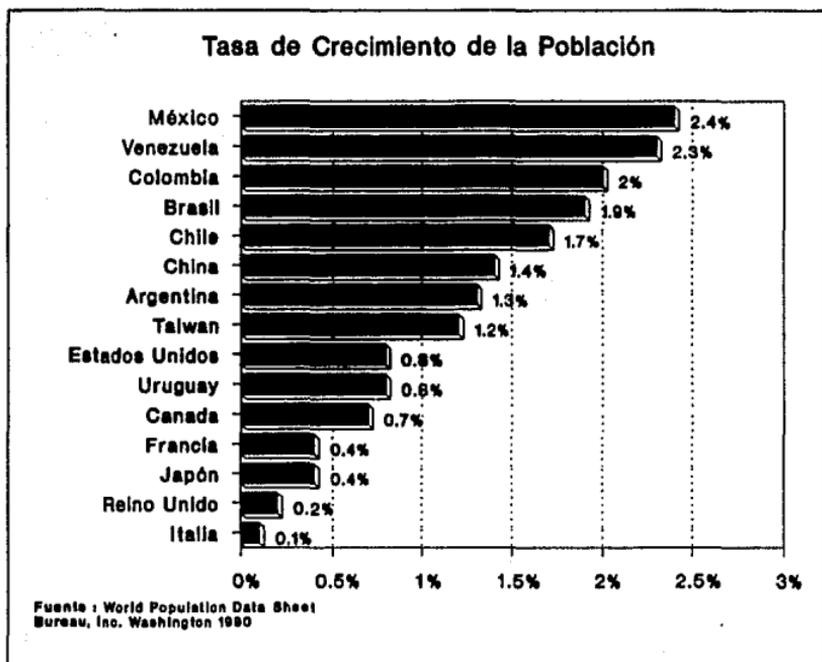


Fig. 2.4 Comparación de la Tasa de Crecimiento de la Población.

Con base en lo anterior, se puede asumir que la población del país, de seguir creciendo al ritmo mostrado, se duplicará en pocos años. Dicho crecimiento al compararse con los países que forman la base de nuestro estudio, indica que México es el país que duplicará su población en el menor período de tiempo, tal como se muestra en la Figura 2.5. En ésta, el número de años en que se duplicará la población asume una tasa constante de crecimiento natural que es indicación del crecimiento potencial asociado con una tasa específica de crecimiento natural. No se intenta hacer un pronóstico del período en que se duplicará la población de los países mostrados.

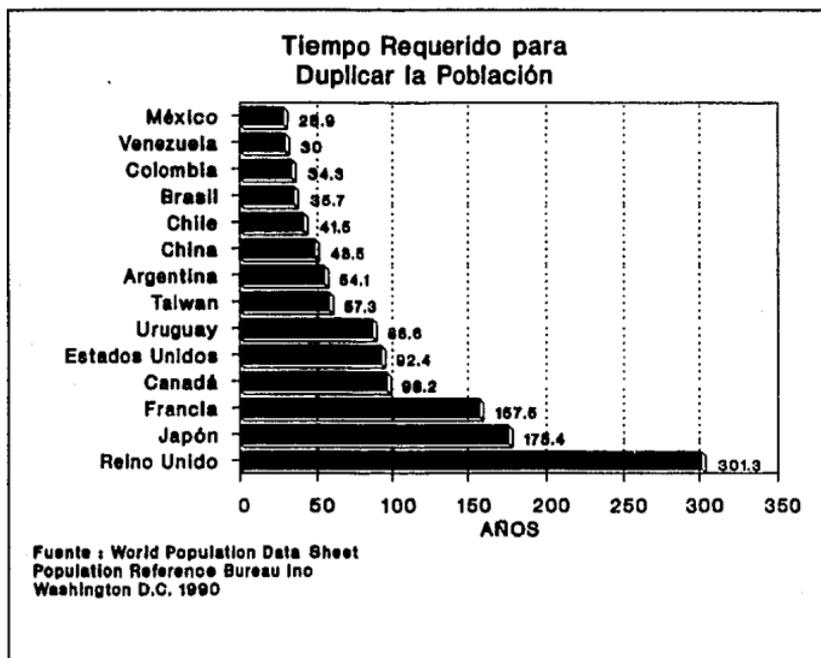


Fig. 2.5 Proyección del Tiempo en que se duplicará la población

Adicionalmente a lo ya mencionado, existen un gran número de situaciones que dificultan aún más la solución al problema educativo en nuestro país, circunstancias tales como las que enlistamos a continuación:

- Población que habita en áreas marginadas
- Escasez de bibliotecas
- Pobre acceso a sistemas de comunicación masiva
- Vías de comunicación deterioradas
- Falta de maestros

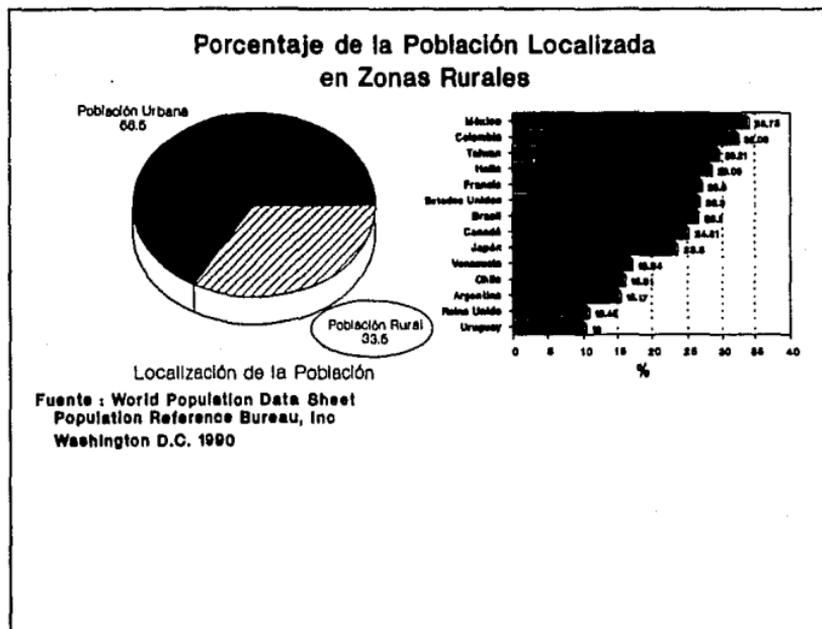


Fig. 2.6 Distribución de la Población Rural

Dentro de los retos que nuestro país afronta en estos momentos, se encuentra el poder cubrir un territorio tan extenso y accidentado, y dar acceso a toda su población a la educación, entendiéndose que nos referimos principalmente a la educación básica y media.

Como se observa en la figura 2.6, más del 33% de la población mexicana está localizada en áreas rurales ubicadas en su mayoría en zonas de difícil acceso y con vías de comunicación limitadas y en donde un gran número de ellas carecen de infraestructura de servicios básicos tales como energía eléctrica, drenaje, agua potable, teléfono, escuelas, etc.

Uno de los problemas que enfrentan este tipo de poblaciones es la falta de concentración en un lugar determinado de las personas que ahí habitan, por lo que se complica el tener un centro de reunión para poder impartir instrucción. Estas pequeñas concentraciones humanas se encuentran en caseríos aislados y están obligados a trasladarse a varios kilómetros de distancia para conseguir satisfactorios primarios y como consecuencia estas personas fácilmente se desalientan en el estudio.

Adicionalmente a la problemática antes mencionada encontramos que la disponibilidad de recursos culturales y de información son escasos a lo largo del territorio nacional, siendo mucho más crítico en zonas rurales y marginadas.

Parte de este problema, que es un factor de consideración, es el acceso a la información. Las bibliotecas forman quizás la parte más importante de la información disponible. En la figura 2.7 podemos observar la densidad de población que requiere atender cada biblioteca para llegar a toda la población, lo que quiere decir que en México cada una de las bibliotecas existentes tiene que atender a más de 145,000 habitantes, cifra que nos da la evidencia de la pobre infraestructura de bibliotecas con las que México cuenta.

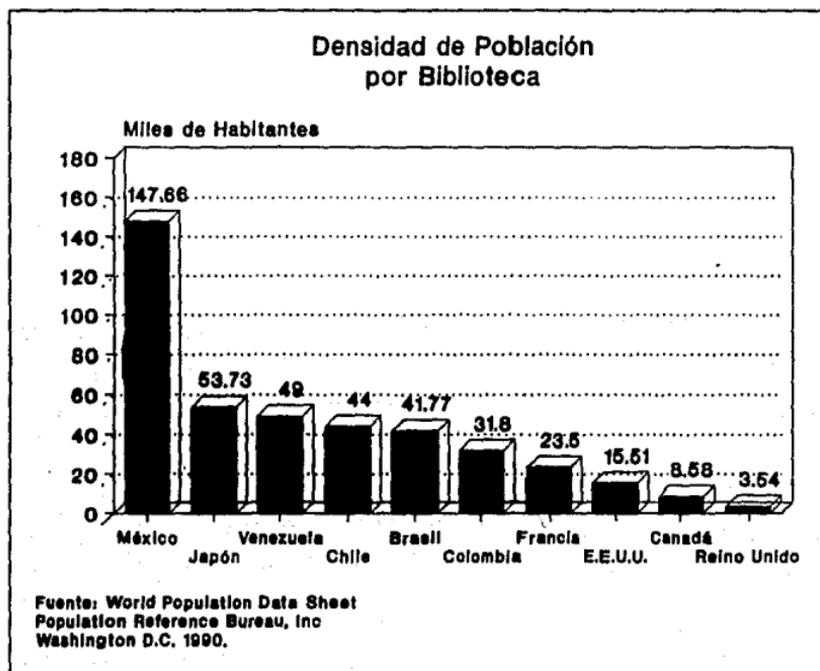


Fig. 2.7 Densidad de Población por Biblioteca.

Sin duda alguna, el acceso a los medios de comunicación masiva en nuestro país se encuentran muy por debajo de la disponibilidad en otros países como Estados Unidos o Canadá, esta limitante dificulta la difusión de la información y tal vez en forma más grave que el impacto de la escasez de bibliotecas.

Adicionalmente, las vías de comunicación y la falta de maestros en nuestro país, agudizan la problemática, unas por la falta de mantenimiento adecuado y otras por la falta de incentivos apropiados. Este panorama dificulta consecuentemente la disponibilidad de opciones de solución a corto plazo y bajo costo, desventaja desalentadora al comparar a nuestro país con el resto del mundo, con casos como Alemania en donde la profesión mejor pagada es la del maestro.

Basando nuestro análisis en las comparaciones anteriores a nivel internacional, en el siguiente capítulo se analizará la problemática actual de la educación en México con un enfoque particular buscando alcanzar un punto de vista global del problema que nos ocupa y así posteriormente proponer alternativas de solución al mismo.

**PROBLEMATICA ACTUAL DE  
LA EDUCACION**

## CAPÍTULO 3      PROBLEMATICA ACTUAL DE LA EDUCACION

Citando las palabras del profesor normalista Gregorio Torres Quintero que decía: "El maestro tiene por tarea esencial desarrollar el respeto y el amor a la verdad, la reflexión personal, los hábitos de libre examen al mismo tiempo que el espíritu de tolerancia; el sentimiento del derecho de la persona humana y de la dignidad, la conciencia de la responsabilidad individual al mismo tiempo que el sentimiento de la justicia y la solidaridad sociales, y la adhesión al régimen democrático y a la República.", podremos concluir que la posibilidad de encontrar diferencias o deficiencias al emprender tal tarea son enormes. Aun existiendo la mejor voluntad, no se puede negar que existen oportunidades de mejora dirigidas a lograr un resultado homogéneo en la educación de un país.

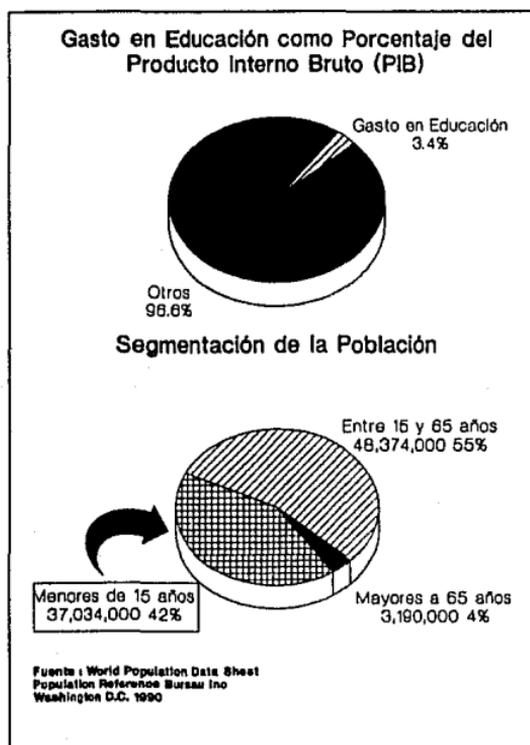
Como pudimos observar en el capítulo anterior, el problema que afronta nuestro país concentra una serie de factores que agudizan la necesidad de una solución a corto plazo y efectiva, tomando en cuenta circunstancias tales como :

- Calidad de la Alfabetización en México.
- Presupuesto reducido.
- Pobre infraestructura.
- Nivel de ingresos de los maestros.
- Alta demanda de enseñanza, con un alto índice de crecimiento.
- Tiempo de implementación.
- Nivel socioeconómico de la población.
- Deserción escolar.
- Constante actualización del profesorado.

La dispersión de la población trae como consecuencia intrínseca y prácticamente inevitable una instrucción poco homogénea y muchas veces de baja calidad,

problema que se ve acentuado por la cantidad de analfabetas que aun en nuestros días, y a pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno federal, sigue siendo importante, teniendo en la actualidad un 12% de iletrados.

El Gobierno de la República se ha visto obligado a recortar el presupuesto asignado a la educación para poder enfocar esos recursos en necesidades primarias tales como la alimentación y la salud de la nación, esto ha traído como consecuencia que México sea uno de los países que menor porcentaje del PIB destina a la enseñanza. Este bajo presupuesto ha originado que las aulas existentes carezcan de material didáctico suficiente que pudiese apoyar al profesorado con el fin de obtener resultados de mayor calidad en la enseñanza y un mayor aprovechamiento por parte del alumnado.



Soportando los datos anteriores podemos citar la entrevista concedida por Jorge G. Castañeda a Andrea Dabrowski de la revista TIME en Agosto 7 de 1989 que ante la pregunta de "¿Cuál es la reestructuración económica del Presidente Carlos Salinas de Gortari?" respondió lo siguiente: "El problema de la política económica del gobierno es que los beneficios aún no aparecen pero sus costos ya los tenemos. Mucho se ha dicho sobre cómo el gasto público y el papel del estado se ha reducido en México. El problema es que la mayor parte del ajuste ha venido de recortes de gasto en educación, en salud e infraestructura. México en 1982 estaba gastando el 5.5% del PIB en educación, hoy este gasto representa alrededor del 3%. En 1982, México gastaba el 2.5% del PIB en salud, hoy este gasto es menor al 1.5%. En 1982

un profesor de escuela elemental (en un país donde la mitad de la población es menor de 15 años y donde existen 25 millones de niños en la escuela) ganaba 6

veces el salario mínimo, hoy gana 1.5 veces el salario mínimo". Cabe hacer mención que como es de todos entendido, el poder adquisitivo de un salario mínimo, tenía la finalidad de cubrir las necesidades básicas de una familia, situación poco real en la actualidad. El Lic. Castañeda agrega : "Otra parte es la infraestructura del país. Hace 10 años, México tenía carreteras, teléfonos, presas y redes eléctricas probablemente del más alto nivel del así llamado tercer mundo. Hoy los teléfonos de la ciudad de México son probablemente los peores en latinoamérica, las carreteras se están cayendo, la red eléctrica no ha tenido mantenimiento, las instalaciones petroleras no están en buena forma y su producción está cayendo."

La escasa infraestructura de comunicaciones existente en el país, tal y como lo menciona esta entrevista, dificulta la disponibilidad y actualización de la información sobre todo en zonas marginadas y de difícil acceso como podría ser la sierra en donde encontramos una geografía accidentada o territorios incomunicados,

Por otro lado, el nivel de ingresos del profesorado en nuestro país es muy bajo, sobre todo en los que imparten educación primaria y media, contrastando con países del primer mundo en donde las percepciones de los maestros son de las mejores, comparadas con el resto de las actividades profesionales de su país. Esta situación ocasiona que cada vez sean menos las personas interesadas en la docencia, lo cual en un futuro agravará la problemática de falta de maestros.

El ritmo de crecimiento acelerado de la población en nuestro país, ofrece un panorama poco alentador, ya que si hoy en día la infraestructura existente no es suficiente para satisfacer la demanda de educación, el futuro ante tasas de crecimiento mayores al 2.4% anual requieren de una solución inmediata, entendiendo por inmediato, un plazo menor a 5 años, ya que si nuestro país cuenta con una población de 85 millones de habitantes de los cuales alrededor del 40% están en edad escolar y considerando la tasa de crecimiento antes mencionada, implicaría un incremento de aproximadamente 815,000 alumnos anuales que demandarán educación, esto representa una demanda considerable de recursos, mismos que el gobierno federal no podrá subsanar dada la alta inversión requerida en un tiempo limitado.

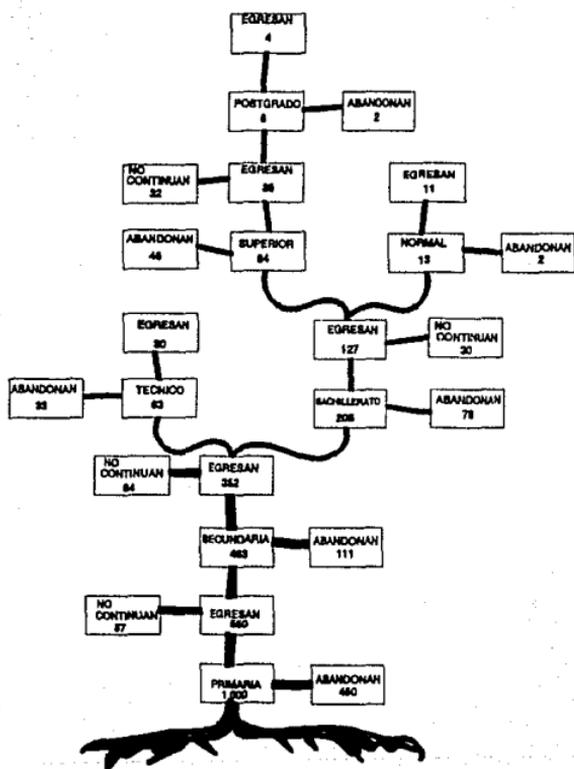
Este crecimiento de la población que se ha venido dando en los últimos años aunado a los factores económicos experimentados por el país, han provocado que el nivel socio-económico de la población se vea mermado de manera importante. Al pensar en las prioridades en las necesidades de cualquier familia, podríamos considerar las siguientes:

- Alimentación
- Salud
- Vivienda
- Seguridad
- Vestido
- Educación

No hace falta entrar en grandes análisis para entender que la educación está muy por debajo de las otras necesidades listadas, esta condición trae como consecuencia una alta deserción escolar, ya que cualquier individuo que en un momento dado carezca ya sea de alimentación, salud, seguridad, etc. tenderá a abandonar los estudios para atender a estas necesidades, buscando trabajo en alguna compañía o por su cuenta. Por ejemplo, en poblaciones pequeñas, con escasos recursos para cubrir sus necesidades básicas, existen grandes empresas que requieren de gran cantidad de empleados, al conjugarse estas condiciones, la deserción escolar se agudiza.

En México la deserción escolar es muy grave, lo cual es soportado por el análisis realizado por la revista "Perfil de Universitas" en el que se afirma que de cada 1,000 alumnos que ingresan a primaria solo egresan 550, de estos 87 no continúan y 463 ingresan a la secundaria de los cuales solo egresan 352, tal y como lo muestra el esquema de la siguiente página, lo que quiere decir que en tan solo 9 años, 6 de primaria y 3 de secundaria existe una deserción del 65%, esta importante cifra tiene su origen principalmente en los problemas económicos antes mencionados, además debemos agregar que estos datos no consideran la cantidad de personas que nunca tuvieron acceso a la educación primaria, que según datos de INEGI es cercana al 15% de los aspirantes.

Adicionalmente podemos añadir, que en el presente la actualización del profesorado se torna complicada dada la gran cantidad de maestros que se tienen que involucrar, así como la diseminación geográfica de los mismos, la cual impide que la información llegue de manera oportuna y en ocasiones llega distorsionada, adicionalmente el organizar un seminario donde asistan todos los profesores de la República resulta prácticamente imposible y tendría costos muy elevados.



El diagnosticar un problema tan complejo, ha sido tarea de muchos investigadores a lo largo de los años, aún cuando se mencionaron los principales factores relacionados con la problemática de la educación, existen otras circunstancias que complican aún más el contexto de esta necesidad. Sin embargo, pocos son los investigadores que han aportado soluciones efectivas, ya que el problema existe hace 500 años y la solución de fondo aún no se encuentra.

**ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

## CAPITULO 4 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Analizando el diagnóstico de la problemática expuesta anteriormente, estudiaremos las diferentes alternativas de solución evaluando sus ventajas y desventajas, así como las prácticas que se han utilizado en el pasado y el presente.

Las alternativas de solución a esta problemática en el corto plazo, son las siguientes:

- Educación maestro-alumno
- Sistema telesecundaria
- Educación a distancia

Por educación maestro-alumno entendemos el sistema que ha sido utilizado tradicionalmente con todas sus variaciones, su efectividad no es cuestionable sin embargo enfrenta dificultades como:

o Calidad de la educación.- En este aspecto podemos encontrar poca homogeneidad en la preparación del profesorado, con diferentes puntos de vista y metodologías educacionales, esto ocasiona consecuentemente diferencias importantes entre alumnos de distintas escuelas.

o Presupuesto e infraestructura.- Desde la Independencia de nuestro país, el problema presupuestal y de infraestructura han existido sin que hasta la fecha se haya encontrado una solución efectiva. Malos sueldos y falta de escuelas en cantidad y calidad adecuadas, destinan este sistema al fracaso en un contexto macroeconómico.

El sistema de telesecundaria consiste en que a través de una televisión convencional y utilizando los canales comerciales se destinen espacios televisivos a programas

enfocados a educación secundaria, la calidad de este sistema es indiscutible, sin embargo enfrenta las siguientes desventajas:

- Cobertura.- Quizas el mayor obstáculo que presenta este sistema es la necesidad de repetidoras a lo largo de la República, que se traduce en alta inversión y rango de cobertura limitado.
- Tiempo disponible.- El tiempo dedicado por las cadenas comerciales al programa de telesecundaria es cada vez más reducido por los intereses de negocio de las mismas.

Por educación a distancia, entendemos la transmisión de programas educativos, culturales y de entretenimiento por medio de sistemas que involucran un satélite, un sistema transmisor y un sistema receptor.

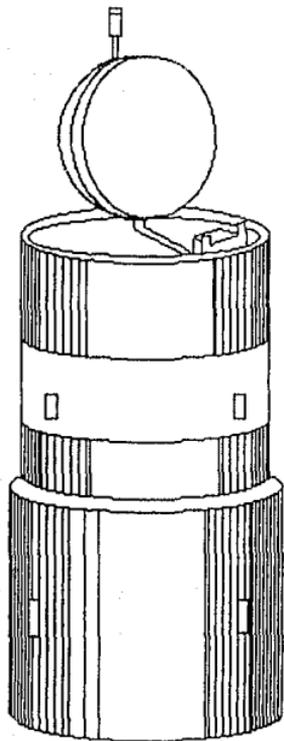
Entre las ventajas de este sistema encontramos las siguientes:

- Calidad de la educación.- Es de todos entendido que el poner especial cuidado en la calidad de la educación que se imparte en cualquier nación es factor prioritario para su gobierno, las ventajas que ofrece el empleo de la comunicación vía satélite permite enfocar esfuerzos a la creación de mejores programas educativos, destinando mayor presupuesto a la producción de estos y consecuentemente obteniendo mejores niveles de calidad. Por ejemplo, un maestro que imparte una clase de ciencias políticas en Ixtlahuacan, Colima, muy probablemente tendrá un punto de vista parcial y muy diferente al maestro que lo hace en el municipio de Santiago Papasquiaro, Durango, ya sea por la instrucción que cada uno de ellos ha recibido, o su deseo de expresar su punto de vista, influenciando la opinión del alumno y ocasionando una inconsistencia en la información transmitida en estas dos poblaciones.

Por otra parte, utilizando el apoyo de un aparato de televisión y la recepción de una señal común transmitida vía satélite para impartir el mismo tema de ciencias políticas, se podría tener un panel con distintos expertos en la materia ofreciendo un enfoque global del tema en cuestión, consecuentemente toda la población escolar de la república recibiría la misma información, formando en esta un criterio homogéneo.

## ¿ Por qué Satélites ?

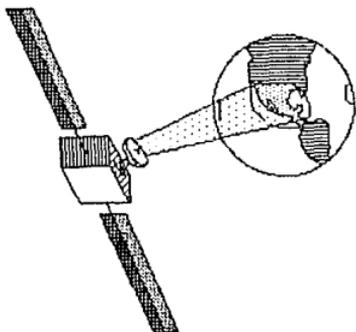
---



- **Bajo costo comparado con las alternativas terrenas**
- **Flexibilidad de acceso y redireccionamiento**
- **Implementación instantánea**
- **Ideal para comunicaciones de punto a punto y enlace multipunto**
- **Recurso asegurado**

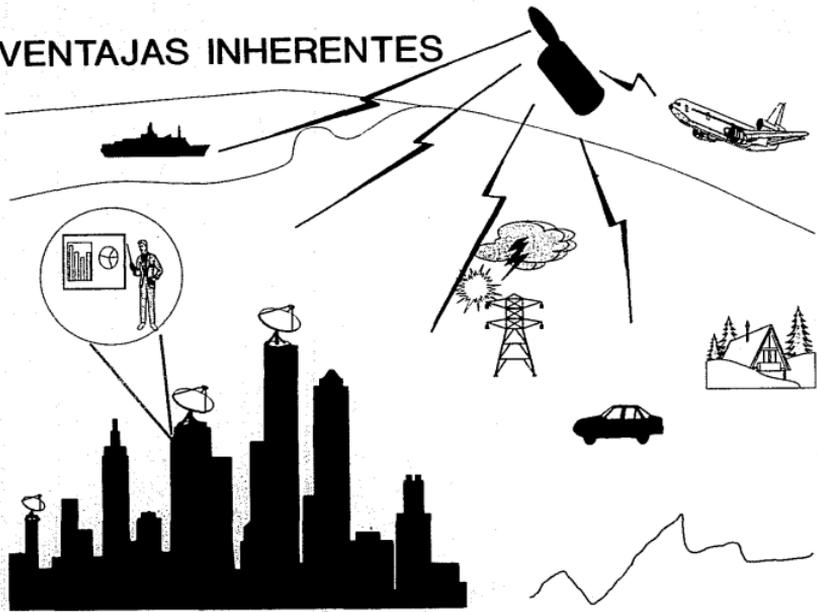
## Ventajas que los Satélites de Comunicación brindan

---



- **Amplísima área de cobertura**
- **Gran ancho de banda**
- **Independiente de instalaciones terrenas**
- **Instalación rápida**
- **Bajo costo por localidad**
- **Uniformidad de servicio**
- **Proveedor único**

# VENTAJAS INHERENTES



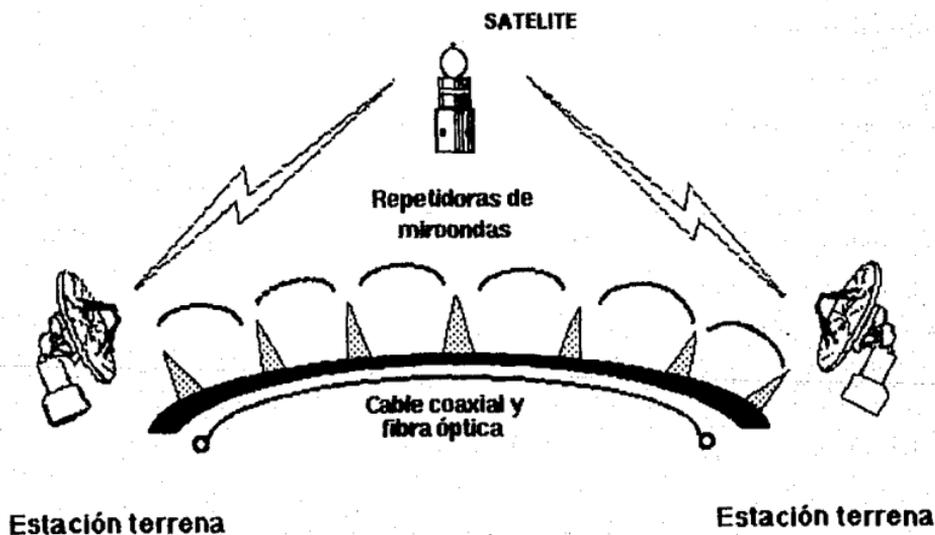
## **Grado de Disponibilidad de Enlace comparado con el Sistema SATCOM**

---

- **La disponibilidad se mide como porcentaje de tiempo utilizable de enlace**
- **La disponibilidad de SATCOM esta en el rango de 99.8 al 99.95%**
- **La más avanzada tecnología de fibra óptica se encuentra en el rango de 99.0 al 99.7%**
- **Enlaces vía cable están sujetos a interrupción. perdida de señal y problemas de mantenimiento**
- **Enlace vía microonda, si bien es confiable pierde competitividad debido a factores económicos**

# SATCOM VS Sistema Terreno

---



**Los sistemas de microondas terrestres y el sistema de cable , requieren de varias estaciones relevaroras y el satélite hace el mismo trabajo de un solo salto.**

Es importante mencionar que la televisión puede crear un efecto psicológico en las personas, mismo que las atrae a poner atención en el mensaje expuesto, obviamente esto depende del contenido de la programación así como la calidad y empeño que se destine a la producción de dichos programas. El efecto provocado por este medio deberá ser aprovechado para lograr que los alumnos se auto - motiven a concentrarse en lo expuesto. La magnitud del impacto producido dependerá de recursos empleados para el diseño y producción de los programas educativos tales como equipos de sociólogos, psicólogos, pedagogos, etc. que estarán dedicados a la elaboración de programas atractivos que satisfagan la expectativa deseada. De esta forma se podrá emplear al mejor profesor del país para impartir la materia deseada, logrando así un alto nivel de calidad en esta modalidad o forma de impartir la educación.

o Cobertura.- La utilización de la televisión vía satélite y su aplicación en la educación, permitiría el contar con información oportuna y actualizada en todo el territorio nacional, dado que este tipo de transmisión no es afectada por factores tales como la orografía del país y la dispersión de su población en su territorio.

o Costos y tiempo de implementación.- El apoyo didáctico que brinda el sistema de educación vía satélite, sustituirá de manera importante a otros recursos lo cual acarrearía ahorros importantes, mismos que podrían ser destinados al incremento salarial del profesorado.

Este sistema tiene la ventaja de que su instalación no requiere de mucho tiempo para ser implantado, ya que lo mas costoso y tardado dentro del desarrollo, es la fabricación y puesta en órbita de los satélites de comunicación, mismos que ya están en operación, como el sistema Morelos y en un futuro próximo el sistema Solidaridad. En adición las estaciones receptoras o aulas, podrían ser fácilmente instaladas en escuelas existentes o en su defecto se podrían diseñar estaciones básicas de bajo costo para localidades en las cuales no existan lugares adecuados donde se pueda tener acceso a la educación, ya sea por estar geográficamente aisladas o ser estas demasiado pequeñas para justificar la construcción de aulas tradicionales. Por ejemplo, si en la población de Guachochi, Chihuahua, existiese la necesidad de este sistema por no disponer de una escuela o lugar apropiado para la instalación del equipo, se podría instalar una caseta de características portátiles, desarmable y de bajo costo que contase con una planta de energía autónoma, de no existir este recurso, que alimentaría a los equipos y componentes del sistema.

o Deserción escolar.- Otra alternativa podría ser la de instalar un sistema similar en compañías, aprovechando sus instalaciones y el volumen de personas reunidas en el trabajo, esto ayudaría a solucionar en parte el problema de deserción antes mencionado ya que en el centro de trabajo contarían con los elementos para continuar con su preparación escolar. Esto podría realizarse de manera conjunta con las empresas y el gobierno, dando el beneficio por un lado a la empresa que podría contar con personal mas capacitado y competitivo, a el gobierno con un menor costo para lograr el objetivo de educar compartiendo gastos con la empresa y a las personas al incrementar su nivel cultural ampliando sus perspectivas de desarrollo, **TODOS GANAN.**

En adición a la idea anterior y con la finalidad de hacer llegar la cultura y educación a toda la población, se podrían crear programas de apoyo secundarios para ser transmitidos en otros horarios y que traten diversos temas de interés tales como técnicas modernas de cultivo, programas de entretenimiento, culturales, etc. así como disponibilidad a diferentes horarios para las personas que tengan la necesidad de trabajar, ya sea por la mañana o por la tarde.

o Capacitación a maestros.- Sería un arma ideal para la capacitación del profesorado el poder contar con el sistema de televisión vía satélite, ya que por este medio se lograría impartir al mismo tiempo a lo largo de toda la República cursos de actualización que permitiesen un adiestramiento homogéneo para todos los maestros que llegaría oportunamente y sin distorsión alguna.

Una vez que se ha concluido que el recurso de la televisión vía satélite ofrece grandes ventajas a un bajo costo con un tiempo de implementación reducido, procederemos en los siguientes capítulos a explicar de una manera sencilla la televisión vía satélite con el fin de lograr que una persona ajena a la tecnología especializada pueda facilmente entender su funcionamiento.

**HISTORIA DE LA TELEVISION  
Y LOS SATELITES**

## 5.1 INTRODUCCION

A continuación, trataremos sobre los temas de Televisión, satélites de comunicaciones, líneas de transmisión, etc., para que se pueda contar con una base teórica, práctica e histórica, para la comprensión de la importancia del desarrollo de las Telecomunicaciones en nuestro país, así como de su aplicación en el crecimiento y mejoramiento de todos los sistemas actuales de un país en desarrollo como es el nuestro, y que son: el educativo, el político y, en fin, de todos aquellos puntos fundamentales para los que las comunicaciones son parte esencial.

Como dentro del campo de las transmisiones Via Satélite, las transmisiones de EVENTOS ESPECIALES (torneos deportivos internacionales, acontecimientos políticos de gran importancia, viajes espaciales, Teleconferencias entre universidades etc.) son las de mayor importancia y las que mejor reflejan las ventajas alcanzadas de ésta nueva o relativamente nueva tecnología, constantemente haremos referencias a ejemplos determinados como una ayuda en la comprensión e interpretación de lo descrito en éste estudio, así también para contar con aplicaciones directas de los sistemas de satélites de México.

Propondremos las bases teóricas necesarias para un entendimiento general del funcionamiento de los distintos componentes de un sistema de transmisiones via satélite y así posteriormente contar con las bases de selección del equipo a utilizarse para lograr la optimización buscada para mejorar este recurso en beneficio de la Educación.

La situación de las Telecomunicaciones en nuestro país, es un tema muy en boga actualmente por la puesta en marcha en 1985 del SISTEMA DE SATELITES MORELOS, así como por la rápida expansión de la red de microondas que cubren en territorio nacional y las estaciones receptoras domésticas de señales de Televisión Via Satélite con fines meramentente recreativos.

## 5.2 HISTORIA DE LA TELEVISION

El desarrollo de la televisión ocurrió en dos fases:

Primero, los conceptos y principios científicos en los que se basa fueron descubiertos sin tener ninguna idea de su posterior utilización en un sistema como lo es la televisión actual.

Segundo, estos conceptos y principios se fueron mezclando y depurando hasta que se logró un sistema accesible de televisión al público en la década de los cuarentas

Como primer antecedente de la Televisión actual, tenemos el Pantelógrafo, con el que en 1863 se logró transmitir sobre líneas del telégrafo eléctrico, una serie de dibujos muy sencillos.

En el año de 1873 el científico inglés Willoughby Smith y su asistente Joseph May realizaron el primer descubrimiento relevante para la televisión, al percatarse que la conductividad eléctrica del Selenio cambia al incidir sobre él una emisión luminosa. Esta propiedad, conocida como FOTOCONDUCTIVIDAD, es la que en la actualidad se utiliza en los tubos de las cámaras de televisión como son el Vidicón, Plumbicón, Saticón, Silicón, etc., los cuales son los elementos encargados de captar las imágenes en las cámaras para luego convertirlas en señales de video. En la actualidad se utilizan otros componentes con el mismo fin conocidos como CCD (CHARGED COUPLED DEVICE) que son circuitos integrados que registran la imagen en lugar de los tubos convencionales.

Un segundo descubrimiento aplicado a la televisión fué realizado en 1888 por el Físico alemán Wilhelm Hallwachs, quién notó que ciertas substancias emiten electrones al exponerse a la luz; conocida ésta propiedad como FOTOEMISION, también sirve para los tubos de algunas cámaras como el Orticon.

Pasó bastante tiempo para que éstos conocimientos tuvieran una aplicación práctica en la construcción de algún sistema de televisión. No se sabía como resolver el problema de recibir y controlar las corrientes obtenidas al variar la Fotoconductividad de un elemento, para luego regenerar, o reconstruir, la imagen o emisión luminosa original. El principal problema residía en que las corrientes obtenidas por la Fotoconductividad del Selenio, eran muy débiles y no existía método alguno para su amplificación. Fué hasta el año de 1906, cuando el norteamericano Lee De Forest patentó el Tubo Electrónico Triodo, en que comenzó el desarrollo de la televisión. Para el año de 1920 el tubo había ido mejorándose hasta que se alcanzaron los niveles de amplificación requerida para la Televisión.

Por otra parte, la primera propuesta para analizar una escena o evento sección por sección fué hecha por el alemán Paul Nipkow en 1884. El sugirió que se colocara un disco rotatorio entre la escena a captarse y un sistema eléctricamente sensitivo a la luz. El disco de Nipkow, como se le conoce, tenía 18 aberturas en un arreglo espiral. Al girar, cada perforación muestreaba una parte distinta de la escena. Si giraba lo suficientemente rápido, obtenían una imagen de 18 líneas con movimiento.

El sistema mecánico de muestreo de Nipkow se utilizó en 1923 y 1925 en experimentos tanto en Inglaterra como en los Estados Unidos por John L. Baird y Charles F. Jenkins respectivamente. Ellos fueron capaces de obtener una imagen visible, pero bastante defectuosa; en sus receptores usaban también un disco rotatorio como el de Nipkow. Este se colocaba en frente de una lámpara cuya brillantez era controlada por el tubo fotosensible colocado atrás del disco en el transmisor. Mientras se realizaban esfuerzos por mejorar el sistema mecánico de muestreo, el método electrónico moderno de muestreo era concebido en el año de 1911 por el inglés A.A. Campbell Swinton.

Campbell Swinton propuso la utilización de una pantalla colectora de carga para acumular un patrón de cargas correspondientes a una escena y de un cañón de electrones para neutralizar esta carga formando una corriente eléctrica variable. Este concepto fué utilizado por el físico norteamericano V.K. Zworykin en su iconoscopio de los años 20's. Un sistema similar es utilizado en el Orticon moderno.

En 1907, Campbell Swinton y el ruso Boris Rosing, sugirieron independientemente el uso de un tubo de rayos catódicos, el cual básicamente es un cañón de electrones los cuales inciden en una pantalla con recubrimiento de fósforo para reproducir la imagen. El tubo de rayos catódicos para usos televisivos fué desarrollado en los años 30's por el ingeniero electrónico Allen B. Du Mont, y es esencialmente el utilizado en la actualidad.

El primer receptor doméstico de televisión fué demostrado en Schenectady, Nueva York en los Estado Unidos de Norteamérica el 13 de Enero de 1928 por el inventor E.F.W. Alexanderson. Las imágenes producidas en la pantalla de tres pulgadas eran pobres y variables pero los equipos podían usarse ya fuera de los laboratorios. La General Electric fabricó éstos primeros receptores y se distribuyeron dentro del área de Schenectady. EL 10 de Mayo de 1928 la estación WGY comenzó sus transmisiones regulares en el área.

La primera emisión de programas televisivos para el público se llevó a cabo en Londres en 1936. Este sistema usó una reproducción de 24 imágenes por segundo, con 240 líneas por imagen. Meses después se aumentó a 25 imágenes por segundo con 405 líneas y 30 escenas o cuadros por segundo.

La transmisión pública comenzó en los Estados Unidos de Norteamérica en el mismo año, y al término de la guerra la televisión comenzó a crecer rápidamente. Para el año de 1959 alrededor de 50 millones de televisores estaban en uso.

El desarrollo de la televisión a color siempre fué unos pasos atrás de la monocromática o blanco y negro, al principio por sus requerimientos más complicados y posteriormente por tener que ser compatible con la televisión monocromática. Esto es que la transmisión para las televisiones (receptores de señal de televisión) en blanco y negro, pudiera captarse en los receptores a color y viceversa.

Se sabía desde 1904 que la Televisión a colores se podría producir transmitiendo los tres colores primarios que son Azul, Rojo y Verde. En 1928 Baird demostró un sistema de color para televisión, usando el disco de Nipkow con tres juegos de ranuras en lugar de uno solo para muestrear la pantalla.

En el año de 1938 el Ingeniero Guillermo Gonzalez Camarena, desarrollaba en México otro sistema de televisión a color. En 1940 un sistema bastante refinado es introducido en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica, por el Doctor Peter Goldmark, pero siendo éste incompatible con la televisión monocromática, sólo duraron las transmisiones hasta finales del mismo año.

En Septiembre de 1946 el mismo Ing. Gonzalez Camarena después de una larga serie de experimentos, logró transmitir el primer programa de Televisión desde su laboratorio de las calles de Havre en la ciudad de México.

Cuatro años más tarde nace oficialmente la televisión en nuestro país con la transmisión del cuarto informe presidencial del Lic. Miguel Alemán, bajo cuyo mandato se aprueba la instalación y funcionamiento de las estaciones de TV.

Para el año de 1953 se logró la compatibilidad de la Televisión a color con la monocromática, con un sistema desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica por la compañía RCA ( Radio Corporation of America) y las transmisiones se reiniciaron un año después, en 1954.

A partir de aquí, el desarrollo de los sistemas de TV es muy acelerado y surge el sistema Norteamericano conocido como NTSC , el europeo PAL Y el de EUROPA ORIENTAL llamado SECAM. Todos tienen las mismas bases fundamentales pero varían en el número de líneas de barrido de la pantalla, definición y alimentación de la red de AC de 50 o 60 Hz y 110 o 220 v.

En nuestro país al igual que en Canadá, EUA, Japón y casi toda América Latina se utiliza el sistema NTSC de 525 líneas a 60Hz y 110V.

El sistema PAL se usa en Europa Occidental, Brasil y Argentina y trabaja a 625 líneas, 50 Hz y 220 V.

El SECAM usado en Europa Oriental, es el de mayor definición al trabajar a 725 líneas, 50 Hz y 220v.

En la actualidad ya hay desarrollados sistemas de alta definición HDTV ( HIGH DEFINITION TELEVISION ) y los formatos de trabajo han sido establecidos en 1250 líneas de barrido y los hay para trabajar a 50 o 60 Hz y a 110 o 220 V de AC. El problema actual con éste sistema es el que no se ha llegado a un acuerdo general en cuanto al sistema de transmisión para la HDTV el cual deberá ser compatible con los sistemas actuales de TV tanto monocromática como a color.

En la reunión de la WBU ( WORLD BROADCASTERS UNION ) , Unión de Televisoras del Mundo, de 1992 se trató el problema y se planteó que debe quedar resuelto para fines de 1993.

El 15 de Diciembre de 1958, nace la primera estación cultural del país: la estación de la Secretaría de Educación Pública, que transmite a través del Canal 11 del Instituto Politécnico Nacional.

En la actualidad la capital del país cuenta con siete estaciones además del canal 11 que operan en los siguientes canales: 13,22 y 7 coordinados por el instituto mexicano de televisión IMEVISION Y LOS CANALES 2,4,5 y 9 operados por el grupo de iniciativa privada TELEVISIA.

En el resto del país funcionaban en 1988, 410 estaciones emisoras y repetidoras de televisión tanto privadas como estatales además de los sistemas de distribución por CABLE y MULTIVISION.

### 5.3 HISTORIA DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES

Cin años antes del lanzamiento del satélite SCORE, por los Estados Unidos, un grupo de científicos se reunió en Canadá, para celebrar el término del primer cable trasatlántico submarino para comunicación por telegrafía, en Agosto de 1858, pero debido a su mal aislamiento, el cable se destruyó solo dos meses después.

El industrial Cyrus Field logró el funcionamiento de un cable trasatlántico de telégrafo en 1866, instalándose en el siglo siguiente tres más. El primer cable trasatlántico de telefonía entre Europa y América se instaló en 1956, sólo dos años antes que el primer satélite "parlante" SCORE.

En 1945 el Ejército de los E.U.A. logró reflejar señales de radar en la Luna y recibirlas de regreso, lo que demostró dos cosas: que la ionósfera no es una barrera electrónica para las comunicaciones por radio con un satélite en órbita sincrónica, y que las señales de radio podían enviarse a largas distancias con relativamente poca energía.

El 4 de Octubre de 1957 la URSS, Unión Soviética, hoy Comunidad de Estados Independientes, colocó en órbita el primer satélite, el SPUTNIK I de 84 kilos de peso y que transmitió un " bip bip " durante 21 días antes de que su órbita declinara. Los norteamericanos contestaron lanzando los satélites EXPLORER I y el VANGUARD I, en 1958. A éstos siguió el que fué la gran sorpresa por llevar el primer mensaje parlante, el SCORE (signal communications by orbiting relay equipment : Comunicaciones de señales por orbitación del equipo retransmisor), que llevaba un mensaje navideño del presidente Eisenhower.

En 1960 se lanzó el ECO I, satélite pasivo formado por un globo forrado de aluminio, de 30 m. de diámetro, y transmitió por primera vez televisión y música. En 1964 se lanzó el ECO II de características similares.

En 1961 se lanzó el OSCAR I (orbital satellite carrying amateur radio: satélite orbital con radio de aficionados). Lo siguieron el OSCAR II y el OSCAR III, el cual llevaba un transpondedor (transmisor receptor) y servía como retransmisor. El OSCAR IV falló en su órbita. Estos satélites permitieron a los radioaficionados de todo el mundo conversar entre sí en frecuencias VHF ( very high frequency : muy alta frecuencia).

El primer satélite repetidor activo fué el COURIER I, de uso militar.

El 24 de Julio de 1961 el Presidente de los Estados Unidos de Norteamérica, John F. Kennedy declaró: " La ciencia y la tecnología han progresado a tal grado que se han hecho posibles las comunicaciones mediante el empleo de satélites espaciales... ésta competencia debe desarrollarse en beneficio del mundo tan pronto como sea posible ". Un año después despegó de la Florida, E.U.A., el cohete llevando el TELSTAR, que fué el primero en transmitir una imagen televisada al continente europeo. Su última transmisión fué en Febrero de 1963. En mayo del mismo año se lanzó el TELSTAR II, que transmitió continuamente hasta 1965, salvo un inexplicable lapso de 26 días.

El RELAY I fué el primer satélite repetidor experimental de la NASA con una órbita elíptica, y que por su inclinación fué el primero en abarcar tanto a América del Norte, como a América del Sur. Fué también el primero en ser reparado desde tierra puesto que llevaba 2 transpondedores y al fallar el primero, se abrió el de reserva.

A principios de la década de los 60's, no se había logrado hacer un satélite sincrónico, hasta que se le hizo caso al Dr. Harold A. Rosen de la compañía Hughes y la NASA (National Aeronautical and Space Administration : Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio) lo patrocinó para aplicar sus teorías de estabilización por rotación en el satélite SYNCOM I, el cual fué puesto en órbita en 1963 pero falló al estallar una botella de nitrógeno, en uno de sus tanques.

El SYNCOM II fué lanzado en junio del 63 y tuvo gran éxito. fué el primer satélite gobernable del mundo, esto es, que por pulsoreactores de gas, se corregía su posición. En Agosto del 64, se lanzó el SYNCOM III , que fue utilizado comercialmente en la transmisión de uno de los eventos especiales más importantes del año: las olimpiadas de verano desde Japón, directamente a América y Europa.

En el año de 1966, la NASA puso en órbita la serie de satélites ATS (I,II y el III) cuya finalidad era la de realizar experimentos de estabilidad y maniobrabilidad en el espacio.

Para evitar un posible monopolio privado en la operación y construcción de los satélites de comunicaciones, el gobierno de Estados Unidos creó en Junio de 1964 la COMPAÑIA DEL SATELITE DE COMUNICACION (C O M S A T), dándole participación tanto al público, como a compañías de comunicaciones ya establecidas.

En Agosto de 1964, surgió el CONSORCIO DEL SATELITE INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES ( I N T E L S A T ), cuyos socios son los dueños conjuntos de los satélites del sistema mundial, mientras que las estaciones terrenas pertenecen respectivamente a la nación en que se encuentran, salvo en Japón y los Estados Unidos donde pertenecen a compañías privadas.

Las operaciones de INTELSAT comenzaron al ser lanzado en 1965 el primer satélite comercial de comunicaciones en el mundo llamado PAJARO MADRUGADOR (EARLY BIRD). Este fué el primer eslabón de una creciente cadena mundial de satélites de comunicaciones.

El PAJARO MADRUGADOR, cuya vida calculada era de 5 a 10 años luego del lanzamiento, realizó para mediados de 1968 las siguientes tareas:

- a) Retransmisión de más de 220 horas de televisión.
- b) Llevó miles de llamadas telefónicas, datos y mensajes grabados.
- c) Transmitió en vivo la histórica visita del Papa Paulo VI a los Estados Unidos en 1965.
- d) Cubrió la transmisión del amarizaje de la nave espacial Géminis en el Océano Atlántico.
- e) Permitió a millones de observadores de Europa y América contemplar el desarrollo de la historia, por medio de más de 100 teledifusiones especiales de noticias.
- f) Retransmisión de facsimiles de mapas meteorológicos de Washington, E.U.A. a París, Francia, ocho veces más rápido que por la radio o por cable.

A partir de la aparición del Pájaro Madrugador, o INTELSAT I, el desarrollo de los satélites ha sido a pasos agigantados, con la construcción de la serie INTELSAT II formada por 3 satélites colocados a distintas latitudes para cubrir mayores áreas. Luego con el apoyo del PROYECTO APOLLO de la NASA se fabricó y lanzó la serie INTELSAT III también de 3 satélites pero de los cuales uno falló. Todo esto entre los últimos años de los 60's y la década de los 70's. En 1971 se lanzó el INTELSAT IV.

El desarrollo continuó y surgieron distintos sistemas, para fines educativos, recreativos, comerciales, etc., pero lo más importante fué el acceso al espacio a un mayor número de países entre ellos algunos en desarrollo como es el caso de México. (Con su SISTEMA DE SATELITES DOMESTICOS MORELOS I y II, y el próximo Sistema de Satélites Solidaridad.)

Se desarrollaron los satélites TELESAT entre 1972 y 1975. Los WESTAR que en la actualidad cuentan con 5 satélites; el GLOBECOM; la serie de satélites DSCS I, II, III entre 80 y 81, en TDRSS en 1980; los satélites brasileños BRAZILSAT; la serie de satélites MOLNYA de la Unión Soviética; los INTELSAT V y VI de mayores proporciones y recursos que sus antecesores en su serie, así como el Intelsat VII uno de los de mayor potencia. Surgieron las series de satélites Anik, SBS, etc.

Se lanzaron los satélites SPACENET ya en los 80's y la serie de satélites GALAXY que son de los más utilizados para transmisiones comerciales de televisión doméstica.

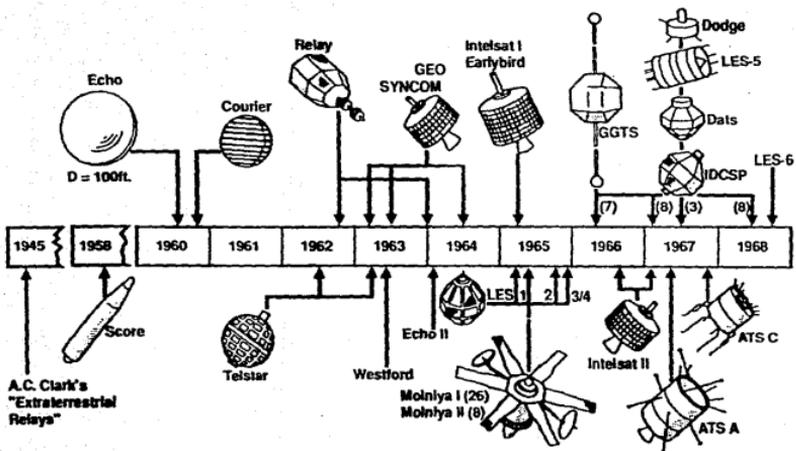
Otro sistema de satélites con capital e inversión mayoritaria privada, es el del consorcio PANAMSAT, de René Anselmo, actualmente asociado con Televisa, que tenía estimado el lanzamiento de su primer satélite para Octubre del 86, pero que se postergó por la tragedia del transbordador espacial Challenger a principios del mismo año y que sería el encargado de colocarlo en órbita. A diferencia del sistema Morelos, la inversión de éste nuevo satélite fué totalmente de la iniciativa privada.

Gran cantidad de países, empresas privadas y consorcios, así como universidades y centros educativos se enfocan cada vez más al uso de los satélites de comunicaciones. México ha entrado de lleno a éste círculo con la colocación de sus dos satélites de la serie MORELOS, de los cuales el primero está en uso desde su lanzamiento en 1985 y el segundo es de reserva, aunque actualmente se usan indistintamente.

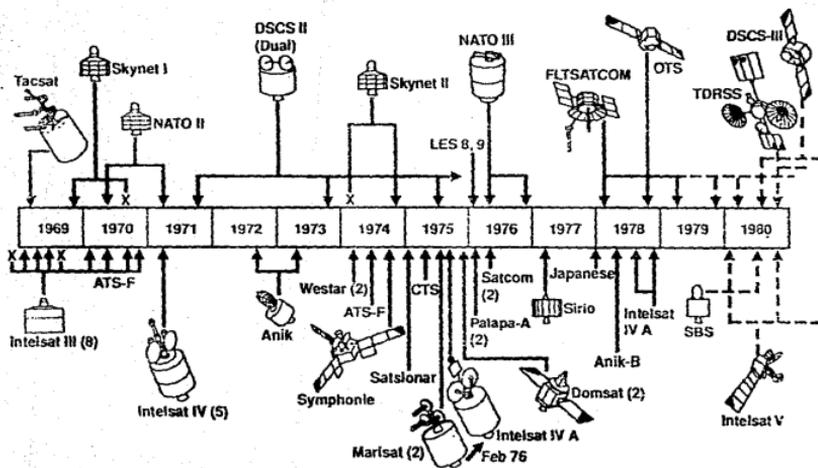
El motivo del lanzamiento casi simultáneo de nuestros satélites, fué el de ocupar un sitio en el arco geosíncrono, o cinturón de Clark, el cuál es el arco donde se encuentran con sus determinadas latitudes los satélites geosíncronos y que está ya saturado, por lo que se tiene que estar en espera de una posición vacante para colocar ahí un nuevo satélite. Así México aseguró las posiciones de sus 2 satélites.

Desde el surgimiento de los transbordadores espaciales, la planeación del lanzamiento de casi todos los nuevos satélites se realizaba tomando en cuenta las ventajas que habían demostrado en anteriores misiones hasta que ocurrió la explosión del transbordador Challenger lo que motivó una ola de desconfianza al programa espacial norteamericano.

Como consecuencia los interesados en el lanzamiento de nuevos satélites, han dado mayor relevancia a los programas espaciales de la comunidad europea, con su centro de lanzamientos en la Guyana Francesa a través de los cohetes ARIANNE y del programa espacial japonés; ambos son mucho más modestos que el programa de los Estados Unidos, pero van ganando mucho terreno.



## EVOLUCION DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES



## EVOLUCION DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES

## 5.4 TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES

Antes de conocer los distintos tipos y las diferentes aplicaciones de los satélites de comunicaciones, debemos definir lo que es un satélite de comunicaciones.

Un satélite de comunicación, es básicamente un sistema electrónico de comunicación puesto en órbita alrededor de la Tierra. Su objetivo básico, es el de facilitar las transmisiones para la comunicación, de un punto sobre o cerca de la Tierra hacia otro. En los sistemas modernos, éstas transmisiones generalmente corresponden a señales de Televisión (video), de voz (telefonía) y de transmisiones digitales (teletipo).

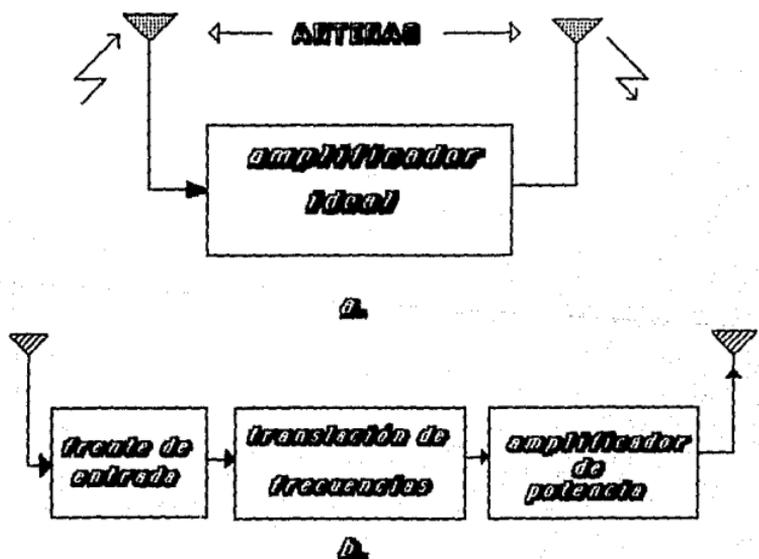


DIAGRAMA DE BLOQUE DE UN SATELITE

a) ideal

b) repetidor.

Las señales se propagan en forma de ondas electromagnéticas desde las estaciones terrenas hasta el satélite (enlace de subida) y luego son regresadas del satélite, a las estaciones terrenas (enlace de bajada). De acuerdo a la manera de retransmitir la señal, un satélite puede ser:

**PASIVO - REFLECTOR**, como en el caso del satélite ECO, el cuál solo refleja la señal enviada por la estación terrena sin ninguna amplificación. En éstos satélites, los niveles de Potencia del enlace de bajada serán extremadamente bajos debido a la pérdida total de propagación del enlace de subida ( además de las pérdidas adicionales que representa el no lograrse en la práctica un reflector perfecto).

**ACTIVO - REPETIDOR** el cuál ayuda en la operación al tomar la señal de subida y amplificar su potencia antes de su posterior retransmisión en el enlace de bajada. Idealmente, un repetidor activo sería un amplificador electrónico puesto en órbita, donde recibiría un enlace de subida, lo amplificaría al nivel de potencia deseado y lo retransmitiría en el enlace de bajada.

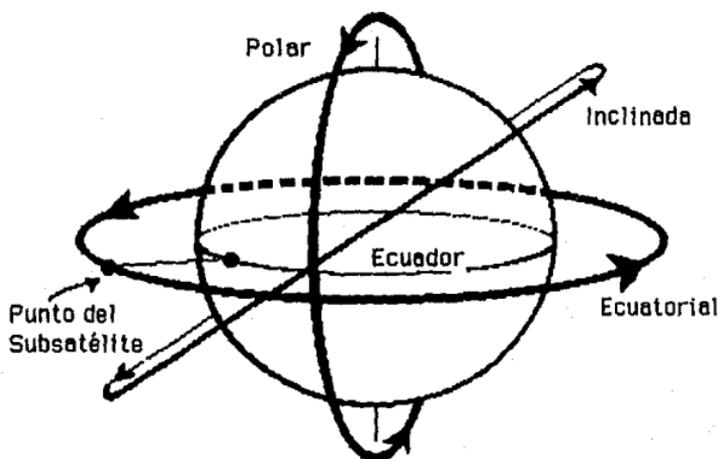
En la práctica, en tratar de recibir y retransmitir la señal amplificada de la forma de onda del enlace de subida por el mismo satélite, provoca una retroalimentación que se presenta en forma de eco al salir la señal de la antena de bajada del satélite hacia el receptor en la estación terrena.

Por ésta razón, los satélites activos repetidores involucran alguna forma de translación de frecuencias anterior a la amplificación de potencia de la señal. El objetivo de éste cambio de frecuencias, es el que exista una separación entre las frecuencias de subida y las frecuencias de bajada. Esto permite el filtrado de las frecuencias en la antena del enlace de subida del satélite, previniendo la retroalimentación al transmitir la banda de frecuencias del enlace de bajada. Esta separación también permite usar la misma antena para la recepción y transmisión de la señal, simplificando así la cantidad de elementos físicos utilizados en su construcción.

Por su colocación y comportamiento en el espacio, los satélites pueden ser:

**ORBITALES** -que se encuentran girando en órbitas elípticas o circulares alrededor de la Tierra, pero que no se mantienen en un punto determinado con respecto a ésta.

Algunos ejemplos son la serie de satélites rusos MOLNYA o el mismo SPUTNIK, los cuales sólo podían ser captados durante la fracción de tiempo que les tomaba el cruzar el país determinado que los quería captar.



#### ***DISTINTAS ÓRBITAS DE LOS SATÉLITES***

*( el punto del subsatélite nos muestra como un satélite geoestacionario se mantiene fijo en el espacio con respecto a un punto sobre la tierra)*

**SINCRONOS - GEOESTACIONARIOS**, los cuales dan la impresión de estar fijos en un punto predeterminado vistos desde la Tierra, lo que se logra haciéndolo orbitar en un plano ecuatorial (cinturón de Clark) exactamente a la misma velocidad angular de rotación de nuestro planeta. Estos satélites requieren de estaciones terrenas más simples debido a que su localización es más sencilla en el espacio. Como ejemplo podemos tomar a todos los satélites que conforman el arco geosíncrono.

## **DETALLES SOBRE LA ORBITA GEOESTACIONARIA DE LOS SATELITES**

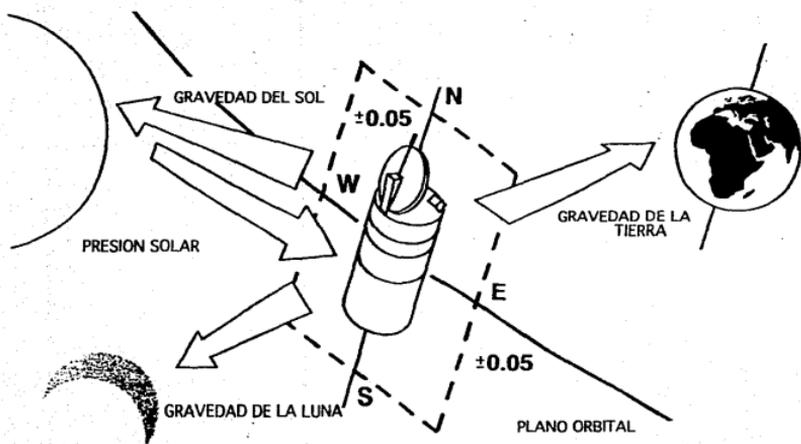
- AL AUMENTAR LA ALTURA DE LA ORBITA, DISMINUYE LA ATRACCION DE LA GRAVEDAD DE LA TIERRA, POR LO QUE LA VELOCIDAD ORBITAL REQUERIDA DISMINUYE.
- A UNA ALTURA DE 36,000 KM LA VELOCIDAD ORBITAL SERA DE CERCA DE 11000 KM POR HORA PARA DAR LA VUELTA AL GLOBO EN 24 HORAS.
- SE BUSCA IGUALAR LA VELOCIDAD DE ROTACION DE LA TIERRA EN EL ECUADOR CON LA VELOCIDAD ORBITAL DEL SATELITE.
- AL LOGRARSE LO ANTERIOR, EL SATELITE DA LA IMPRESION DE ESTACIONARSE SOBRE UN PUNTO EN LA TIERRA.

## **VENTAJAS DE LAS ORBITAS GEOESTACIONARIAS**

- EL SATELITE SE MANTIENE CASI ESTATICO RESPECTO A LAS ANTENAS TERRESTRES.
- SE EVITAN LOS SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL COMPUTARIZADOS.
- SE PUEDEN USAR ANTENAS FIJAS OPERADAS MANUALMENTE.
- SE PUEDEN AJUSTAR LAS ORBITAS SIN PROBLEMAS.
- NO SE NECESITA CAMBIAR DE UN SATELITE A OTRO AL DESAPARECER LOS SATELITES SOBRE EL HORIZONTE.
- NO HAY CORTES EN LA TRANSMISION POR ESTAR EL SATELITE PERMANENTEMENTE EN LINEA DE VISTA DE LAS ESTACIONES TERRENAS.
- UN SATELITE GEOESTACIONARIO PUEDE CUBRIR HASTA EL 42.4% DE LA SUPERFICIE TERRESTRE.
- PUEDEN COMUNICARSE VARIAS ESTACIONES TERRENAS.
- CON SOLO 3 SATELITES SE CUBRE TODA LA TIERRA ( SIN CONTAR LOS POLOS ).

## **DESVENTAJAS DE LOS SATELITES GEOESTACIONARIOS**

- NO SE CUBREN LAS LATITUDES MAYORES A 81.25° NORTE Y SUR.
- DEBIDO A LA GRAN DISTANCIA QUE RECORREN LAS ONDAS, LA POTENCIA RECIBIDA ES DEBIL Y HAY UN RETRASO DE 270 MILISEGUNDOS.



FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE  
EL SATELITE

**LA SEÑAL DE TRANSMISION**

## 6.1 BASES TEORICAS

La SEÑAL DE TRANSMISION es la información que enviamos desde una estación transmisora a otra receptora, que en nuestro caso pueden ser ya sean los satélites mismos o los elementos de tipo terrestre. Pero pasemos a ver como se logra esta transmisión de señal.

Tanto las señales de radio como de televisión, así como la luz, son ONDAS ELECTROMAGNETICAS ( O E M ). Podríamos definir una onda como:

Un fenómeno físico que ocurre en un lugar y tiempo determinado y luego se repite y aparece en otro lugar, siendo el segundo tiempo proporcional a la separación de espacio con el primer fenómeno.

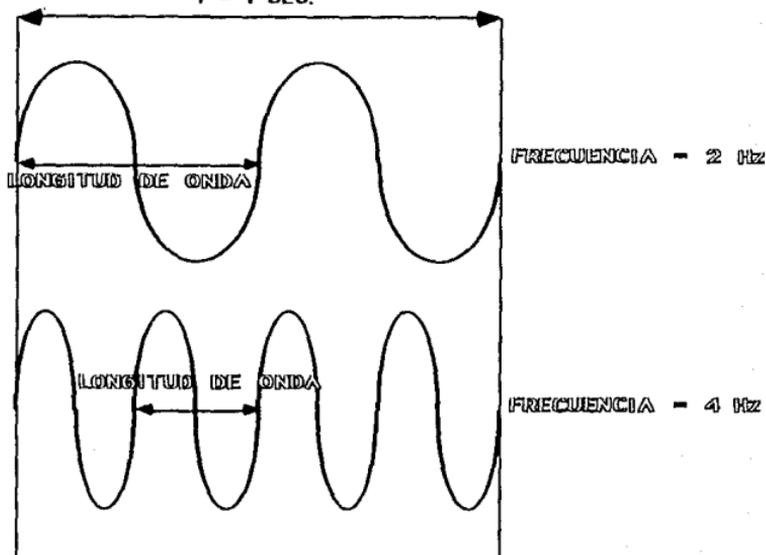
Una cualidad importante de las ondas es su FRECUENCIA, o número de veces que oscila durante un segundo. Las frecuencias de las microondas son del orden de GigaHertz ( $1 \times 10^9$  ciclos por segundo).

La LONGITUD DE ONDA es la distancia que hay entre cada ciclo de la onda. Entre mayor sea la FRECUENCIA de la onda, menor será su LONGITUD DE ONDA. De igual forma, mientras menor sea la frecuencia de la Onda, mayor será su LONGITUD. (figura)

## FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA

1 HERTZ (Hz) = 1 ciclo + segundo

$T = 1 \text{ SEG.}$



**EN LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS, A MAYOR FRECUENCIA, MENOR LONGITUD DE ONDA Y A MAYOR LONGITUD DE ONDA, MENOR FRECUENCIA**

Otra cualidad de la señal de transmisión es la **POLARIZACIÓN**. La Polarización es la orientación que tiene la onda en el espacio al desplazarse. En comunicaciones vía satélite se usan tres tipos de polarización: la **HORIZONTAL**, la **VERTICAL** y la **CIRCULAR**.

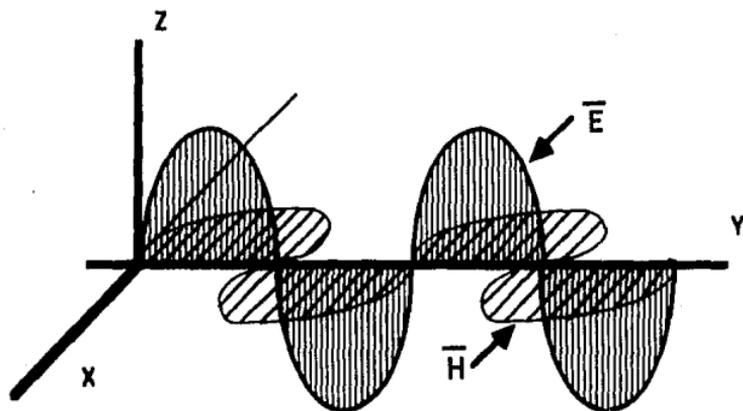
En la polarización Horizontal, las ondas oscilan en un plano horizontal mientras se desplazan. Las ondas polarizadas verticalmente oscilan en un plano vertical.

Las ondas polarizadas circularmente no son utilizadas comunmente, ni en los Estados Unidos ni en México, pero algunos países las usan de la siguiente forma:

Una onda de polarización circular derecha, oscilará en un plano que va girando hacia la derecha en sentido de las manecillas del reloj, mientras que las de polarización izquierda se desplazan en un plano girando en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Las ondas electromagnéticas están compuestas por campos eléctricos y magnéticos y se comportan de una manera similar a las ondas que se forman en la superficie de un lago o alberca cuando se arroja una piedra.

Los campos magnéticos y eléctricos serán siempre normales al avance de la onda. (figura)



### **REPRESENTACION TRANSVERSAL DE LA ONDA .**

Viaja sobre el eje de las Y y los componentes electromagnéticos  $\vec{H}$  (intensidad de campo magnético) y  $\vec{E}$  (intensidad de campo eléctrico) son normales al avance de la onda.

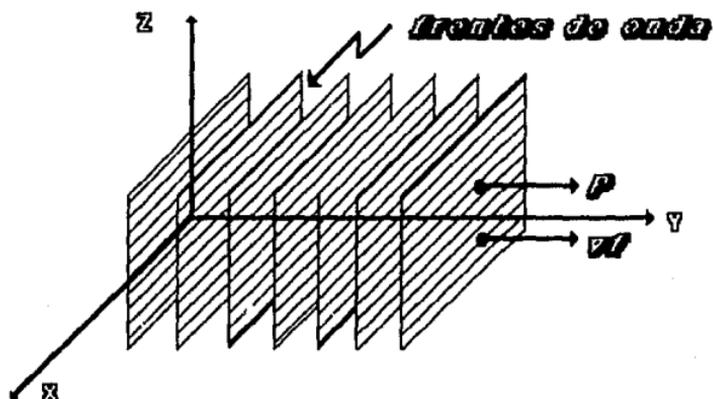
En un dieléctrico perfecto ( entendiendo por dieléctrico un cuerpo no conductor de electricidad ), las ondas electromagnéticas tienen las siguientes características:

- 1- Las OEM son de tipo periódico. (llevan una frecuencia determinada)
- 2- La OEM tiene FRENTE DE ONDA ( para cada instante en el sentido de desplazamiento de la OEM habrá dos componentes perpendiculares a su sentido de avance a los que se les llama FRENTE DE ONDA)
- 3- Su velocidad de fase es la VELOCIDAD DE LA LUZ
- 4- Tienen amplitud constante pues no sufren ni amplificación ni disminución.

La gran ventaja de las OEM es que sus propiedades mas importantes son el que pueden TRANSMITIR ENERGIA y también pueden ENVIAR INFORMACION.

Aprovechando estas propiedades, podemos enviar información en un medio dieléctrico a gran distancia y aprovechando medios conductores apropiados como las antenas la podemos recibir.

La fuerza que lleva la energía al ser enviada y que representa los campos eléctricos y magnéticos de la onda se conoce como DENSIDAD DE POTENCIA. (figura)



Donde la P en la figura representa la POTENCIA y  $V_f$  la velocidad de fase o de frecuencia.

Para poder transmitir o enviar la información es necesario emplear un proceso llamado MODULACION.

La MODULACION es un proceso en el que una onda electromagnética es deformada en cualquiera de sus propiedades (amplitud, fase, frecuencia) o recortada formando pulsos, al añadirse otra onda electromagnética por medio de señales analógicas o digitales que actúan sobre las mismas con el fin de aumentar la potencia, disminuir los tamaños de las antenas requeridas y reducir su susceptibilidad a contaminarse. (se hacen mas inmunes al ruido).

Una vez excitadas las ondas por dichas señales, una funcionará como PORTADORA (llamada así porque es la encargada de transportar la información) y la otra como MODULADORA ( la cual monta la información sobre la portadora para su envío).

Una vez que la PORTADORA es " MODULADA " la información puede ser llevada de una antena transmisora a otra receptora. El equipo receptor será el encargado de DEMODULAR la información, lo que no es otra cosa que recuperar la señal que lleva la información original.

Hay tres tipos de Modulación comunmente usados que son:  
la AMPLITUD MODULADA "AM", la FRECUENCIA MODULADA FM y la modulación por pulsos, usada generalmente en transmisiones de tipo digital.

### **REPRESENTACION DE LA MODULACION**

#### **AMPLITUD**

**ONDA E. M.**

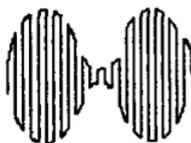


**INFORMACION**

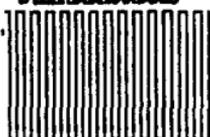


**ONDA**

**MODULADA**



#### **FRECUENCIA**



#### **PULSOS**



### **AMPLITUD MODULADA**

En éste sistema, la información a través de la señal moduladora provocará variaciones en la amplitud de la portadora. La señal portadora al ser modulada, cambia su amplitud constante por la modulada.

La portadora siempre es senoidal y la moduladora le dará forma a la envolvente de la AM.

Contamos con un Índice de Modulación (m) que nos muestra el grado de profundidad del fenómeno de la modulación. Lo definimos como:

$$\text{INDICE DE MODULACION} = m = \frac{\text{amplitud de la moduladora}}{\text{amplitud de la portadora}} = \frac{A_m}{A_p}$$

Si  $A_m = A_p$  entonces  $m = 1$  ó sea 100%

Si  $A_m$  es menor que  $A_p$  entonces  $m$  es menor a 1 o sea menor al 100%.

Si  $A_m$  es mayor que  $A_p$  entonces  $m$  es mayor a 1 o sea mayor al 100%

Si  $m$  es mayor a 1 tendremos distorsión en la recepción.

Las expresiones tanto de la moduladora como de la portadora así como la de AM son:

$$\text{MODULADORA} = A_m \cos W_m t$$

donde  $A_m$  = amplitud de la moduladora  
 $W_m t$  = frecuencia de la moduladora

$$\text{PORTADORA} = A_p \cos W_p t$$

donde  $A_p$  = amplitud de la portadora  
 $W_p t$  = frecuencia de la portadora

como  $A_m = m A_p$

$$\text{AM} = A_p \cos W_p t + \frac{mA_p}{2} \cos (W_p + W_m) t + \frac{mA_p}{2} \cos (W_p - W_m) t$$

Durante el proceso de Modulación, una señal determinada duplica su ancho de banda, a lo que se llama Doble Ancho. Así obtenemos las Bandas Laterales Superior e Inferior, visibles en un Analizador de Espectro (aparato que nos muestra el dominio de la frecuencia).

De la expresión final de AM se observa que está formada por tres componentes que son:

**AM = Portadora + Banda Lateral Superior + Banda Lateral Inferior**

La suma de éstas tres componentes nos da la Amplitud Modulada.

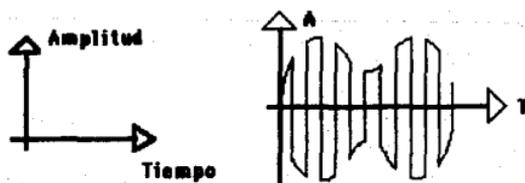
La información está contenida en las Bandas Laterales Superior e Inferior, las cuales llevan el mismo contenido de información y la única diferencia es el lugar del espectro donde la llevan.

La Portadora nos servirá para recuperar la información original.

Después de obtener la modulación de amplitud, es posible suprimir la portadora, las bandas laterales o todo para efectos de transmisión.

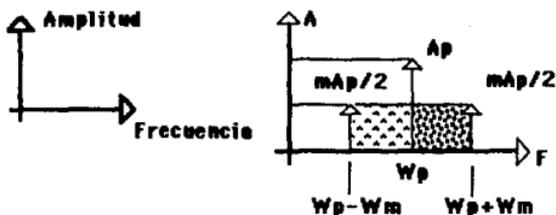
### AMPLITUD MODULADA

Domio del Tiempo → Osciloscopio

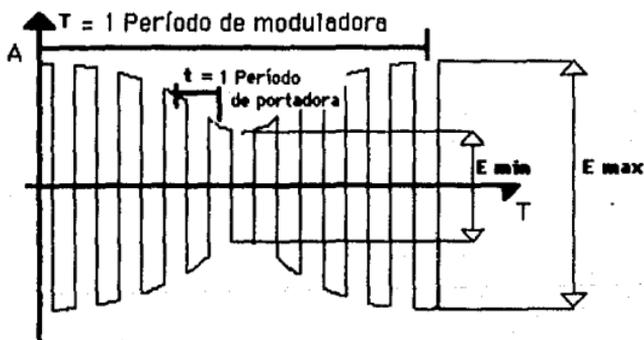


**La envolvente no existe realmente (no es visible en el osciloscopio), pero es útil para saber la forma de las crestas.**

Dominio de Frecuencia → Analizador de Espectro



Aquí no vemos ni el tipo de onda, ni tampoco si hay distorsión, sólo nos da la Banda Lateral Superior  y la Banda Lateral Inferior 



$$A_m = \frac{E_{max} - E_{min}}{2}$$

$$A_p = E_{max} - A_m$$

$$= E_{max} - \frac{E_{max} - E_{min}}{2}$$

$$A_p = \frac{E_{max} + E_{min}}{2}$$

$$\text{III} \Rightarrow \frac{A_m}{A_p} = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}}$$

## FRECUENCIA MODULADA

En el año de 1936 se desarrolló un sistema en que la información dependía de la frecuencia y no de la amplitud. La causa principal para la elaboración del sistema era la de eliminar el ruido, el cual se sube o se "trepas" en la amplitud, distorsionando su forma de onda.

El ruido también afecta a la amplitud del sistema de FM, pero al llevar la información en los cambios de frecuencia y ser demodulada la señal, no hay tanta interferencia. La amplitud en FM es constante. El ruido del ambiente no tiene frecuencia ni fase definidas. Si al recibir la señal, el demodulador puede suprimir el 100% del ruido, tendremos un magnífico receptor. A esto lo conocemos como RECHAZO DE AM.

El Rechazo de AM es característico del demodulador de FM al cual sólo le interesan los cambios en frecuencia.

A medida que la frecuencia moduladora baja, el índice de modulación sube. Las frecuencias altas tienen menos bandas laterales.

En FM comercial tendremos:

frecuencia de desviación máxima =  $\Delta$  = constante = 75 KHz

y el INDICE de MODULACION ( mf ) queda definido por:

$mf = \text{frecuencia de desviación máxima} / \text{frec. moduladora}$

que en la FM COMERCIAL el mf - va de 5 a 2500 Hz

Rango normal de audio : desde 30 hasta 15000 Hz.

## DATOS DE INFORMACION TRANSMITIDA POR FM

a) por Radio - Banda asignada de 87.5 - 108 MHz en América  
87.5 - 104 MHz en Europa  
76.0 - 90 MHz en Japón  
64.0 - 74 MHz en Polonia

Ancho de canal en FM = 200 KHz en América

Todas las estaciones tendrán forzosamente su portadora en frecuencias decimales nones.

b) por Televisión- Para transmitir sonido :

desviación máxima  $\pm 25$  KHz en América

desviación máxima  $\pm 50$  KHz en Europa

El rango de audio es desde 300 hasta 5000Hz porque se pensó para cubrir el rango de la voz humana.

## FRECUENCIA MODULADA ESTEREO

En la actualidad algunas de las transmisiones de televisión ya van acompañadas por sonido estereofónico, o sea la capacidad de recibir dos señales de audio distintas para obtener un efecto de mayor realidad al escuchar el sonido.

El sistema de FM Estéreo, fué aprobado en 1961 en los E.U.A. debido a que se logró la compatibilidad con el sistema de FM Monoaural.

Básicamente se compone de la transmisión de dos señales distintas a través de un sistema muestreador. Para poder recuperar las señales en el receptor, se les añade una señal subportadora la cual es necesario reinsertar en el receptor para sincronizar el muestreador de demodulación. Esta subportadora debe ser de altísima precisión con tolerancia máxima de  $\pm 2$ Hz.

La expresión de FM ESTEREO será la siguiente:

$$\text{FM ESTEREO} = L(t) + R(t) + [L(t) - R(t)] \cos Wp t + P \cos (Wp/2) t$$

de donde

$L(t)$  - es la información del canal izquierdo

$R(t)$  - es la información del canal derecho

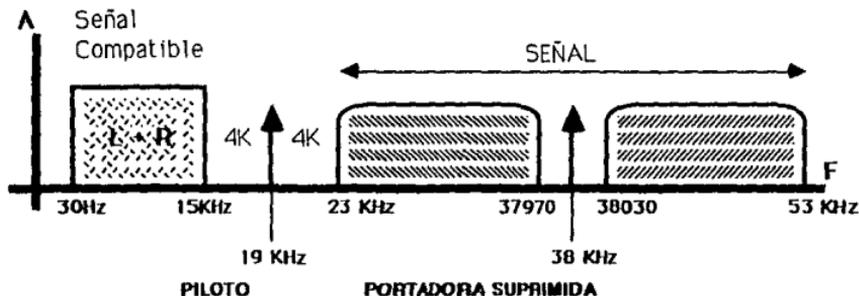
$Wp$  - es la señal subportadora en radianes  $= 2\pi f_{port}$ .

$P$  - es la amplitud máxima de la señal piloto

$f_{port} = 38$  KHz

$f_{port}/2 =$  es la frecuencia de la señal piloto  $= 19$  KHz

## Representación espectral de FM ESTEREO



A continuación definiremos algunos de los términos que implica la expresión de FM ESTEREO;

- 1) Subportadora - aquella señal que es modulada en amplitud, que contiene la diferencia de las señales L - R con objeto de obtener la señal auxiliar.
- 2) Señal auxiliar - consta de las bandas laterales resultantes de la modulación de la subportadora con la portadora suprimida.
- 3) Piloto - llamado también tono piloto, es una señal cuya frecuencia es exactamente la mitad de la frecuencia subportadora y vale 19 KHz con tolerancia de  $\pm 1$  Hz. Su finalidad es la de restaurar la subportadora en el demodulador del receptor, exactamente con la misma fase y frecuencia que la señal original de 38 KHz.
- 4) Señal compatible- es la suma de la información L y R. Ambas señales constituyen la señal monoaural y se llama compatible porque para que los radioreceptores de FM que no tengan decodificador de FM Estéreo, puedan operar con una señal tomada de la suma de R+L.
- 5) Señal compuesta- es aquella información transmitida que contiene todas las componentes anteriores. Modula en frecuencia a la portadora de la estación y se compone de :

- a) Señal auxiliar
- b) Señal compatible
- c) Tono Piloto.

## 6.2 EL CANAL DE TELEVISION

Antes de definir lo que es el Canal del Satélite, debemos conocer como se compone el CANAL DE TELEVISION en general.

En nuestro país, al igual que en la mayoría de los países de nuestro continente, se emplea el sistema para televisión denominado NTSC (National Television System Commission: Comisión para el Sistema Nacional de Televisión), debido a que es el empleado en los Estados Unidos de Norteamérica. La excepción en América son los países Brasil y Argentina, los cuales utilizan el sistema comunmente usado en Europa, conocido como Sistema PAL.

La diferencia básica entre ambos se encuentra en dos puntos fundamentales: en el número de líneas de barrido horizontal en la pantalla y en la frecuencia de la red alimentación del sistema. El sistema NTSC, trabaja con 525 líneas con una frecuencia de alimentación de 60 Hz; mientras que el sistema PAL trabaja con 625 líneas a 50 Hz de alimentación. Entre mayor número de elementos tengamos en pantalla, o sea entre más líneas, habrá una mayor definición. En la actualidad ya hay sistemas desarrollados en Japón de alta definición (alrededor de 1000 líneas) pero no se han introducido comercialmente.

Describiremos el CANAL DE TELEVISION usando el sistema que se utiliza en nuestro país: el NTSC.

Este sistema trabaja, como ya mencionamos, con una frecuencia de la red de alimentación de 60 Hz. Presenta 30 escenas por segundo que en televisión se llaman cuadros por segundo.

Se presentaba un problema debido a que a una velocidad de 30 cuadros por segundo, la vista humana es aún capaz de detectar el parpadeo entre cada cuadro. Con la experiencia del cine, antecesor de la TV, se sabía que por cada 16 escenas por segundo había ya sensación de movimiento y por cada 24 escenas por segundo había sensación de movimiento perfecto con parpadeo.

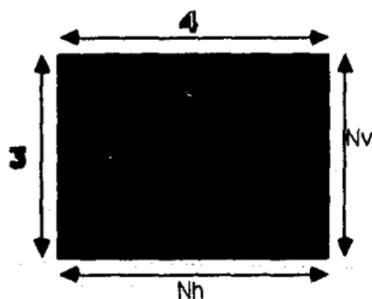
Para evitar el parpadeo es necesaria una velocidad mayor o igual a 40 escenas por segundo, a la cual el ojo es incapaz de percibir los cortes entre cada una (parpadeo).

En el sistema NTSC se solucionó el problema, (de tener sólo 30 cuadros/seg lo que produciría un parpadeo), dividiendo cada cuadro en dos campos de barrido. El primer campo barre la mitad de las 525 líneas (262.5) tomando sólo las líneas pares, por lo que se le llama campo PAR y el segundo toma las restantes 262.5 líneas impares, lo que le da su nombre de campo NON.

NOTA: Al mencionar el "barrido" nos referimos al desplazamiento de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo que sigue el haz de electrones de un cinescopio para formar una imagen en la pantalla.

Con este truco, llamado EXPLORACION ENTRELAZADA, se tienen ahora 60 campos por segundo y se evita el parpadeo.

Sabemos que la Televisión tiene una relación de aspecto de 4 a 3 con referencia a sus componentes horizontal y vertical.



Relación de 4 a 3 en pantalla con un barrido de 525 líneas, realizado en 2 campos : Non y Par , los que sumados forman un cuadro.

Sabiendo también que nuestro sistema tiene 525 líneas, podemos conocer la frecuencia máxima de video teórica requerida para el canal de televisión por medio de la siguiente relación:

$$\text{FRECUENCIA DE VIDEO MÁXIMA TEÓRICA} = \frac{N_h + N_v}{2} = \text{frecuencia de cuadro}$$

donde

$N_v$  son las 525 líneas de la componente vertical de la pantalla

$N_h$  son los elementos de la componente horizontal que son  $4/3(525)$  debido a la relación de aspecto de la TV.

**frecuencia de cuadro = 30 cuadros /segundo.**

tomando los valores correspondientes,

**F VIDEO MAXIMA TEORICA = 5.512 MHz**

Como en la práctica es muy difícil que se logre que las cámaras de TV coincidan con los límites de las líneas, con una frecuencia menor podemos obtener todavía una imagen de calidad. Luego, la frecuencia de video práctica es

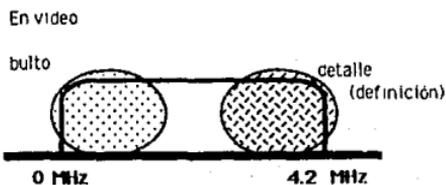
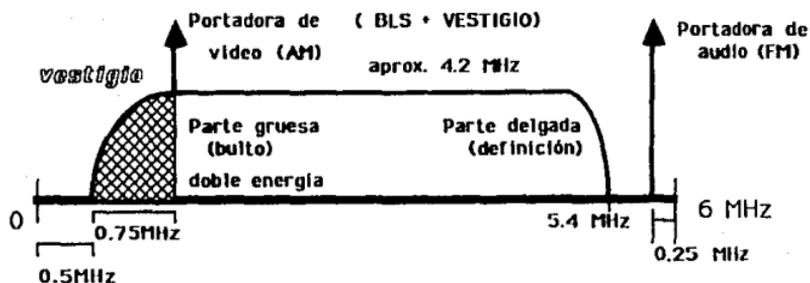
**FRECUENCIA DE VIDEO PRACTICA = 4.2 MHz (aproximadamente)**

Para obtener una imagen, el mínimo de ancho de banda absoluto para tener calidad será:

**MINIMO ANCHO ABSOLUTO = 3.6 MHz**

En el canal de televisión en general tendremos que la portadora de video está modulada en amplitud. El canal consta de Banda Lateral Superior más una parte vestigial para proteger y hacer que quepa en el canal la portadora de video. El receptor será el encargado de compensar la parte vestigial.

La parte de sonido, se maneja por medio de una portadora de audio, la cual se modula en frecuencia (FM) y que se encuentra aproximadamente a 4.5 MHz de la portadora de video.



Las frecuencias bajas de video son las que llevan la parte gruesa (bulto) de la imagen y las frecuencias altas son las que llevan los detalles (dan DEFINICION). Al igual que en audio, las frecuencias bajas dan los graves y las altas los agudos.

### 6.3 EL CANAL DEL SATELITE.

El Canal del Satélite, está formado por un determinado ancho de banda donde generalmente se encuentran el canal de televisión, conversaciones telefónicas y una gran cantidad de otros datos de información.

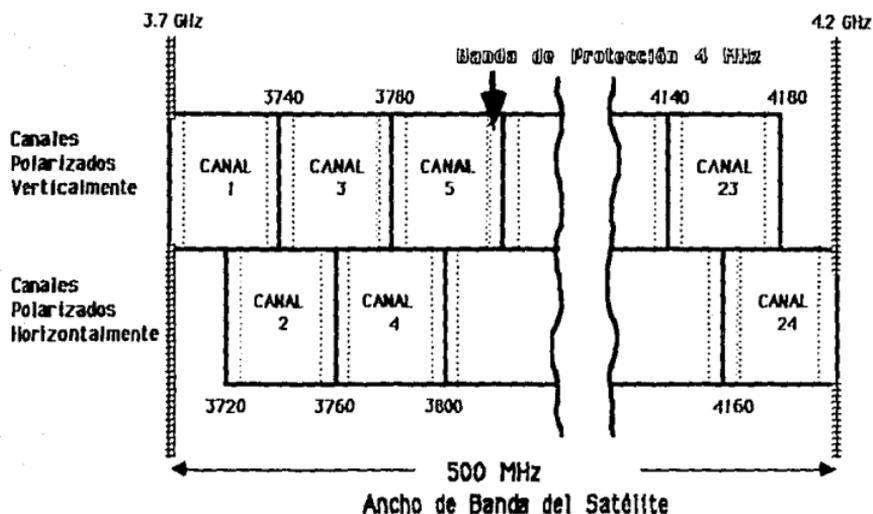
El número de canales de un satélite, dependerá exclusivamente de su diseño electrónico.

Los primeros satélites de la serie WESTAR, podían transmitir hasta 12 canales de Televisión simultáneamente; la serie SATCOM, así como la mayoría de los satélites modernos manejan 24 canales. Algunos otros como el caso de nuestros MORELOS I y II llevan 18 canales en banda C y 4 circuitos de alta frecuencia en banda Ku usadas en datos.

Para determinar el número de canales, la banda de microondas que llega al satélite es de 500 MHz puede dividirse en 12 segmentos de 40 MHz cada uno con un saldo de 20 MHz. Este fué el diseño elaborado por la WESTERN UNION y empleado en sus primeros satélites; encontraron que con 36 MHz era posible la transmisión de una imagen de televisión de gran calidad, dejando espacios protectores de 4 MHz entre cada segmento evitando así cualquier interferencia. En el satélite, ya cada uno de estos segmentos o "canales" era manejado por un transpondedor.

Los ingenieros que diseñaron el SATCOM I, emplearon la técnica de reutilización de frecuencias, basada en el uso de distintas polarizaciones para diferentes señales, para duplicar el número de canales a 24, que se podían transmitir en esta banda de amplitud total de 500 MHz.

En las series de satélites SATCOM, COMSTAR y TELSTAR, todos los canales pares se transmiten a tierra con polarización horizontal y todos los impares con polarización vertical. En las series GALAXY, ANIK, WESTAR Y SPACENET los esquemas de polarización son lo contrario.



### FORMATO DE LOS CANALES DEL SATÉLITE (SATÉLITES TIPO SATCOM)

Aunque cada transpondedor maneja frecuencias con un ancho de banda de 36MHz, cuando una estación terrestre recibe y procesa esta información, la señal resultante queda contenida en una banda de frecuencias desde casi 0 hasta cerca de 10 MHz.

La señal de video, como ya vimos anteriormente, ocupa entre 0 y 4.6 MHz. El espacio restante es el utilizado para canales de audio entre los cuales se encuentra la portadora de audio del canal de televisión y el resto puede ser totalmente independiente.

Estas señales de audio adicionales son llevadas por subportadoras de audio.

En algunos satélites, se utilizan a veces los transpondedores para transmitir únicamente señales de audio como es el caso del transpondedor III del satélite WESTAR IV, el cual es de uso exclusivo de la cadena pública nacional de Radio de los Estados Unidos.

## 6.4 EL ENLACE DE SUBIDA.

Al hablar del enlace de subida, nos referimos al enlace de la estación transmisora terrestre hacia el lado receptor del satélite. La potencia de transmisión de las estaciones terrenas, generalmente proviene de amplificadores de alta potencia como son los Klystrons.

Como el amplificador y la antena transmisora se encuentran en el suelo, tanto el peso como su tamaño no son consideraciones primordiales, por lo que se pueden obtener muy buenos niveles de potencia transmitida.

Los niveles de potencia se conocen con el término EIRP (EFFECTIVE ISOTROPIC RADIATED POWER : Potencia Isotrópica Irradiada Efectiva) la cual tiene como unidad el decibel watt. En la actualidad se cuenta ya con estaciones terrenas con salidas hasta de 40-60dBW para frecuencias que llegan hasta la banda K.

### NOTACION PARA EL USO DE LOS DECIBELES WATT (dBw)

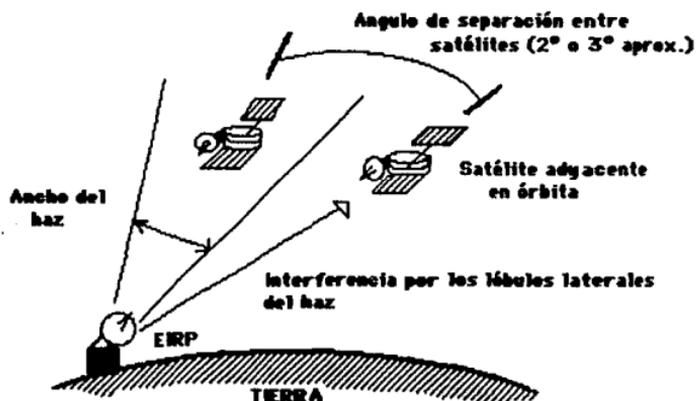
Número de decibeles	Aumento Relativo de Potencia
0	1
1	1.26
3	2
10	10
20	100
30	1000
50	100 000
100	10 000 000 000

Tal vez, dentro del diseño del enlace de subida la parte más importante es el patrón de comportamiento del haz de la señal. La forma que presente el haz o rayo de subida, determinará la interferencia que causará en satélites cercanos e intervendrá en la cantidad de satélites que se pueden colocar en una órbita determinada simultáneamente. Entre menos ancho es el rayo de la estación terrestre, puede haber satélites adyacentes a menor distancia y con una interferencia insignificante.

Por otra parte, entre más delgado es el haz de subida, podemos caer en pérdidas significantes debido a la dificultad de localización del satélite determinado en el espacio.

Entonces, el ancho del haz del enlace de subida es determinado por la precisión de localización del satélite por la estación terrena, mientras que la separación orbital entre los satélites está relacionada con la interferencia presente entre ellos.

Si la precisión de la antena se puede mejorar, los satélites pueden estar más juntos



#### **ENLACE DE SUBIDA**

Debido a estas condiciones, el costo de una estación transmisora terrena para el enlace de subida, es mucho más alto que el de estaciones únicamente receptoras.

El costo de una estación con enlace de subida oscilaba en 1981 entre los \$250,000 y los \$600,000 dólares norteamericanos. Por esto son muchos los grupos y organismos que utilizan las mismas instalaciones transmisoras para diversos fines.

En muchos casos, como en los de Eventos Especiales de Televisión, como el caso de la Copa Mundial de Fútbol, las cadenas de televisión no podían contar cada una con su equipo individual para lograr sus enlaces por lo que o estaban directamente conectados con la estación transmisora desde estudios previamente preparados, o llevaban sus equipos de reproducción directamente a las estaciones terrenas para que se enviara la información con un sistema de satélite previamente contratado.

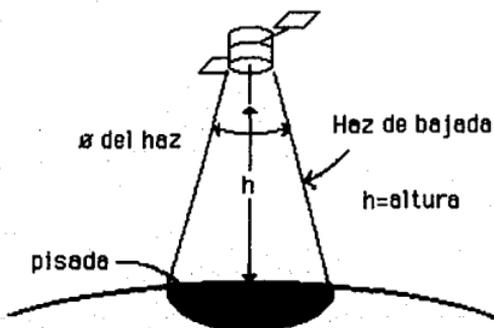
Las señales ascendentes llegan al satélite con una potencia de menos de una millonésima de Watt. En el interior del satélite, éstas señales son amplificadas y convertidas a una gama de frecuencias menores antes de retransmitirse en el Enlace de Bajada.

Esta conversión de frecuencias elimina la retroalimentación de la señal del enlace de subida en la estación receptora terrestre. El enlace de subida de la mayoría de los circuitos en la banda de frecuencias denominada BANDA C usa una gama entre 5.925 y 6.425 GHz a diferencia del enlace de bajada donde se utilizan frecuencias que van desde los 3.7 hasta los 4.2 GHz. En los circuitos que utilizan la BANDA Ku, las transmisiones ascendentes emplean desde 13.7 hasta 14.2 GHz y descendentes desde los 11.7 hasta 12.2 GHz. Todas tienen un ancho de banda de 500MHz, donde van los canales del satélite

## 6.5 EL ENLACE DE BAJADA.

A diferencia del Enlace de Subida, el Enlace de Bajada está sujeto al hecho de que tanto la antena transmisora y el amplificador de potencia se encuentran en el espacio por lo que se tienen importantes limitantes. El amplificador de potencia deberá ser de gran eficiencia y bajo peso ; con capacidades de salida de potencia que dependerán de la frecuencia de la portadora que se utilice.

### **ENLACE DE BAJADA**



Los amplificadores de potencia realizan la amplificación de la portadora que será retransmitida y son obviamente una de las partes más importantes del satélite de comunicaciones. Estos amplificadores, además de poder generar los niveles de potencia y la amplificación de ganancia suficientes para poder ser captados perfectamente en la Tierra, deberán ser confiables, tener una vida prolongada, estabilidad, alta eficiencia y estar sujetos a las condiciones de trabajo en el espacio.

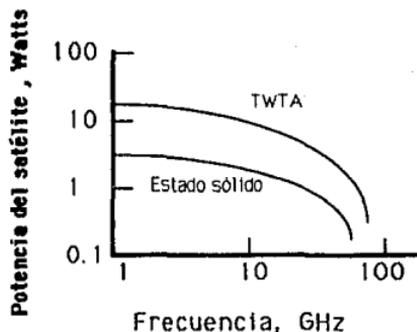
Todos éstos requisitos se han cumplido con el uso de los amplificadores llamados TWTA (Traveling Wave Tube Amplifiers), los cuales han sido utilizados con éxito en todo tipo de misiones espaciales y cuyo funcionamiento es similar al de los Klystrons. Por ésta razón, los TWTA han surgido como la forma universal de amplificador para los satélites.

Aún cuando las demandas sobre los amplificadores del satélite por generar mayores niveles de potencia y manejar mayores frecuencias sigan creciendo, los TWTA seguirán seguramente dominando los sistemas de amplificación.

Su continuo desarrollo ha producido niveles suficientes de potencia para transmisiones pasando la barrera de los 30 GHz de frecuencia. Ahora hay transmisores de más de 40 GHz pero su rango de alcance es bajo.

Se supone que de todas maneras, se seguirá investigando en el desarrollo de amplificadores más pequeños, menos pesados y de estado sólido. Se han hecho estudios con amplificadores contruidos a base de transistores de efecto de campo utilizando en su elaboración Galio (GA FET) para operaciones futuras en los satélites. El problema de éstos sistemas ha sido el que no se han logrado obtener niveles de operación de alta potencia con anchos de banda razonables para la transmisión. Generalmente la operación del FET llega a no más de 30GHz.

Para amplificaciones superiores a los 30GHz, actualmente se desarrolla un sistema de amplificación de mediana potencia conocido como IMPATT (impact avalanche transit time) a base de diodos. En la actualidad, se ha logrado alcanzar los 40GHz con éstos diodos y tal parece que en futuro cercano se podrá expandir su gama a los 60 GHz. La figura a continuación nos muestra la relación del tipo de amplificador del satélite con su capacidad de respuesta o utilización de frecuencias. (figura)



## FUENTES DE POTENCIA DEL SATELITE

La antena del satélite, también estará limitada en su tamaño y deberá ser capaz de cubrir un área determinada de la tierra.

El área que abarca la señal del enlace de bajada del satélite sobre la tierra, se le conoce como pisada del satélite. El área cubierta para un ángulo mínimo de elevación dependerá solo de la altura del satélite. Por ésto, el ancho del haz del enlace de bajada queda automáticamente seleccionado al determinar la altura de órbita del satélite, por lo que la ganancia correspondiente de la antena de bajada queda también establecido por la altura orbital.

La tabla siguiente, nos muestra el ancho del haz, la ganancia resultante, y el factor  $d/\text{longitud de onda}$ , para la obtención de la mayor cobertura en la pisada a distintas alturas de satélites.

## PARAMETROS DE LA ANTENA DEL ENLACE DE BAJADA

### ANTENA

Altura en millas náuticas	ancho del haz en grados	Ganacia, dB	% cobertura de la tierra	$d/\text{lambd}$
10,000				
19,360 (síncronos)	17.4°	22.2	42.4	4.18
2 X síncronos	9.38°	27.58	45.9	7.75
3 x síncronos	6.42°	29.12	47.20	11.33
5 x síncronos	3.94°	35.12	48.27	18.46
10 x síncronos	2.0°	41.01	49.12	36.38
100 x síncronos	.2°	61.05	49.91	363.8

Al utilizar bandas de frecuencias mayores (menor  $\lambda$ ), el ancho del haz requerido se puede lograr con antenas de dimensiones menores. A las antenas de satélites que dan máxima cobertura de pisada se les conoce como ANTENAS GLOBALES.

## 6.6 MAPAS DE PISADA

Los mapas de pisada son muy valiosos para el correcto uso de las estaciones terrenas. Estos mapas son una representación de los niveles de potencia isotrópica irradiada efectiva, EIRP, que hay en un punto determinado de la superficie terrestre. Como vimos anteriormente, los EIRP se miden en dBW, y la unión mediante líneas continuas de todos los puntos de un mapa que tienen el mismo nivel de EIRP permite construir un mapa de pisada. Para cada satélite en órbita, se publica su pisada característica, en la forma de una serie de líneas de contorno superpuestas en el mapa de la región cubierta.

Los mapas de pisada que muestran pequeños cambios en los decibeles, demuestran lo mucho que cambia en realidad la potencia de la señal. En los mapas de pisada, la señal más fuerte se encuentra justamente a lo largo del eje central de la antena descendente. Por ejemplo, la transmisión del SATCOM I tiene una potencia de 33dB en Anchorage, Alaska, o sea aproximadamente la mitad de la potencia de 36 dB de Denver Colorado, debido a los 3 dB de diferencia en el patrón del haz de la antena descendente.

Los satélites que transmiten a una región geográfica más limitada tienen también una pisada menor. Estos haces puntuales tienen, en proporción, sus EIRP más altos que los de un satélite que apunte a un área mucho mayor, con haces ya sean HEMISFERICOS, ZONALES o GLOBALES, porque la misma potencia se encuentra más concentrada. Los haces globales cubren un máximo de 42.4% de la superficie terrestre que alcanza a ver un satélite geosíncrono. Las antenas hemisféricas y zonales pueden cubrir 20% y 10% del planeta, respectivamente. Los haces puntuales son enfocados sobre áreas aún más pequeñas. Los mapas de pisada están claramente determinados por la forma y orientación de la antena descendente, así como por la potencia generada por cada transpondedor.

¿Porqué se llama a éstos niveles de potencia, la potencia isotrópica irradiada efectiva? Isotrópica quiere decir igual en todas las direcciones. Potencia isotrópica irradiada efectiva significa el nivel de potencia que se recibiría en cualquier sitio si la antena emitiera uniformemente en todas las direcciones. Por ello 33 dBw en un mapa de pisada, quiere decir que una antena perfecta dirigiría 33 dBw, o 2000 watts por metro cuadrado, en todas direcciones.

Los niveles EIRP se miden al dejar la antena descendente. En el ejemplo anterior, los 2000 watts son dirigidos hacia cierto punto en la tierra. Sin embargo, ésta señal se va abriendo en un haz cónico a medida que se acerca a la tierra. Este debilitamiento, o disolución de potencia, a medida que se va alejando del satélite, se llama "pérdida por trayectoria en el espacio libre", o "pérdida por esparcimiento".

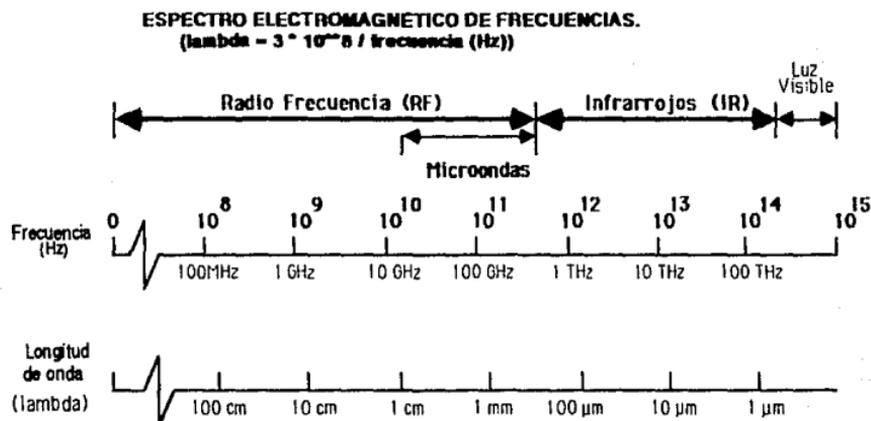
Mientras más larga la distancia, llamada "inclinación de alcance", mayor es la pérdida por trayectoria en el espacio libre. La absorción de las moléculas de la atmósfera, también contribuye a éstas pérdidas en el viaje de regreso a la tierra. El vapor de agua es el principal culpable de la atenuación de las señales descendentes. De hecho, durante aguaceros fuertes, la potencia recibida en la superficie terrestre puede verse reducida hasta por 3 dB, lo que es aproximadamente 50% de la potencia en las frecuencias más altas de la banda Ku.

Estas pérdidas por trayectoria en el espacio libre, así como la absorción atmosférica, explican por qué un transpondedor operado con sólo 5 ó 9 watts de potencia total y enviando una señal descendente en un haz de 2000 watts por metro cuadrado, es captado en la tierra con una potencia de menos de un décimo de una mil millonésima de watt por metro cuadrado. Recibir la señal de un transpondedor de 5 watts, equivale a ver un foco de una serie de navidad a una distancia aproximada de 35.800 km; o es como recibir a esa misma distancia, una transmisión de radio de banda civil (CB) calculada para solo 16 o 24 Km. Las transmisiones via satélite en banda C operan a una frecuencia 131 veces más alta que la de radio CB.

En los apéndices de la tesis se anexan ejemplos de los mapas de pisadas de distintos satélites.

## 6.7 FRECUENCIAS DE TRABAJO.

El espectro electromagnético de frecuencias se muestra en la figura siguiente, así como la designación de cada banda de frecuencias. (figura).



BANDAS	FRECUENCIAS
VHF	54 - 216 MHz
UHF	470 - 890
L	.39 - 1.55 GHz
S	1.55 - 5.2
C	3.9 - 6.2
X	5.2 - 10.9
K	10.9 - 36
Ku	11.7 - 14.5
Ka	17 - 31
Q	36 - 46
V	46 - 56

Las frecuencias usadas en los satélites de comunicaciones se deben seleccionar de bandas que son las más favorables en términos de eficiencia, potencia, mínima distorsión, ruido e interferencia. Estas condiciones tienden a forzar el uso de ciertas regiones de frecuencias en donde se obtienen los resultados más convenientes.

Desafortunadamente, los enlaces de microondas terrestres, (tierra a tierra), tienden a usar estas mismas bandas, por lo que también debe tomarse en cuenta la posible interferencia entre satélites y enlaces terrenos. Además, el espacio es de dominio internacional (como los océanos) y por ésto el uso de satélites espaciales debe ser compartido y regulado mundialmente. Por esta razón, las frecuencias a ser utilizadas por los satélites, son establecidas por un organismo mundial conocido como la UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (ITU), con algunas regulaciones de transmisión controladas por un subgrupo llamado la CONFERENCIA MUNDIAL ADMINISTRATIVA DE RADIO (WARC). El COMITE TECNICO CONSULTIVO INTERNACIONAL da las recomendaciones específicas relativas a frecuencias de satélites considerados por la WARC.

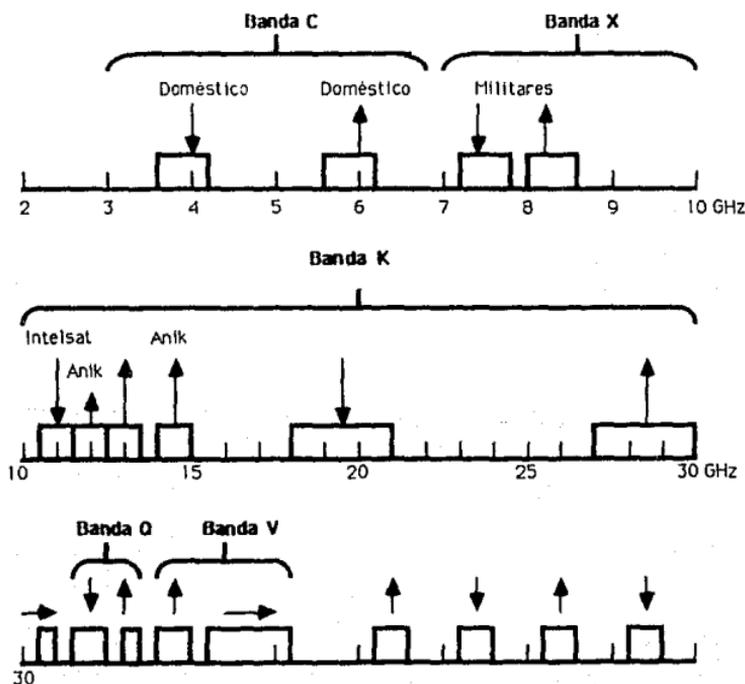
El objetivo básico de estas agencias, es el colocar bandas de frecuencias particulares para los diferentes tipos de servicios del satélite, y el dar normas internacionales en lo concerniente a los niveles máximos de radiación desde el espacio, de coordinación con sistemas terrenos, y el uso de lugares específicos para satélites en una órbita determinada. Cubiertas las normas anteriores, un país determinado operando su propio sistema doméstico de satélites (como México), o tal vez un consorcio de países operando un sistema internacional de satélites común (como la Intelsat), puede determinar sus frecuencias con base a los servicios que vaya a utilizar.

Algunas organizaciones nacionales como la COMISION FEDERAL DE RADIO (FRC), que luego se transformó en la COMISION FEDERAL DE COMUNICACIONES (FCC) en los Estados Unidos y/o la SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE DE MEXICO (SCT) en conjunto con la ITU, han mantenido orden de las ondas aéreas, mediante la exitosa asignación de porciones del espectro de ondas electromagnéticas a los diferentes usuarios y medios de comunicación.

De hecho, un exámen de estas asignaciones nos revelará la historia de las comunicaciones. Los progresos tecnológicos han permitido al hombre usar frecuencias cada vez más altas. Limitados por la tecnología de su época, los pioneros efectuaron sus transmisiones por alambre a frecuencias relativamente bajas. Cuando el hombre produjo las primeras ondas con una frecuencia de más de 1.5MHz, la FRC en los Estados Unidos se las asignó a los radioaficionados a falta de otra aplicación para esa porción del espectro. Con el avance de la tecnología, se fueron asignando frecuencias sucesivamente más altas a la transmisión por cable coaxial, a las transmisiones por microondas y luego a las comunicaciones vía satélite.

Todas las formas de comunicación actuales del hombre, ocupan sólo una porción pequeña, relativamente, del espectro. Sin embargo, en aquellas gamas que se ocupa espacio de frecuencia, el uso de éste recurso es intenso y la competencia por la asignación de espacio puede llegar a ser feroz. Como consecuencia, se han desarrollado métodos novedosos para reutilizar la misma porción escasa del espectro, o para compartirla simultáneamente entre múltiples usuarios.

Las bandas de frecuencia dadas por la WARC hasta 1979 para satélites de comunicaciones, se sintetiza en la figura siguiente :



#### LOCALIZACION DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS, WARC

( ↑ = enlace de subida, ↓ = enlace de bajada, → = entre satélites )

La tabulación en la tabla siguiente, muestra el uso de estas frecuencias en los Estados Unidos, y el ancho de banda disponible para cada una. El uso de frecuencias ha sido separado en militar y no militar, y los servicios han sido designados como de: PUNTO FIJO (entre estaciones terrenas localizadas en puntos predeterminados en la Tierra); MÓVILES (aviones, barcos y vehículos terrestres) : DIFUSION (BROADCAST -para coberturas de áreas amplias); INTERSATELITE (referidas a los enlaces entre satélites).

Al principio, la tecnología para los satélites se desarrolló para UHF, banda C y banda X, que requerían una mínima conversión del equipo para microondas existente. Ahora han surgido problemas importantes por la proliferación mundial de sistemas de satélites con estas bandas. El principal problema es el hecho de que el ancho de banda disponible en estas bandas será pronto inadecuado para las demandas presentes y futuras. Además la interferencia entre varios sistemas de satélites independientes y entre enlaces terrenos será más severa. También habrá congestiones serias en las órbitas más favorables para la operación de sistemas de banda C o X. Por estas razones, se ha extendido el interés de lograr una expansión para la operación dentro de las bandas de frecuencias más altas como la K y la V. En la mayoría de los casos, esto significa un desarrollo tanto de tecnología, como de equipo.

#### BANDAS DE FRECUENCIA DE SATELITES PARA LOS ESTADOS UNIDOS

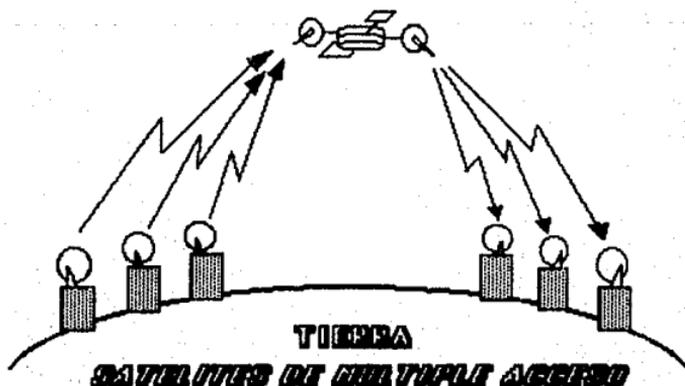
Banda	GHz		Mayores Usos	Ancho de Banda
	Enlace Subida	Enlace Bajada		
Banda C	5.9-6.4	3.7-4.2	Fija, punto a punto en estaciones terrenas, no militar	500MHz
Banda X	7.9-8.4	7.25-7.75	Móvil, (barcos, aviones) radio; sólo militar	500MHz
Banda Ku	14-14.5	11.7-12.2	Servicios fijos y de difusión no militar.	500MHz
Banda Ka	27-30 30-31	17-20 20-21	Sin asignación	
Banda V	50-51	40-41	Punto fijo, no militar	1 GHz
Banda Q		41-43	Difusión, no militar	2 GHz
Banda V	54-58		Intersatélite	3.9GHz
	59-64		Intersatélite	5 GHz

Una de las ventajas inmediatas más obvias al usar una portadora de mayor frecuencia, es la habilidad de modular más información (mayores anchos de banda). Si asumimos el ancho de banda que puede ser modulado a una portadora como un porcentaje de la frecuencia de dicha portadora, entonces una portadora a 30 GHz puede llevar aproximadamente 5 veces la información contenida en una portadora de la banda C.

Aunque, mientras los sistemas de satélites de banda C nos dan anchos de banda de 500 MHz, (aproximadamente 10% de la frecuencia de portadora), una frecuencia de portadora de banda K sería de aproximadamente 2.5GHz de ancho de banda de modulación. Un aumento tan significativo puede tener un impacto importante en la eficiencia y capacidad del satélite.

## 6.8 FORMATOS DE MULTIPLE ACCESO

Un satélite de comunicaciones, será diseñado invariablemente para manejar simultáneamente varios enlaces de subida y de bajada. (figura).

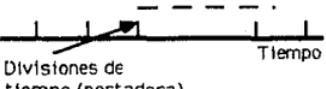
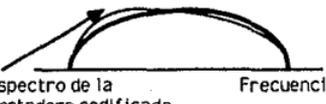


Aquí, distintas estaciones terrenas envían cada una su portadora individual al satélite, las que son retransmitidas simultáneamente a un grupo similar de estaciones receptoras terrenas separadas también. Alguna estación transmisora determinada pudiera querer enviar su señal a una o a varias estaciones receptoras. De la misma manera como una estación receptora podría necesitar tomar las señales de varias estaciones transmisoras diferentes.

Como todas las portadoras del enlace de subida deben entrar a través de un satélite común para completar sus transmisiones del enlace de bajada, al sistema completo de funcionamiento (transmisora - satélite - receptora) se le denominó **COMUNICACIONES DE MÚLTIPLE ACCESO**.

En general, todos los receptores observan las mismas transmisiones y por lo tanto, un satélite de múltiple acceso debe permitir la separación de las portadoras del enlace de bajada.

Esto quiere decir, que el múltiple acceso deberá permitir al receptor del enlace de bajada el separar una determinada señal del enlace de subida mientras discrimina a las demás señales. Los tres formatos más comunes de Múltiple Acceso son los de la siguiente tabla:

FORMATO DE ACCESO MÚLTIPLE	ASIGNACION	CARACTERISTICAS
Múltiple Acceso por División de Frecuencias	F D M A	<p>Separación de Frecuencias</p>  <p>Bandas Portadoras Frecuencia</p>
Múltiple Acceso por División de Tiempo	T D M A	<p>Separación de Tiempo</p>  <p>Divisiones de tiempo (portadora) Tiempo</p>
Múltiple Acceso por División de Códigos	C D M A	<p>Separación de Forma de Onda</p>  <p>Espectro de la Portadora codificada Frecuencia</p>

En el Múltiple Acceso por División de Frecuencia (FDMA), a las estaciones terrenas que utilizan el satélite, se les asignan bandas de frecuencia específicas (tanto para sus portadoras de enlace de subida, como para las del enlace de bajada), dentro del ancho de banda propio del satélite. La separación entre estaciones se logra entonces por la separación de frecuencias.

Luego de la retransmisión a través del satélite, una estación receptora puede recibir la forma de onda de un enlace de subida, simplemente sintonizando la frecuencia apropiada. El FDMA, es el formato básico y más simple porque requiere de estaciones terrenas con una tecnología y equipo que está en la actualidad en uso. Son los sistemas más populares y se usaron en los primeros sistemas de satélites. Su problema principal consiste en la posibilidad de interferencia por las portadoras cercanas en frecuencia a la deseada.

En el Múltiple Acceso por División de Tiempo (TDMA), a cada estación transmisora se le asigna una fracción determinada de tiempo para el uso del satélite. Cada estación debe asegurarse de que su señal pase a través del satélite durante éste intervalo solamente. Las estaciones receptoras también recibirán la bajada en el período apropiado de tiempo. El TDMA, implica una operación más complicada de las estaciones terrenas, como será el uso de un sistema de tiempo común entre todos los usuarios.

Como se tiene un límite de tiempo para las transmisiones, es común que las estaciones traten de mandar una gran cantidad de información en el menor tiempo posible. Se supone que ya no habrá la interferencia de frecuencias por estar al aire sólo una estación en un tiempo determinado, pero ésto reditúa en que el uso del formato TDMA sea para grupos con relativamente pocas estaciones terrenas para contar con una distribución apropiada de tiempo de transmisión.

En el Múltiple Acceso por División de Códigos (CDMA), las portadoras son separadas al asignarles formas de onda codificadas específicas para cada una. La información se transmite superponiéndola a la forma de onda codificada, para después modular la onda resultante con la portadora de la estación. Una estación puede utilizar la totalidad del ancho de banda con que cuenta el satélite y transmitir en cualquier lapso de tiempo deseado.

Todas las estaciones que transmiten al mismo tiempo van acumulando sus portadoras una sobre otra. Al recibir la señal del satélite y demodularla, con el código determinado se obtiene nuevamente la información original. En éste caso, ya no es necesaria una máxima separación de frecuencias o de intervalos de tiempo, pero el equipo de las estaciones receptoras tiende a ser más complejo para la selección óptima de la señal codificada.

## 6.9 EL MODELO DEL TRANSPONDEDOR (TRANSPONDER).

Un transpondedor del satélite, tiene como función primordial, el recibir y luego retransmitir una señal portadora de RF. Un diagrama simplificado de lo que es un transpondedor podría ser nuestra figura (diagrama de bloques) de un satélite repetidor de nuestro capítulo 5. Un diagrama de bloques más detallado, lo mostraremos a continuación: (figura)

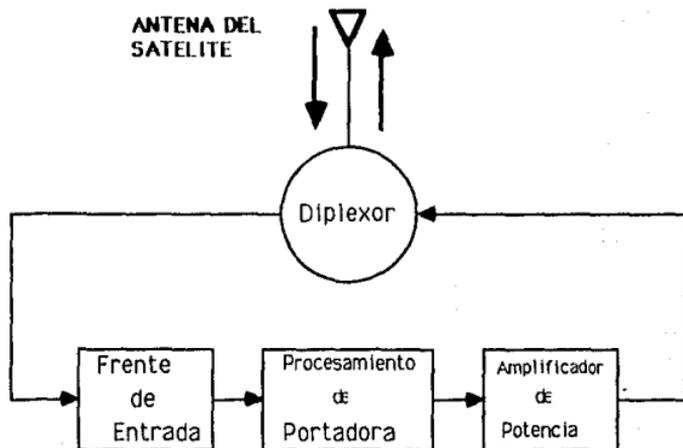


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TRANSPONDEDOR

El frente de entrada de RF, recibe y amplifica la portadora del enlace de subida, filtrando durante el proceso la mayor cantidad posible de ruido con que llegue la señal. La portadora captada se procesa entonces para preparar la retransmisión de la señal del enlace de bajada. Durante el proceso de la portadora captada, se involucran, ya sea alguna forma de translación directa del espectro (cambio de frecuencia), o algún tipo de remodulación de la señal.

En la translación de espectro, la totalidad del espectro del enlace de subida es simplemente cambiado en frecuencia a la frecuencia deseada del enlace de bajada.

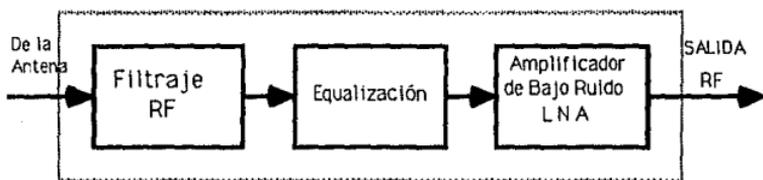
En los satélites que durante el proceso de la señal la remodulan, las formas de onda del enlace de subida son demoduladas en el satélite para luego remodularlas con la señal portadora del enlace de bajada. Este proceso necesitará de circuitos más complejos, pero protegen al sistema de algún cambio o conmutación entre los formatos de modulación del enlace de subida y del de bajada. La reestructuración de la señal de bajada tiene varias ventajas tanto para la decodificación, como para la concentración de potencia y con un Índice muy bajo de interferencia.

Mientras que en el diagrama del capítulo 5 se mostraban antenas separadas para la recepción de la señal de subida y para la retransmisión de la señal de bajada, la misma antena puede ser utilizada para realizar ambas opciones, como se muestra en la figura del diagrama de bloques del transpondedor. Esto se logra gracias a que las bandas de frecuencias de ambos enlaces están separadas. Se utiliza un diplexor en el frente de entrada para permitir la recepción y transmisión simultánea de la señal. El diplexor es una puerta de dos vías para microondas que permite que , las portadoras captadas por la antena y las portadoras transmitidas a la antena, sean acopladas individualmente al cableado de la antena. Las portadoras, al estar en bandas de frecuencias distintas, pueden utilizar el mismo cableado y los mismos alimentadores de la antena sin ninguna interferencia.

Después del filtraje del frente de entrada y del procesamiento de la señal, la portadora del enlace de bajada es amplificada en potencia para obtener el nivel de potencia requerido por el receptor de la estación terrena. Como lo expusimos anteriormente, ésta amplificación de potencia generalmente proviene de los Tubos Amplificadores de Onda Viajera (TWTA). Estos amplificadores pueden estar precedidos por sistemas de preamplificación para lograr el punto de operación del TWTA. Si interpretamos al transpondedor como un " amplificador ideal en el espacio", el transpondedor completo debe suministrar la ganancia total requerida para multiplicar el nivel de potencia del enlace de subida y así lograr el nivel de potencia requerido por el enlace de bajada.

Como los niveles de potencia captados del enlace de subida son del orden de fracciones de microwatt, y como los valores de los niveles de potencia del enlace de bajada que se necesitan son del orden de los Watts, un transpondedor normal, deberá dar una ganancia de alrededor de 80 ó 100 dB. Tomando en cuenta las pérdidas de potencia por los filtros y el cableado, generalmente la ganancia requerida está muy lejos de la que podría dar únicamente un TWTA. Entonces, los transpondedores requerirán de alguna amplificación intermedia para alcanzar los niveles de potencia requeridos en el enlace de bajada. Generalmente éstas etapas intermedias de amplificación se componen de amplificadores a base de semiconductores y que tienen un peso muy bajo.

El diagrama siguiente muestra como se distribuyen los elementos del frente de entrada del transpondedor de un satélite. La antena receptora se une por medio de algún cableado a un diplexor o un separador de potencia, el cual tiene a continuación las etapas de filtrado de RF y de amplificación. Tanto el diplexor o el separador de potencia y el cableado son elementos que tienen pérdidas, mientras que los filtros y los amplificadores determinan los valores de ganancia en potencia y el ancho de banda.



FRENTE DE ENTRADA

## 6.10 FILTROS COMUNMENTE UTILIZADOS Y SUS RESPUESTAS.

Un filtro es un dispositivo eléctrico capaz de seleccionar una determinada frecuencia o banda de frecuencias, atenuando los demás. Esta condición es precisamente la que determina la utilización de diferentes filtros en los circuitos y la configuración de los mismos.

Existen varias formas de clasificar a los filtros, pero tomaremos la división más general.

Existen los denominados **FILTROS ACTIVOS**, empleados en la selección de datos (como en el caso de los satélites). Se les llama así porque están basados en componentes activos: transistores, circuitos integrados, etc.

Los **FILTROS PASIVOS** que están formados exclusivamente por bobinas (con resistencia óhmica) y condensadores, y son los normalmente usados en equipos de menor precisión para la selección de frecuencias determinadas.

Los filtros Butterworth tienen una respuesta plana de banda, con casi la totalidad de la distorsión en el borde de la banda. Los filtros Chebyshev tienen una respuesta algo ondulatoria en cuanto a su banda en general, pero con mejor respuesta en los bordes. Ambos filtros tienen una atenuación de salida similar, siendo los Chebyshev, los que mejor rechazo presentan en frecuencias mayores.

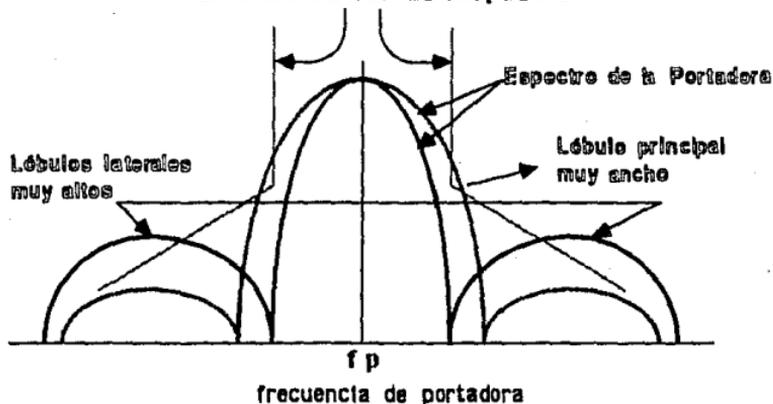
Los filtros Bessel y los Legendre, tienen curvas de respuesta más finas, pero con un rechazo un poco menor que los anteriores al ruido. Todos los filtros anteriores están normalizados a una frecuencia correspondiente a 3dB por debajo de la ganancia.

La variación del retraso se presenta principalmente en los bordes de la banda pasante, donde la amplitud característica va decreciendo rápidamente. Los filtros Bessel y Legendre tienen las mejores características del retraso, y son los más confiables cuando la distorsión por retraso es crítica (lo que se presenta cuando la respuesta dentro de la banda es más importante que el rechazo del ruido fuera de ella).

La cantidad tolerable de distorsión causada por el retraso de grupo, dependerá de las propiedades del espectro de la señal. Si el espectro del enlace de subida es el de una portadora modulada con un ancho de banda sencillo y cuya frecuencia central se encuentre en medio de la amplitud de banda de RF, los efectos en los bordes pueden no ser muy significantes. Pero, cuando el enlace de subida está en el formato FDMA, con muchas portadoras distribuidas en la banda, los efectos en los bordes se vuelven de gran importancia para las portadoras de salida.

La distorsión por retraso de grupo, puede también ser compensada parcialmente con una EQUALIZACION DE RETRASO. Estos sistemas se diseñan para que no se tenga distorsión por atenuación (curvas de ganancia planas dentro de la amplitud de banda de RF) pero tienen variaciones de rechazo que tienden a cancelar la distorsión de retraso de los filtros de RF. Generalmente un filtro se construye primero para que cumpla y entregue su determinado patrón o máscara de respuesta, y luego se le añade alguna equalización para corregir la distorsión de retraso.(figura)

### Máscara o Patrón de respuesta



Patrón del Frente de Entrada sobre el espectro de la Portadora

Los filtros de los satélites deben ser diseñados para que siendo de poco peso, puedan obtener tanto la máscara o patrón, la reducción de ruido, así como su equalización. Con las frecuencias tan altas involucradas en los sistemas de satélites, los filtros de RF se construyen como los filtros de guías de ondas de microondas que permiten un mejor manejo, son de bajo peso y requieren menos potencia.

En el transpondedor del satélite, el filtraje estará destinado básicamente a la eliminación del ruido que pasa por el frente de entrada, cuya cantidad dependerá tanto del ancho de banda del ruido, como de la capacidad de filtrado del mismo frente de entrada. El ancho de banda del ruido dependerá del tipo de filtraje utilizado, su ancho y forma de espectro.

**EQUIPO TERRESTRE**

En este capítulo, se describirán los principales elementos para el funcionamiento de una estación terrena. Se tocará lo concerniente a los sistemas empleados en la recepción, así como de los utilizados en el proceso de transmisión de señal.

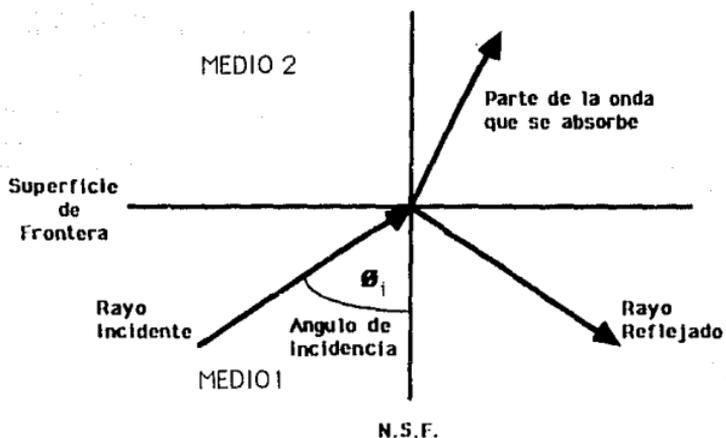
## 7.1 CONCEPTO DE REFLECTOR

Antes de describir el funcionamiento de las antenas, es imprescindible tener algunas bases para conocer el comportamiento de las ondas electromagnéticas al incidir sobre un medio conductor y uno no conductor y así entender el porqué de las características de diseño y de la utilización de materiales determinados en la construcción del equipo de la estación.

Cuando hablemos de un medio reflector, los efectos serán semejantes a los de la óptica, donde cuando se hace incidir un haz de luz sobre un espejo, éste (en el caso de un espejo perfecto) no absorbe ninguna cantidad de luz y rebota el rayo según su ángulo de incidencia. El espejo entonces se convierte en un reflector.

En el caso de las transmisiones de Televisión vía satélite, generalmente se utilizan antenas con un elemento reflector para concentrar la señal en un punto determinado, lo que analizaremos posteriormente.

Tomemos algunas notaciones generales de teoría electromagnética, para dejar más en claro lo que es un reflector. Tomemos la figura siguiente, para ilustrarnos mejor:



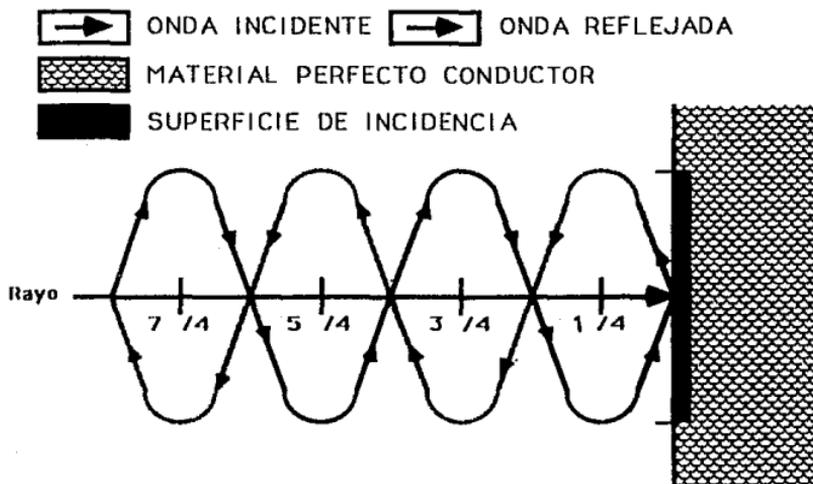
## REPRESENTACION DE DOS MEDIOS DIFERENTES DONDE SE DESPLAZA LA ONDA. RAYOS INCIDENTE Y REFLEJADO

**SUPERFICIE DE FRONTERA** es el plano perpendicular al plano formado por los dos medios diferentes (el plano donde viaja la onda y el plano sobre el cual incide).

**LA SUPERFICIE DE INCIDENCIA** es la pisada del Rayo incidente.

Cuando las **SEÑALES** inciden sobre un medio distinto al que viajan, una parte es reflejada y otra parte la absorbe el segundo medio. En el caso de un material teórico, que fuera un conductor perfecto y por lo mismo reflector perfecto, este no absorbería nada de la onda incidente y la reflejaría en su totalidad.

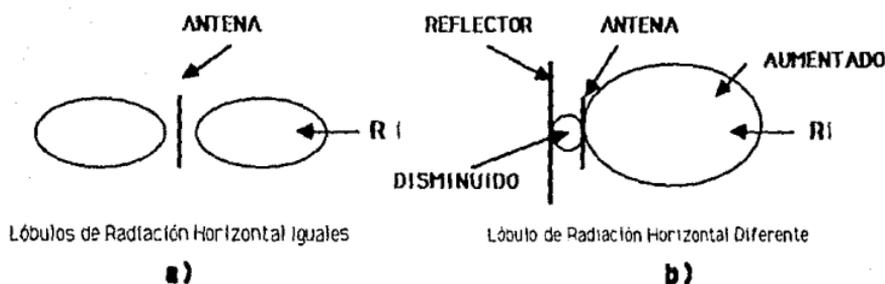
Supongamos que una señal se encuentra viajando en un medio perfecto e incide de repente perpendicularmente (con ángulo de incidencia  $\theta_i = 0$ ) sobre la superficie de un material que sea un perfecto conductor. Al ser el segundo medio un conductor perfecto, tenemos como consecuencia que nada de la onda incidente se absorbe, por lo cual la totalidad de la onda será reflejada. La onda electromagnética reflejada, en amplitud debe ser igual a la onda incidente.



**OEM INCIDIENDO NORMAL A LA SUPERFICIE DE UN MEDIO PERFECTO CONDUCTOR. ONDAS INCIDENTE Y REFLEJADA**

La figura anterior la dividimos en secciones con extensión de  $1/4$  de su longitud de onda, porque podemos notar la existencia de valores máximos de la onda en  $5/4$ ,  $3/4$ , etc., ésto es en todos los valores impares .

La utilidad tan grande de la superficie reflectora es que al conocer donde tenemos éstos valores máximos de la onda, nos es posible emplearlos en las antenas transmisoras y receptoras para corregir el patrón de recepción o transmisión de la antena , según sea el caso, a través de un elemento parásito (colocado en uno de éstos valores máximos de la onda) que generalmente es una placa de un material muy buen conductor y que cambiará los lóbulos de radiación(transmisión) y/o recepción de la antena afectada. (figura)



Patrón de Recepción o Radiación de una antena . a) Sin elemento parásito  
b) Con elemento parásito reflector.

## 7.2 CONCEPTO DE ANTENA

Una antena se define comunmente como una estructura o elemento asociada con la región de transición entre la onda guiada en los equipos (ya sean transmisores o receptores) y la onda en el espacio libre. En la transmisión, una antena acepta energía de una línea de transmisión y la radia al espacio; en la recepción, una antena concentra energía de una onda incidente para mandarla a una línea de transmisión.

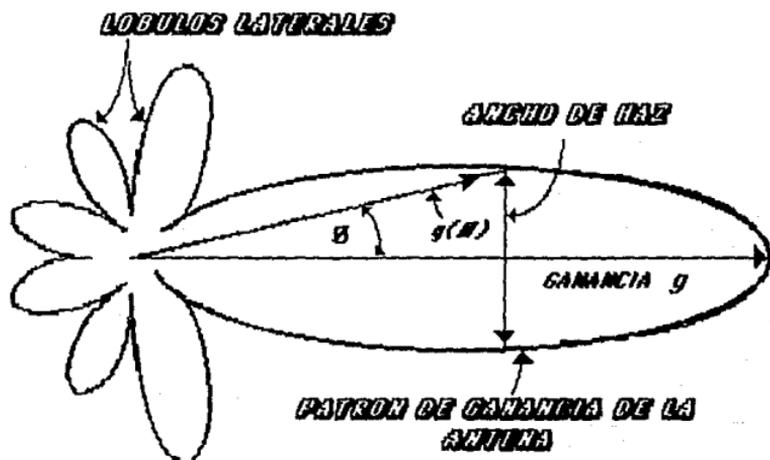
Una antena convierte señales portadoras electrónicas en campos electromagnéticos polarizados y viceversa.

Una antena transmisora se compone de un sistema de alimentación de señal que "ilumina" una apertura o superficie reflectora desde la cual se irradia el campo electromagnético. Una antena receptora tiene una apertura o una superficie que enfocan un campo de radiación incidente a un foco o punto colector, donde se produce una señal electrónica proporcional a la radiación incidente.

Las antenas son uno de los elementos clave en los sistemas de comunicación, dado que los valores de sus ganancias determinarán directamente la cantidad de potencia recibida. Cuando se habla de antenas, comunmente se describen sus propiedades como las de una antena transmisora, puesto que sus patrones de dirección y sus características de radiación son practicamente idénticos. A esto se le llama TEOREMA DE RECIPROCIDAD DE LA ANTENA.

En la actualidad se ha desarrollado una gran variedad de antenas, las cuales van desde las estructuras más simples como son los monopolos y dipolos hasta las antenas de elementos múltiples desfasados. El tipo particular de antena seleccionado para una aplicación determinada dependerá de los requerimientos del sistema (tanto eléctricos como mecánicos).

Cada antena tiene un patrón de ganancia determinado, el cual indica como se distribuye en el espacio la ganancia de la antena, con respecto a un plano determinado. Los patrones de ganancia se muestran generalmente en términos de un ángulo  $\theta$  como se muestra en la figura siguiente.



Los parámetros más importantes del patrón de la antena son su GANANCIA (el valor máximo del patrón de ganancia), el ANCHO DE HAZ (una medida del ángulo  $\theta$  donde se produce la mayor ganancia), y los LOBULOS LATERALES (que muestran la cantidad de ganancia fuera de la dirección del eje principal). Dentro de las comunicaciones, lo que se busca en una antena, serán patrones altamente direccionales con una ganancia máxima concentrada en un ancho de haz lo más angosto posible y con los más pequeños lóbulos laterales posibles en la transmisión.

Como una regla general para todas las antenas, la Ganancia Máxima " g ", y el Ancho de Haz "  $\theta$  " en radianes, se conocen por las siguientes relaciones:

$$g = \rho_a (4\pi/\lambda^2) A$$

$$\theta \cong \lambda / d\sqrt{\rho_a}$$

donde A es el área de apertura del haz de la antena, d el diámetro a través del área y  $\rho_a$  es el factor de eficiencia de la antena. Este último depende del tipo de antena y de como se ilumina electromagnéticamente la apertura de la antena.

Nótese que la ganancia de la antena es siempre proporcional al cuadrado de la frecuencia portadora y al tamaño de la antena, mientras que el ancho de haz varía inversamente con la frecuencia y el tamaño. Entre mayor sea la antena o la frecuencia sea más alta, mayor será la ganancia y más angosto será el ancho del haz. Por ésto, UNA ANTENA TENDRA UN PATRON MAS DIRECCIONAL MIENTRAS MAS ALTAS SEAN LAS FRECUENCIAS QUE UTILICE. También, A UNA FRECUENCIA DETERMINADA, EL PATRON SE VUELVE MAS DIRECCIONAL A MEDIDA QUE SE AGRADE EL TAMAÑO O DIMENSIONES DE LA ANTENA.

### 7.3 TIPOS Y FUNCIONES DE ANTENAS

En los distintos sistemas de satélites, las antenas más comunes son las de tipo de dipolo lineal, las helicoidales (forma de hélice), las de elementos múltiples y el reflector parabólico o plato.

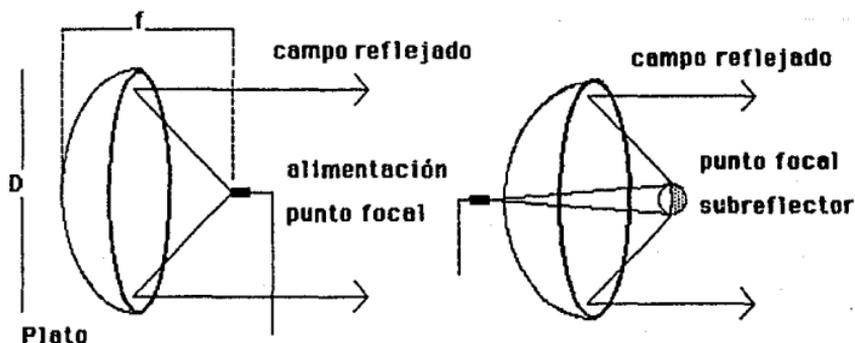
El reflector parabólico, parábola o plato, es el tipo de antena más utilizado al proporcionar un patrón simétrico altamente direccional. El dipolo tiene un patrón que es hemisférico ( o sea que se produce hacia ambos lados del dipolo con la misma intensidad). Las antenas helicoidales y los " cuernos " son antenas más pequeñas que pueden ser suficientemente direccionales pero cuyos lóbulos laterales son mayores que los del reflector parabólico. Una antena helicoidal produce un campo de polarización circular, mientras que los " cuernos " se utilizan para producir campos de polarización lineales.

Las antenas de elementos múltiples, son grupos de pequeñas antenas (ya sean dipolos, cuernos o hélices) separadas debidamente para que si una portadora es defasada y radiada individualmente por cada elemento, los campos de propagación serán reforzados en algunas direcciones y disminuidos en otras por la interferencia. El resultado será un haz combinado con mayor direccionalidad. Al seleccionar adecuadamente los cambios de fase entre los elementos del arreglo, la direccionalidad del haz podrá orientarse hacia un lugar determinado. La ganancia de éstos arreglos aumenta con mayores números de elementos. A más elementos , mayor ganancia.

A continuación, nos centraremos en las características y funcionamiento de los reflectores parabólicos, por ser los mayormente empleados en los sistemas de satélites, tanto en las estaciones terrenas, como en los satélites mismos.

Para ahorrarnos tiempo, al reflector parabólico lo llamaremos únicamente plato o parábola. La calidad de un plato, dependerá de su precisión en direccionalidad y de su capacidad de concentración de la señal, así como de su supresión de ruidos e interferencias indeseables. Los platos deben ser durables y capaces de resistir el viento y otras fuerzas naturales. La mayoría de las antenas en la actualidad, están diseñadas en base a combinaciones de superficies circulares y parabólicas. En ellas, todas las microondas reflejadas por una de estas superficies , serán concentradas a un punto , o serie de puntos, llamados "FOCOS".

El diagrama a continuación muestra las dos distintas formas de alimentación de un plato. El campo que será transmitido por una guía de onda con la polarización deseada para luego ser radiado por el reflector (ésto en el caso de la antena transmisora; en la receptora será lo contrario). La alimentación puede encontrarse en el foco del plato, o puede encontrarse atrás del plato, usando un subreflector en el foco. Estas últimas son las llamadas antenas CASSEGRAIN. (figura)



ALIMENTACION EN EL PUNTO FOCAL

ANTENA CASSEGRAIN

El plato más común es el de un solo foco. En teoría, su geometría concentra todas las señales recibidas en una dirección paralela a su eje en un solo punto (foco). Cualquier señal proveniente de una dirección que no sea la del satélite (o la estación terrena en su caso) al que se apunta, no será reflejada hacia este punto focal.

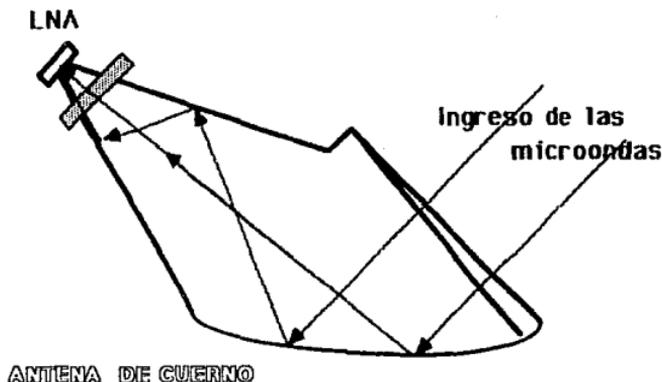
En la práctica, éste plato no se comportará según la teoría por tres razones: primero, el equipo montado en el foco de la antena se extiende alrededor del punto focal, de modo que también captará algunas microondas levemente desviadas fuera del foco; segundo, las imperfecciones en la forma de la superficie hacen que se capten señales ajenas y que se pierdan algunas de las correctas; tercero, los platos no se comportan perfectamente de acuerdo con la geometría de rastreo de rayos, porque la radiación que interceptan se comporta de acuerdo con los principios de las ondas y siempre tiene lugar algo de difusión a lo largo de los bordes.

La antena Cassegrain también usando una superficie parabólica, redirige la radiación por medio del subreflector a través de una guía de ondas y un amplificador de bajo ruido, LNA, ubicado detrás del plato.

Este tipo de plato es frecuentemente más caro que el de foco simple y se le usa más bien en receptores comerciales. Sin embargo, en climas cálidos las antenas Cassegrain son más efectivas, porque la ubicación del LNA, detrás de la antena, lo protege de los rayos solares directos.

Hay otras antenas menos comunes como el reflector de cuerno o "cuerno" solamente (llamado así por su forma) el cual dirige hacia el foco las señales que ingresan, por una abertura, al interior de su cuerpo reflejante. De éste modo, todo el cuerpo del cuerno desempeña la misma función que el alimentador y el plato en las antenas de un solo foco.

La geometría de éste tipo de antena es muy efectiva para captar señales de microonda. Es una variedad muy costosa que se usa a menudo en torres de línea visual.



El comportamiento de los platos se juzga mediante un número de factores muy relacionados entre sí, los cuales incluyen la ganancia (de la cual ya hablamos anteriormente), la eficiencia, amplitud de haz, lóbulos laterales, temperatura de ruido y la relación entre el largo focal y el diámetro de la antena. Desgraciadamente muchos fabricantes no tienen la capacidad o el deseo de medir algunos de estos factores de rendimiento. Por lo tanto, muchas veces se usan recomendaciones informales para evaluar los sistemas domésticos de satélites.

La ganancia  $g$ , en los platos, expresa cuánto de las señales captadas son concentradas en el alimentador. La ganancia dependerá de tres factores: primero, a medida que aumenta el tamaño del plato, se intercepta más radiación, por lo que la ganancia aumenta. Por ello una duplicación de la superficie de la antena, duplica la ganancia. Por ejemplo, un plato de 3.6 m (12 pies) tiene 44 % más ganancia que uno de 3 m (10 pies), porque el área incrementa con el cuadrado del diámetro (12 pies x 12 pies = 144, comparado con 10 pies x 10 pies = 100).

Segundo, la ganancia aumenta con la frecuencia. Esta es la razón por la que las transmisiones en banda Ku (también conocidas como sistemas de transmisión directa DBS) que operan a 12 GHz, en lugar de a 4 GHz como la banda C, pueden ser captadas por platos más chicos.

Tercero, la ganancia depende de la exactitud geométrica con la que la superficie del plato ha sido fabricada. Hasta las más pequeñas irregularidades de la superficie del plato, pueden ocasionar la pérdida de cantidades importantes de señal (ver la tabla siguiente). Por lo tanto, un plato que tenga arrugas en su superficie, no se comportará tan bien como uno perfectamente liso y con forma más de acuerdo con el diseño, especialmente a las altas frecuencias de la banda Ku.

**PERDIDA DE GANANCIA POR DISTORSION  
DE LA SUPERFICIE  
(Microondas en la Banda C)**

Distorsión de una Superficie Promedio		Pérdida de Ganancia
(pulgadas)	(centímetros)	(por ciento)
0.01	0.025	0.2
0.05	0.127	1.7
0.10	0.254	4.4
0.25	0.635	28.8

La eficiencia del plato, es una medida de que cantidad de la señal es captada. Si una antena tuviera una eficiencia de 100% , estaría dirigiendo hacia su alimentador toda la potencia captada de un satélite transmisor. Se determinarán por la calidad de la superficie del reflector, tanto las pérdidas de recepción y transmisión, como la eficiencia de la antena . Las eficiencias típicas van desde un 40% en las de diseño deficiente, a un 65 o 70% en las antenas de alta calidad. En la tabla siguiente, se muestran ganancias de antena, que varían desde un máximo teórico, o sea eficiencia del 100%, hasta las de platos con eficiencias tan bajas como 50 %.

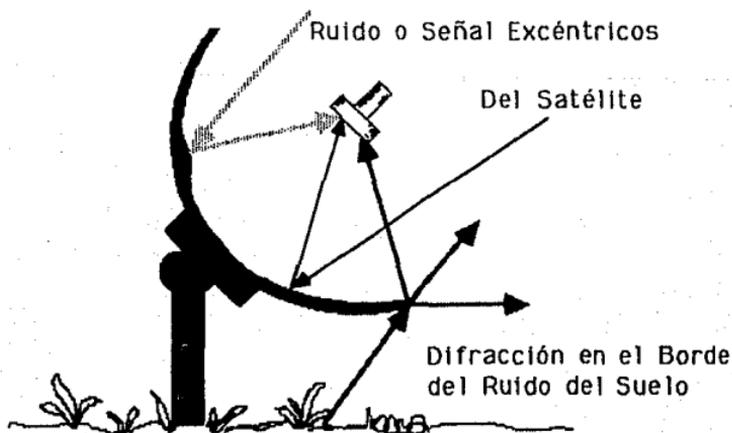
**GANANCIA DE LA ANTENA EN dB A 3.95 GHz**

Diámetro de la Antena (pies)	Eficiencia de la Antena				
	100%	80%	70%	60%	50%
5.0	36.18	35.21	34.63	33.96	33.17
6.0	37.76	36.79	36.21	35.54	34.75
7.0	39.10	38.13	37.55	36.88	36.09
7.5	39.70	38.73	38.15	37.48	36.69
8.0	40.26	39.29	38.71	38.04	37.25
8.5	40.79	39.82	39.24	38.57	37.78
9.0	41.28	39.34	39.73	39.06	38.27
9.5	41.75	40.78	40.20	39.53	38.74
10.0	42.20	41.23	40.65	39.98	39.19
10.5	42.62	41.65	41.07	40.40	39.61
11.0	43.03	42.06	41.48	40.81	40.02
12.0	43.78	42.81	42.23	41.56	40.77

Al leer la tabla hay que recordar que una diferencia de 3 dB significa una duplicación de la ganancia; 1 dB expresa una diferencia de 26 %; y 0.1 dB representa una diferencia de 2.3%. Los pequeños cambios en decibeles representan grandes cambios en el rendimiento. Así mismo, los valores para platos con 50% de eficiencia no son la mitad de los correspondientes a los de eficiencia del 100%, porque están expresados en dB y no en los factores de concentración de señales netas. De ésta manera, por ejemplo, un plato perfectamente eficiente de 5 pies concentra las señales 4 150 veces (36.18 dB) ; uno con eficiencia de 50 %, 2075 veces (33.17 dB, el número de decibeles en el 50 % de una concentración de señales de 4 150 veces, o sea la mitad de la potencia).

La temperatura de ruido es una medida de cuánto ruido proveniente del ambiente circundante y del espacio exterior puede ser "visto" (captado) por una antena. Evidentemente, dependerá del patrón de lóbulo que determina la habilidad del plato para ignorar el ruido casual proveniente del calor de la tierra circundante.

El ruido es generado tanto por fuentes artificiales como la luz fluorescente que emite radiación de microondas, como por fuentes naturales como el terreno circundante. En general las fuentes naturales de frecuencias más altas son la causa predominante del ruido captado en los sistemas de TV vía satélite.



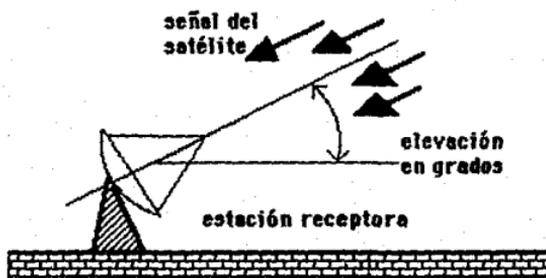
#### VISION Y REBALSE DE LA ANTENA

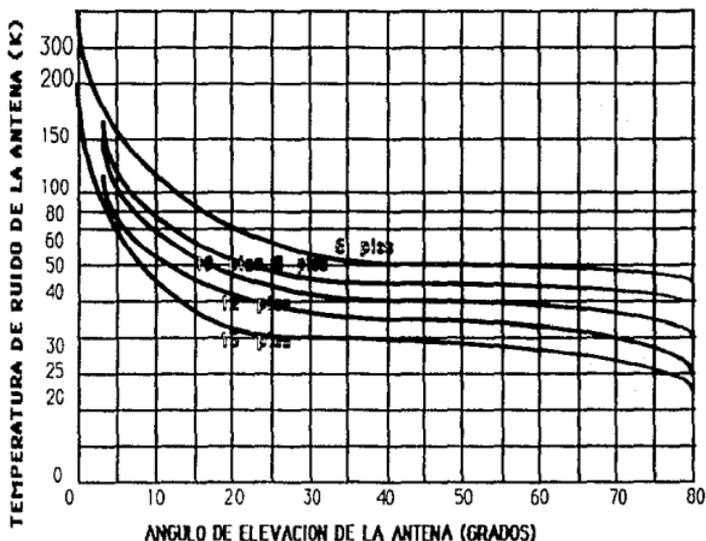
Este diagrama muestra cómo un plato puede llegar a detectar ondas que le llegan por atrás, a lo que se le conoce como "REBALSE".

El ruido del calor del suelo es difractado por los bordes del plato y dispersado en todas direcciones. Parte de éste logra ingresar al alimentador.

Los lóbulos laterales pueden ser aumentados por las irregularidades superficiales del plato, ocasionando la captación de señales excéntricas.

Ya que el calor del suelo emite radiación, la temperatura de ruido aumenta a medida que el plato apunta a una elevación más baja en regiones que se alejan del ecuador. En la figura siguiente se presenta un conjunto de curvas que muestran como el ruido aumenta al disminuir la elevación. Las antenas mas grandes captan menos ruido porque tienen lóbulos laterales más pequeños.





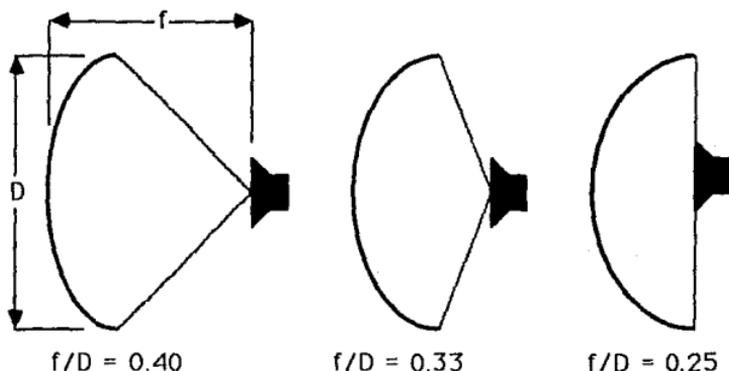
En ésta figura se observa que una antena detecta más ruido a medida que disminuye su elevación.

La relación entre el largo focal y el diámetro de la antena, o  $f/D$ , es un parámetro importante para caracterizar a un plato.

En general, ante iguales condiciones, a un  $f/D$  más bajo los lóbulos laterales serán más pequeños.

Esto se debe a que la estructura alimentador - LNA, queda más a cubierto del ambiente circundante al estar más cerca de la superficie reflectante.

Un efecto similar, aunque no igual, (porque los lóbulos laterales serán diferentes), se puede lograr si se coloca una pantalla o falda de protección alrededor del borde del plato. Esto equivale a poner anteojeras a un caballo para que solo vea para adelante.



Un  $f/D$  más pequeño quiere decir que el conjunto del alimentador está más cerca de la superficie reflectora.

A un  $f/D$  de 0.25, el alimentador queda alineado con los bordes y se hace difícil iluminar adecuadamente toda la superficie reflectante.

El  $f/D$  se utiliza para clasificar a los platos como profundos, medianos, o bajos.

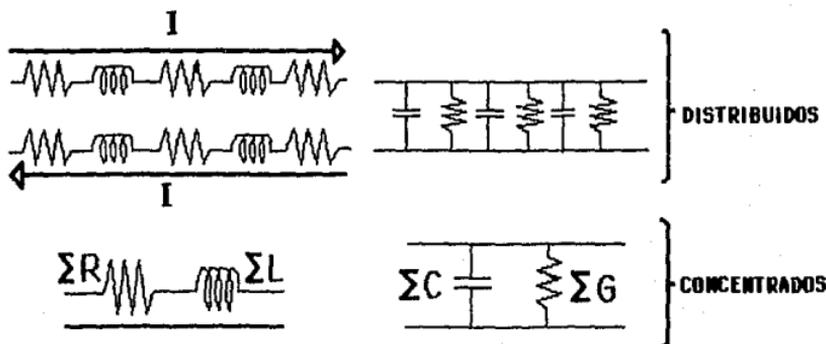
En general, un plato profundo tiene un  $f/D$  de menos de 0.3 y uno bajo tiene uno de más de 0.45 (los modelos con alimentador desplazado requieren de platos más bien bajos para trabajar como es debido).

Los platos más profundos son generalmente menos susceptibles al ruido ambiental y generalmente tienen lóbulos laterales más pequeños y temperaturas de ruido más bajas.

## 7.4 LINEAS DE TRANSMISION

Un sistema conductor que transporta energía de un punto a otro, con el mínimo de pérdidas, es conocido como una LINEA DE TRANSMISION. En los sistemas vía satélite, éstas serán de gran importancia, al ser necesaria la utilización de alguna forma de línea de transmisión para conectar a las antenas con los transmisores o con los receptores.

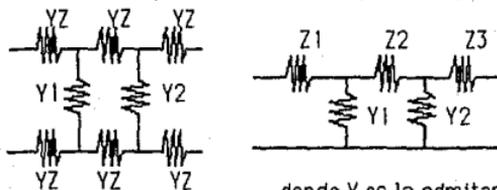
Los parámetros básicos de las líneas de transmisión son: su resistencia (R), su capacitancia (C), su inductancia (L) y su conductancia (G). Estos se pueden ver como elementos distribuidos o concentrados. (figura)



Suma de impedancias siempre que haya la misma corriente en todos los elementos

Suma de admitancias en paralelo siempre que haya la misma tensión aplicada en los extremos

**CASO REAL** hay caídas de tensión, por los que queda así



donde Y es la admitancia y Z la impedancia

Los distintos tipos de líneas así como su uso determinado, dependerá de las magnitudes de frecuencia que puedan manejar.

Así se pueden separar en tres grupos:

las bifilares (cuyo rango de frecuencias llega aproximadamente a unos 100 MHz)

los cables coaxiales ( que pueden trabajar fácilmente hasta 1 GHz aprox.)

las guías de onda (que se utilizan para el manejo de frecuencias en GHz).

Las líneas de transmisión, para poder ser consideradas como tales y no sólo como un componente más, deberán tener una longitud mayor que un treintaidosavo de la magnitud de su longitud de onda (aproximadamente). Así se les puede considerar como líneas eléctricamente largas.

Las líneas de transmisión pueden terminar en circuito abierto (cuando no hay carga) y en circuito cerrado o corto circuito (cuando hay carga); se consideran perfectamente acopladas cuando toda la energía salida del transmisor es absorbida por el receptor, lo que se presenta cuando la línea termina en su impedancia característica  $Z_0$  por lo que no hay onda reflejada. Cuando la línea no termina en su impedancia característica  $Z_0$ , aparte de la onda absorbida se presenta una onda reflejada por lo que es necesario conocer el factor de reflexión.

El factor de reflexión es la relación en tensión de la onda reflejada a la incidente. El factor de reflexión nos dirá el comportamiento de la línea en la carga.

Las líneas de transmisión, tanto bifilares como coaxiales, propagan las ondas electromagnéticas de forma transversal, a lo que se le conoce como TEM (transverse electro-magnetic); al propagarse las ondas de ésta manera sólo se tendrá una impedancia característica.

En las guías de onda, la propagación tiene componentes longitudinales (en varias direcciones) y no se presenta una impedancia característica única. La propagación sólo se llevará a cabo dentro de una frecuencia determinada, definida en gran parte por las dimensiones mecánicas y geométricas de la guía de onda.

## 7.5 CABLES COAXIALES

Los alambres individuales comunes tanto de cobre como de aluminio son utilizados para la conducción de electricidad a baja frecuencia utilizada en los aparatos electrodomésticos. Cuando a éstos se les usa para transmitir microondas, con frecuencias más altas, tienden a comportarse como antenas e irradian la mayor parte de la potencia. Es ésta la razón por la cual en transmisiones con altas frecuencias, como en el caso de las vía satélite, se requiera del uso de cables especialmente diseñados para la transmisión de energía evitando en el mayor grado posible la atenuación o pérdidas de la señal. Estos serán entonces los cables coaxiales.

Los cables coaxiales se componen de dos conductores concéntricos separados por un material aislante llamado dieléctrico. Todo el conjunto va cubierto por una funda no conductora como protección contra los elementos ambientales. La señal viaja por la superficie del conductor central. El conductor cilíndrico exterior está conectado a tierra y reduce las pérdidas por radiación a frecuencias altas.

Hay una gran variedad de cables coaxiales. Dependiendo de su funda dieléctrica, se les conoce como : de línea dura, coaxial común o dieléctrico de espuma o de aire. Los cables coaxiales tienen una o dos capas metálicas flexibles conectadas a tierra y envueltas alrededor de un dieléctrico de plástico. Los dieléctricos usados más comunes son el polipropileno, que es una sustancia dura y translúcida, o la espuma de polietileno, un material blanco y blando.

El conductor exterior, generalmente un entrelazado de hilos de cobre o aluminio, frecuentemente es sustituido o reforzado por una envoltura sólida, para disminuir aún más las pérdidas de ingreso de interferencias. la calidad del trenzado se evalúa según el porcentaje de la superficie interior que queda cubierta por el. Es común un trenzado de 98%. Para las instalaciones expuestas al ingreso de interferencias causadas por otras comunicaciones locales en bandas de frecuencias cercanas a la banda C de los satélites, se recomienda el uso de cables con una protección del 100%.

Los cables coaxiales con dieléctrico de espuma o de aire comprimido, aunque más costosos que los comunes, tienen pérdidas menores. Los coaxiales de forro duro se parecen a los anteriores con la excepción de que gracias a una funda rígida de metal y a una cantidad mínima de dieléctrico de alta calidad, tienen pérdidas aún menores. Estos cables de forro duro se usan generalmente para las líneas troncales de TV por cable

Los cables que a menudo se usan en las instalaciones y sistemas de TV vía satélite, son los tipos RG-6, RG-59 y RG-214. Este último está aprobado para frecuencias de microondas y se le usa entre el LNA y el convertidor descendente cuando es necesario. Los RG-6 y RG-59 conducen señales de IF (frecuencia intermedia) de frecuencias más bajas, desde el convertidor descendente, o el LNB, a un receptor de satélite.

La nomenclatura de los cables coaxiales es de origen militar y no tiene mayor significado en el mercado de la TV vía satélite.

Entre los criterios para evaluar un cable coaxial, se incluyen los de impedancia característica, pérdida de potencia de la señal por unidad de distancia y composición del material.

Todo conductor en la práctica, opone cierta resistencia al flujo de corriente, lo que ocasiona una pérdida de señal. Así mismo, las tensiones de los conductores interior y exterior interactúan entre sí ( lo cual se conoce técnicamente como capacitancia e inductancia). Estos dos factores determinan la impedancia característica. Los valores más comunes de la impedancia de los cables coaxiales usados en los sistemas de TV son de 50 y 75 ohmios.

Es muy importante conocer la impedancia característica al diseñar sistemas electrónicos. Todo artefacto electrónico tiene su propia impedancia característica. Si la impedancia del cable no corresponde con la del aparato al que alimenta, se producirá una pérdida importante de potencia por reflexión.

Esta disparidad equivale a alimentar agua de una tubería grande a una pequeña y experimentar la resistencia al flujo. De la misma forma, si la impedancia de salida de un amplificador no coincide con la impedancia del cable coaxial, ocurrirán reflexiones y pérdidas.

Los cables coaxiales también se clasifican de acuerdo a la pérdida de decibelios por unidad de distancia. Estas pérdidas por distancia dependen mucho de la frecuencia. Algunos cables como el RG-6, con pérdidas perfectamente aceptables a 1 GHz se vuelven inútiles a 4 GHz. El RG-214 tiene una atenuación de 21.5 dB por cada 30.5 m (100 pies) ó 0.705 dB/m (0.215 dB/pie) a 4 GHz. Así es que la transmisión de una señal de 4 GHz a 4.2 m (14 pies) por un cable coaxial RG-214, produce una pérdida de 3 dB lo que equivale a dividir la potencia de la señal por la mitad.

Cuando se usan sistemas de conversión descendente en bloque de 950 a 1450 MHz, el cable RG-6 pierde 8.7 dB por cada 30.5 m (100 pies) al extremo superior de la frecuencia, con lo que un tendido de 46 m (150 pies) producirá una atenuación de 13.3 dB. Resulta obvio que los tendidos de cable deben ser tan cortos como sea posible.

Estas consideraciones determinan que si el cable tendido entre el convertidor descendente y el receptor de satélites tiene más de 46 m (150 pies), se debe usar el cable RG-6 en lugar del RG-59 de pérdida mayor.

En la tabla siguiente se detallan valores de pérdida de señal por unidad de distancia a frecuencias de 100 MHz, 1450 MHz y 4 GHz, en los cables de uso frecuente en las instalaciones de TV vía satélite.

<b>CARACTERISTICAS DE CABLES COAXIALES COMUNES</b>				
<b>Tipo de cable</b>	<b>Pérdida de señal (dB / 100 pies)</b>			<b>Impedancia Ohmios</b>
	<b>100MHz</b>	<b>1450MHz</b>	<b>4 GHz</b>	
RG-59	3.40	11	N/D	75
RG-6A	2.70	8.7	N/D	75
RG-11	2.30	7.0	N/D	75
RG-8A	1.90		23.0	50
RG-213	1.90		21.5	50
RG-214	2.30		21.5	50
9913	N/D		11.0	50
9914	N/D		13.0	50

**NOTAS - 100 PIES = 30.5m      N/D = dato no disponible.**

Las pérdidas en cada cable también pueden depender de detalles de fabricación, como el diámetro central. Por ejemplo, el alambre central de los cables Alpha 9059 y 9803, ambos del tipo RG-59, es de diferente diámetro. Por ello sus atenuaciones a 900 MHz son diferentes: 10.7 y 10.2 dB por cada 30.5m (100 pies) respectivamente. La tabla siguiente muestra algunos ejemplos de cables fabricados por la empresa Belden. Los valores de la atenuación a 400 y 900 MHz son aplicables a sistemas de conversión descendente en bloque.

**PERDIDAS Y TIPO DE CABLE COAXIAL**

Tipo de cable	Modelo	Tipo de funda	Atenuación (dB / 100 pies)	
			400 MHz	900 MHz
RG-6	8228	Lámina y alambre	4.5	6.9
RG-6	9248	Lámina y trenzado de Cobre	4.5	6.9
RG-11	9230	Lámina y alambre	3.2	5.2
RG-11	9292	Lámina y trenzado de Cobre	3.2	5.2
RG-59	8241	95 % de Cobre	7.1	10.9
RG-59	9275	Lámina y alambre	5.4	8.4

**NOTA- 100 PIES = 30.5 M****7.6 GUIAS DE ONDA**

La energía electromagnética se puede propagar a través de tubos metálicos, a los que llamamos guías de onda, siempre que tengan el tamaño suficiente y sean apropiadamente excitados. El tamaño de los tubos requeridos, comunmente limita su uso desde la región de VHF (very high frequency- muy alta frecuencia) hacia arriba.

La energía a transmitirse se puede propagar por diferentes tipos de ondas. En el caso más común, los sistemas de guías de onda son diseñados para la transmisión de un solo tipo de onda (generalmente la onda más dominante, o aquella con la menor frecuencia de corte) para así simplificar los problemas de diseño.

Los tipos de onda son:

Ondas TEMn : son las ondas eléctricas transversales, algunas veces llamadas ondas Hmn; aquí el campo eléctrico es siempre perpendicular a la dirección de propagación.

Ondas TMmn: son las ondas magnéticas transversales, algunas veces llamadas ondas Emn; aquí el vector del campo magnético es siempre perpendicular a la dirección de propagación.

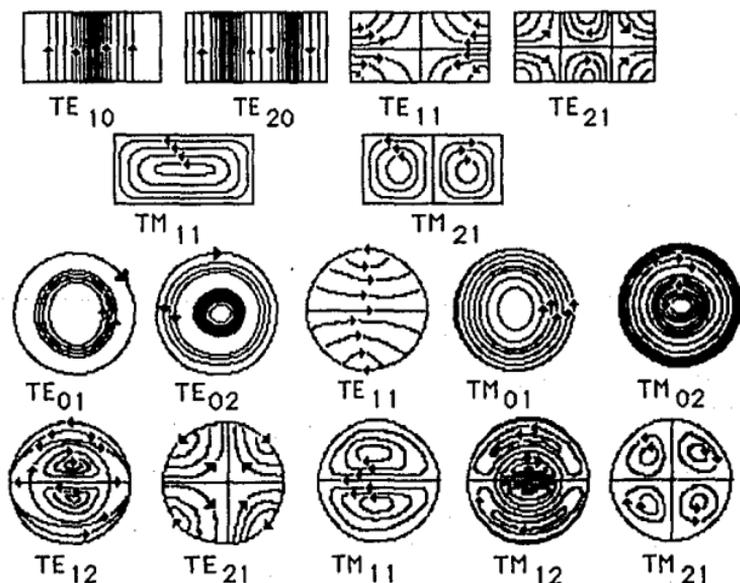
Para las guías de onda que en su interior tienen solo aire, o que están rellenas por un dieléctrico teniendo muy pocas pérdidas, la atenuación se deberá en gran medida a pérdidas en el conductor de las paredes.

Para cualquier tipo de guía de onda, las pérdidas son altas cerca de la frecuencia de corte y disminuyen al aumentar la frecuencia. Para casi todas las ondas, el valor mínimo de frecuencia adecuado es algo mayor que 2 veces la frecuencia de corte.

Tanto en las guías de onda rectangulares como en las circulares los valores de las letras mn de los modos TE<sub>mn</sub> y TM<sub>mn</sub> pueden tomar valores desde 0 hasta infinito (a excepción del caso de m=n=0).

Estas letras m y n denotan el número de variaciones de cada medio período para el campo eléctrico para las ondas TE o del campo magnético para las ondas TM en dirección de las dimensiones (largo y ancho en las rectangulares y grande y pequeña de las circulares) de la guía de onda respectiva.

A continuación mostraremos algunos patrones de los campos dentro de las guías de onda.



**PATRONES DE LOS CAMPOS PARA GUIAS DE ONDA TANTO RECTANGULARES COMO CIRCULARES EN SUS MODOS TE Y TM.**

Hay también guías de ondas flexibles, las cuales son construidas para combinarse con las guías de onda normales, pero difieren en su construcción mecánica.

Hay algunas capaces de doblarse en cualquier punto y otras que se pueden torcer y doblarse al mismo tiempo. Generalmente éstas guías se encuentran dentro de un forro de plástico.

Las fallas en el acoplamiento de las guías de onda rígidas con las flexibles se presenta en mayor medida mientras las dimensiones de las guías sean menores, o mientras tengan mayores dobleces.

La capacidad de transmisión de potencia se mantendrá casi igual en las guías flexibles que en las rígidas.

## 7.7 CONECTORES

Los Conectores son los pequeños aditamentos mecánicos que nos permiten unir las líneas de transmisión con los distintos elementos del sistema de televisión vía satélite. De las malas conexiones y colocación de cables defectuosas, puede depender la pureza de la señal. Un cable mal conectado a tierra, o un conector con fugas pueden echar a perder nuestra instalación, sin importar la calidad de receptores o transmisores. Por ésto es necesario familiarizarse con los diversos conectores que se utilizan en éste campo , así como sus formas de instalación.

Existe un número limitado de conectores y cables (de los que ya hablamos en el inciso de Líneas de Transmisión) que son utilizados como norma para la industria de la televisión vía satélite.

Los tipos más comunes de conectores utilizados, son los de tipo N y F, los enchufes de entrada fonográfica, los RCA, los enchufes tipo Moly, los terminales de orejeta sin soldadura, los BNC , y los CANNON XRL para audio.

Los conectores tipo N se usan para unir los LNA y los convertidores descendentes. Con las frecuencias más altas que se encuentran en la TV vía satélite, es muy importante emplear conectores de calidad con un baño de plata. Al instalar éstos conectores, es preferible usar los que tienen el conductor central soldado a los contactos, en lugar de los de contacto por presión. Una instalación incorrecta de los conectores resultará en una gran pérdida de señal, a veces incluso mayor que la ocurrida con un cable no apropiado.

Los conectores tipo F, son la norma de la industria para conectar cable coaxial a los convertidores descendentes y receptores, al igual que los usados para algunos monitores, televisiones y videocaseteras con salidas o entradas de RF. Hay varias clases para los cables coaxiales RG-6 y RG-59. Algunos traen una abrazadera separada.

Los conectores a presión de éste tipo, se deben rechazar en las instalaciones profesionales debido a lo siguiente: no proporcionan una conexión tan buena como los conectores enroscados; pueden emitir o dejar entrar radiación por el punto de conexión; son más fáciles de desenchufar accidentalmente que los de rosca.

Los conectores del tipo RCA, son a menudo utilizados para llevar señal de audio o de video (ésta última con no tan buena definición como los RF), desde un receptor a un monitor o videocasetera. Generalmente se utilizan para audio de sistemas domésticos, pero no para los sistemas de televisión vía satélite profesionales.

Los conectores que se encuentran dentro de un bloque de Nylon son los de tipo MOLLY. Tienen puntas de contacto en el interior del bloque que se insertan en otro bloque después de colocar los alambres. Las puntas embonan muy bien, pero no se pueden extraer sin herramientas especiales. Se utilizan en las líneas de alimentación de polarizadores y equipos de recepción de TV satélite domésticos.

Los conectores de Orejeta sin soldaduras, están hechos para uso en equipos con regletas de terminales de enrosque, del tipo que se encuentra a menudo en los receptores y en los convertidores. El alambre que entra a la terminal, queda engarzado o soldado. Estos conectores se recomiendan para unir alambres a terminales de enrosque. Los alambres sin protección pueden deshilacharse e incluso llegar a producir un corto circuito al tocar a otros conectores adyacentes. Como medida precautoria mínima, se deben estañar antes de atornillarse.

Los retenes Scotch son otro tipo de conector que se utiliza para unir dos alambres. Estos conectores están rellenos de un líquido que se derrama por el interior al comprimirse el conector, resultando en una buena conexión mecánica y en una bien protegida conexión eléctrica. Estos conectores son ideales para unir los alambres del polarizador.

Los conectores BNC, aunque son de la familia de los N, los mencionamos aparte, por ser los utilizados mayormente en el envío de señal de video en sistemas profesionales de recepción, a los diversos instrumentos de un control maestro de TV. Los equipos tanto de switcheo, de grabación, efectos especiales y postproducción de televisión los utilizan como norma.

Los conectores CANNON XRL, son la contraparte de los BNC pero para la señal de audio en los sistemas profesionales. Tanto mezcladores, micrófonos, posiciones de comentaristas y equipos de microondas como el THOMPSON, los utilizan como norma internacional.

Existen adaptadores para unir conectores de distintos tipos, lo que nos permitirá ampliar la gama de utilización de las líneas de transmisión pero tomando en cuenta que SIEMPRE, PARA EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS, SE DEBEN UTILIZAR TANTO CABLES COMO CONECTORES DISEÑADOS PARA SU FUNCION ESPECIFICA, Y MANTENER ASI LAS CARACTERISTICAS TECNICAS OPTIMAS DE TRANSMISION Y RECEPCION. (MENORES PERDIDAS POSIBLES)

## 7.8 ALIMENTADORES DE SEÑAL

Los alimentadores constituyen una de las piezas fundamentales en los sistemas de recepción Vía Satélite.

Su función es la de recoger o captar las microondas reflejadas en la superficie de la antena e ignorar el ruido y otras señales que no vengan de la dirección buscada. Esto debe ser logrado con un mínimo de pérdida de señal y sin agregar una cantidad significativa de ruido.

Los alimentadores también se encargan de seleccionar las señales de polaridad correcta y de descartar las de polaridad opuesta.

La palabra ALIMENTADOR viene del lenguaje usado para las antenas de los enlaces ascendentes. Un alimentador "bañaba", "rociaba" o alimentaba microondas a la superficie del plato para que fueran reflejadas hacia el espacio. Antes de que hubieran computadoras muy avanzadas, lo más común era el diseñar un sistema de enlace descendente, como si fuera un enlace ascendente pero trabajando al revés. Así, el término ALIMENTADOR se ha mantenido para describir el aparato que capta las ondas del plato receptor.

Se dice que el alimentador "ilumina" el plato. Así, un sistema de iluminación perfecta, captaría sólo las ondas provenientes del plato de la antena y rechazaría otras que vinieran de cualquier otra fuente.

En la práctica, los alimentadores iluminan más fuertemente la parte central del plato, pero en los bordes van perdiendo su capacidad de detección de ondas. Un alimentador que iluminara solo el centro del plato, recibiría muy poco ruido ambiental, pero bajaría su ganancia porque perdería la parte de la señal que llega a los bordes del plato. También, al contrario, si un alimentador sobre-ilumina el plato, aprovecharía toda la ganancia disponible, pero metería mucho ruido externo.

Los diseñadores de alimentadores determinaron que se puede optimizar la captación de señales y la reducción de ruidos, cuando el poder de captación en el borde del plato está fijado para que la señal que reciba tenga una potencia entre 14 y 16 dB menor que la que hay en el centro del plato.

La relación  $f/D$  determina dónde debe ubicarse el alimentador. Los platos más profundos necesitan de alimentadores que puedan captar señales con un ángulo más abierto. Los alimentadores vienen optimizados para valores específicos de la relación  $f/D$  pero pueden trabajar correctamente dentro de una gama de valores cercanos al específico. Como ejemplo, el alimentador Polarotor 1, está diseñado para una relación  $f/D = 0.375$ , pero funciona en una gama que va desde 0.33 hasta 0.44.

Los alimentadores captan las microondas, con sus campos magnéticos y eléctricos, que les llegan de la superficie del plato. Para poder equilibrar la recepción de éstos dos campos, y así iluminar correctamente el plato, se usan anillos escalares.

Una vez que se reciben las microondas, éstas son canalizadas por una guía de onda, a través de la garganta del alimentador. La guía de onda del alimentador, deberá tener medidas precisas para lograr la transmisión de la mayor cantidad de radiación posible.

En un alimentador perfecto, la relación de onda estacionaria, debería ser de 1, o sea que no rebotaría ni se perdería nada de la señal. En la práctica, la relación de onda estacionaria de los alimentadores comerciales, debe ser inferior a 1.5 siendo los de mayor calidad y costo, los que tienen esta relación inferior a 1.3. Esta medida mientras más baja es mejor.

## 7.8.1 SELECCION DE LA POLARIDAD

El alimentador deberá ser capaz de seleccionar la polaridad correcta y de rechazar la demás. Los satélites de transmisión de Norteamérica, incluidos los Morelos, en su mayoría emiten sus señales sólo con polarización vertical u horizontal. Otros satélites emplean la polarización circular, como es el caso de los satélites soviéticos Gorizont y Molniya y algunos de la serie Intelsat.

Los primeros alimentadores contaban tan solo con un motor que giraba todo el cuerpo del mecanismo para lograr el cambio de polarización. Procedimiento tardado y que generaba constantes fallas mecánicas. Existen ahora otros métodos más eficientes que a continuación mencionamos.

Los alimentadores con ROTORES MECANICOS son los más comunes (ej. el Polarotor), y consisten en un alimentador con un servomotor.

Una pequeña sonda puede rotar hasta en  $180^\circ$  para lograr una recepción y sintonizado fino de la polaridad. Hay otro tipo que permite el giro de  $360^\circ$  pero es más lento que el modelo con servomotor. La mayoría de los modelos en la actualidad, cuentan con controles para seleccionar la polaridad de uno o ambos tipos de los mencionados. Estos dispositivos mecánicos, agregan una cantidad insignificante de ruido a la señal.

Alimentadores con DISPOSITIVOS DE FERRITA. Son instrumentos de estado sólido con partes móviles, que seleccionan la polaridad al mandar una carga eléctrica por un alambre enroscado alrededor de una barra de ferrita.

El campo magnético que se genera, instantáneamente hace girar el plano de polarización. Estos sistemas no presentan fallas mecánicas y son preferibles en climas muy fríos, donde los mecánicos se pueden trabar. Estos sistemas a diferencia de los mecánicos, presentan un ruido generalmente de entre 0.2 a 0.4 dB.

Alimentadores con DIODOS son los menos utilizados porque permiten escoger solo dos direcciones de polaridad, dependiendo de la orientación de los DIODOS. Además no se puede lograr una sintonización precisa y contribuyen con gran cantidad de ruido y pérdidas de inserción en la señal.

De todos éstos sistemas se pueden configurar los llamados ALIMENTADORES DOBLES ó ALIMENTADORES DE DOBLE POLARIDAD ó JUNTAS ORTOMODALES. Estos pueden escoger simultáneamente la polaridad vertical y horizontal. La aceptación de éstos dispositivos, comunes en las instalaciones comerciales de TV VIA SATELITE, se está extendiendo a las instalaciones domésticas, porque permiten la captación simultánea de los 24 canales de cada satélite.

Un alimentador doble usa dos guías de onda del tamaño necesario, perpendiculares entre sí. Una transmite la polaridad horizontal y la otra la vertical.

Se utilizan también dos amplificadores de bajo ruido para amplificar cada una de las señales.

### 7.8.2 ALIMENTADORES PARA POLARIZACION CIRCULAR

Como señalábamos con anterioridad, la mayor parte de los satélites de América transmiten las señales de TV con polarización ya sea vertical u horizontal. Por su parte, la mayoría de los satélites internacionales lo hacen con polarización circular en vez de lineal.

Recordemos que la polarización circular se refiere a que las vibraciones de los campos eléctricos y magnéticos siguen una trayectoria circular a medida que viajan por el espacio.

Existe una preferencia generalizada a utilizar la polarización circular derecha (RHCP) en la mayoría de los sistemas internacionales, aunque ahora algunos satélites de la serie Intelsat como ejemplo, usan la polarización circular izquierda (LHCP).

Un alimentador diseñado para captar las señales de polarización lineal, puede recibir las ondas de polaridad circular, pero con una pérdida de aproximadamente 2 ó 3 dB.

Esta pérdida de señal es muy grande sobre todo en las zonas donde normalmente ya llegan débiles los haces del transmisor, encontrándose también el problema de que si se llegara a captar la señal de polaridad circular, el alimentador normal no podría distinguir entre la polaridad circular derecha o izquierda.

Estos problemas se solucionan con una pequeña modificación a los alimentadores normales para que puedan captar y distinguir las polaridades circular y lineal, de ambos tipos. Para esto solo se necesita introducir en la garganta del polarizador un " trozo dieléctrico ", que puede ser un pedazo de teflón del tamaño adecuado. De éste modo un alimentador convencional logra distinguir entre polaridad horizontal y vertical, así como señales LHCP y RHCP. Algunos fabricantes ya están ofreciendo éste producto con las instrucciones para su instalación.

Para lograr con un mismo alimentador una buena recepción de las polaridades lineal y circular, lo primero es regular la posición del alimentador hasta captar bien al satélite más débil. Luego, al introducir el dieléctrico, se le alinea exactamente con la dirección de la sonda para que las señales de polarización lineal se atenúen lo menos posible. Al mover luego la sonda o garganta del alimentador  $45^\circ$  a cualquiera de los lados del dieléctrico, se podrán captar las transmisiones de polaridad circular de los satélites internacionales.

## 7.9 AMPLIFICADORES DE BAJO RUIDO - LNA

Los AMPLIFICADORES DE BAJO RUIDO ó LNA, tienen como función el captar las microondas transmitidas desde el alimentador, convertirlas en corriente eléctrica y amplificar éstas señales a razón de 40 ó 50 dB ( de 10,000 a 100,000 veces), debido a que son sumamente débiles.

Los LNA constituyen junto con la antena, los elementos más importantes del sistema receptor Vía Satélite.

La potencia de la señal que entra al LNA es sumamente baja, es menor a una cienmillonésima de milmillonésima de Watt, por lo que el LNA no debe ser una fuente generadora de ruido, para que éste no cubra la señal al estar trabajando el amplificador.

Los primeros LNA, se usaron en la radioastronomía. Consistían en circuitos transistorizados comunes, los cuales se mantenían sumergidos en baños de Nitrógeno o de Helio líquido, para mantener las más bajas temperaturas posibles, reduciendo así el movimiento molecular que es la fuente generadora del ruido del sistema.

Los LNA actuales se lograron gracias al desarrollo de la tecnología de los transistores en especial por la aparición del transistor de efecto de campo de arseniuro de Galio, conocido como Gasfet. Este tipo especial de transistor, induce al amplificador a comportarse como si estuviera operando cerca del cero absoluto de temperatura, donde todo movimiento molecular se detiene.

Debemos entender la importancia que presenta el ruido en las transmisiones Vía Satélite, porque las señales con que se trabaja son solo un poco más fuertes que las señales indeseadas o ruido.

El ruido se crea por el movimiento de las moléculas que genera corrientes eléctricas, y en consecuencia ondas electromagnéticas, algunas de las cuales se encontrarán en la misma banda de frecuencia de microondas que las de nuestra transmisión Vía Satélite.

La escala que se utiliza para medir la intensidad del ruido está basada en el hecho de que a cero grados Kelvin, o cero grados de temperatura absoluta (equivalentes a  $-273.15^{\circ}\text{C}$  ó  $-459.72^{\circ}\text{F}$ ), no hay movimiento molecular y por lo tanto tampoco ruido.

Los LNA comunes tienen temperaturas de ruido que van desde 60 a  $120^{\circ}\text{K}$ .

Otras fuentes de ruido pueden ser las interferencias originadas por el hombre al usar otros dispositivos de comunicación. Los LNA de mejor calidad, o sea que cuentan con menor temperatura de ruido, captan menos ruido aleatorio pero son más sensibles a otras señales como pueden ser las señales de otros satélites o de otras fuentes artificiales.

La potencia de la señal de ruido dependerá del ancho de banda de la señal, y de la temperatura interior del equipo y del medio ambiente. MIENTRAS MAYOR SEA EL ANCHO DE BANDA, SE DETECTARA MAS RUIDO, EL CUAL SE AGREGARA A LA SEÑAL. Por lo tanto, se puede disminuir la cantidad de ruido e interferencia que se puede detectar mediante la disminución del ancho de banda de las señales que entran al amplificador.

Las características del ruido de un LNA, como los de cualquier equipo electrónico, se pueden describir en términos de FACTOR DE RUIDO, el cual va en relación directa a la cantidad de ruido que genera el funcionamiento interno del aparato mismo. La cifra del ruido, será simplemente, el factor de ruido que se expresa en decibeles. En la tabla siguiente se muestran algunos valores típicos de éstas cantidades. (tabla al final del capítulo)

Veamos un ejemplo de como se afecta el rendimiento de un sistema si se cambia un LNA por otro con menor temperatura de ruido.

Si se cambia un LNA de 120°K por otro de 60°K, en un sistema cuya antena genera 40°K de ruido, la razón señal/ruido mejorará de la siguiente manera:

$$(120 + 40) / (60 + 40) = 1.6$$

Esta razón de 1.6 equivale a una mejora del 60% en el rendimiento del sistema. Un cambio del 60% equivale a 2 dB de mejora. (igual a  $10 \log 1.6$ ). Es también interesante saber que una mejora similar se logra si se mantiene el mismo LNA, pero se substituye el plato por uno de dimensión mayor, en éste caso un plato de 8 pies (2.4m) por otro de 10 pies (3 m), según la tabla que muestra la ganancia de la antena por la relación de los diámetros con la eficiencia de la misma ( en dB ) del inciso 7.3.

Todos los diseños de LNA son muy parecidos, porque su guía de onda debe tener las dimensiones apropiadas. Para trabajar con la banda C de microondas, la brida y la guía de onda de entrada, conocidas técnicamente como el AHOGADOR WR-229 CON GUIA DE ONDA, miden 58.2mm por 24.1mm.

A veces se le añaden controles de ajuste fino a la guía de onda del LNA para permitirle efectuar pequeños cambios en su dimensión interna, lo que deriva en un sintonizado aún más preciso para lograr mejores resultados en equipos receptores complejos, haciendo mínima la pérdida de señal que entra al LNA.

Los LNA tienen una sonda interna que funciona como antena de microondas. Esta antena metálica capta las microondas y las convierte en corriente eléctrica. Tiene también otra sonda de corriente continua conectada a tierra, la cual evita que las descargas de rayos de alto voltaje que caigan cerca dañen los componentes internos.

No hay LNA que resista el impacto directo de un rayo sobre él. La sonda de captación de la señal viene ya correctamente instalada de fábrica para maximizar la captación de la señal y por ello nunca deberá tocarse aunque se vea algo torcida.

Generalmente los componentes electrónicos del LNA se encuentran en una caja hermética para evitar su contacto y por ende efectos destructivos del vapor de agua sobre los componentes electrónicos.

El consumo de un LNA promedio varía entre los 80 y 150 mA de corriente y trabajan entre 15 y 24 V de corriente directa.

Existen también los LNB y los LNC.

El LNB (LOW NOISE BLOCK DOWNCONVERTER) o convertidor descendente de bajo ruido en bloque de señales, convierte en un solo paso todo el ancho de banda de 500 MHz de las señales del satélite, reduciéndolas a una banda de frecuencia intermedia.

El LNC (LOW NOISE CONVERTER) o convertidor de bajo nivel de ruido, es en sí un LNA y un convertidor descendente convencional instalados en una caja protegida contra la intemperie.

Un LNA es más flexible que un LNB o un LNC. En caso de algún daño, es fácil reemplazar un LNA por otro con igual temperatura de ruido. Los LNB están siendo utilizados cada vez más.

Un LNB es la mejor alternativa cuando se necesita selección independientemente de canales para múltiples receptores, pues permite diseñar un sistema simple y de bajo costo. Los LNB tienen una desventaja importante: debido a que el LNA y el primer convertidor vienen en una sola caja, solo hay tres puntos en los que se pueden introducir filtros de paso de banda. Un filtro de paso de banda de microondas puede insertarse entre la salida del alimentador y la entrada del LNB.

Los LNC no se usan casi nunca. Estos amplificadores se parecen a los LNA en cuanto a que no son adecuados para la selección independiente de canal en receptores múltiples y son susceptibles al desplazamiento de canales al estar expuestos a los rigores climáticos.

Los LNC también son más caros de reemplazar que los LNA. Los LNB son más fáciles de instalar que los LNA y los LNC. Se necesita solo un cable RG-6 o RG-59.

#### **TABLA DE EQUIVALENCIAS ENTRE CIFRAS Y TEMPERATURA DE RUIDO**

<b>Temperatura de ruido ( K )</b>	<b>Cifra de Ruido ( dB )</b>
60	0.819
65	0.881
70	0.942
75	1.002
80	1.061
85	1.120
90	1.177
95	1.234
100	1.291
110	1.401
120	1.508

**ALTERNATIVAS DE LA COMUNICACION  
VIA SATELITE EN MEXICO**

**8.1 ANTECEDENTES**

El interés de nuestro país por incursionar en el espacio exterior no es reciente, sino que empezó a manifestarse tan solo un año después de iniciarse la carrera espacial entre EUA y la entonces URSS.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) lanzó en Octubre de 1958 el primer cohete-sonda mexicano: el SCT-1 y un año después lanzó el SCT-2.

Tres años después se creó la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CNEE actualmente desaparecida) como una dependencia de la SCT cuyo objetivo era controlar y fomentar en México todo lo relacionado con la investigación, exploración y el empleo del espacio exterior con fines pacíficos. Una de sus metas principales era realizar investigaciones meteorológicas, para lo cual inició un programa integral de cohetes sonda.

En 1970 la CNEE lanzó el cohete-sonda Mitl-1 que alcanzó una altura de 55 km con diferentes instrumentos a bordo (carga útil) para captar información destinada a la realización de investigaciones meteorológicas. Con este cohete se efectuaron todos los experimentos para medir la magnitud y la dirección del viento entre los 40 y los 55 km. de altura.

Más tarde la investigación atmosférica efectuada en México quedaría cubierta con el HULTE-1 y el MITL-2. Este último podía transportar cargas útiles de 4 kg. y alcanzar una altura de 230 km.

La CNEE realizó todos estos esfuerzos para lograr que México participara en la red interamericana EXAMETNET, mediante la cual los países participantes - Argentina , Brasil y los Estados Unidos - intercambiaban datos meteorológicos obtenidos de los lanzamientos sincronizados que se efectuaban desde distintos puntos de nuestro continente.

Estos fueron los primeros intentos de nuestro país en la exploración del espacio exterior.

Desde principios de la década de los sesenta se fundaron en la UNAM diversos grupos interdisciplinarios encargados de promover la actividad espacial, de impulsar el avance de la tecnología del espacio en el ámbito universitario, de asesorar a las instituciones interesadas y todo esto con la finalidad de desarrollar las potencialidades de la ciencia y la tecnología espaciales en beneficio de nuestro país.

México ha contribuido en la conquista del espacio por medio de la estación de rastreo que hasta 1970 funcionó en la ciudad de Guaymas y que apoyó a la NASA en algunas de sus misiones tripuladas. Dentro del área jurídica, nuestro país también ha intervenido activamente en el establecimiento de las leyes que conforman el Derecho Espacial y ha pugnado por el uso pacífico del espacio exterior en provecho de todas las naciones.

En 1966 la creciente necesidad de comunicación de nuestro país lo llevó a ser miembro del consorcio INTELSAT ( uno de los sistemas de comunicación que proporciona servicios de comunicación a más de 100 países miembros ) para tener acceso a los beneficios de la comunicación vía satélite.

En 1968, dos años después, México entraba a la era de los satélites artificiales y de la Televisión a color al transmitirse directamente los Juegos de la XIX Olimpiada de la era moderna que se celebraron en nuestro país mediante el enlace del satélite ATS - 3 (Applications Technology Satellite) de INTELSAT. Esta transmisión estuvo a cargo de una agrupación (pool) internacional de televisoras dirigidos por el Ing. Roberto Kenny Espinosa Fuentes como director general y apoyado por la NHK de Japón, NBC de Estados Unidos y las principales Uniones de televisoras del mundo.

Hubo que instalar la estación terrena conocida como Tulancingo 1, que fue posible gracias al grado de desarrollo que las telecomunicaciones nacionales habían alcanzado hasta ese momento.

Para Enero de 1969, tres meses después de la transmisión de las Olimpiadas en nuestro país, México logró tener acceso a un satélite de INTELSAT para ampliar su comunicación telefónica. Desde entonces estamos en contacto constante vía satélite con todo el mundo. Se continuó el desarrollo y surgieron las estaciones terrenas Tulancingo 2 y 3.

En 1981, la saturación de la red federal de microondas, instalada en 1968, llevó a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a arrendar capacidad en uno de los satélites de INTELSAT para satisfacer la creciente demanda de señales de televisión, telefonía y telegrafía. Para ello fué necesario instalar 196 estaciones terrenas receptoras las cuales siguen en operación.

La necesidad creciente de dar al país una comunicación rápida y confiable ha estimulado durante años el desarrollo de las telecomunicaciones modernas a lo largo de todo el territorio nacional.

Los requerimientos de un país como el nuestro, continuamente rebasan la capacidad de servicio de sus sistemas de comunicación. El caso de la Red Federal de Microondas, actualmente manejadas por TELMEX de iniciativa privada, es muy representativo : se encuentran si no saturadas , muy cerca de su punto de saturación, y en algunos casos no han tenido el mantenimiento necesario lo que ocasiona fallas y cortes de señal periódicos.

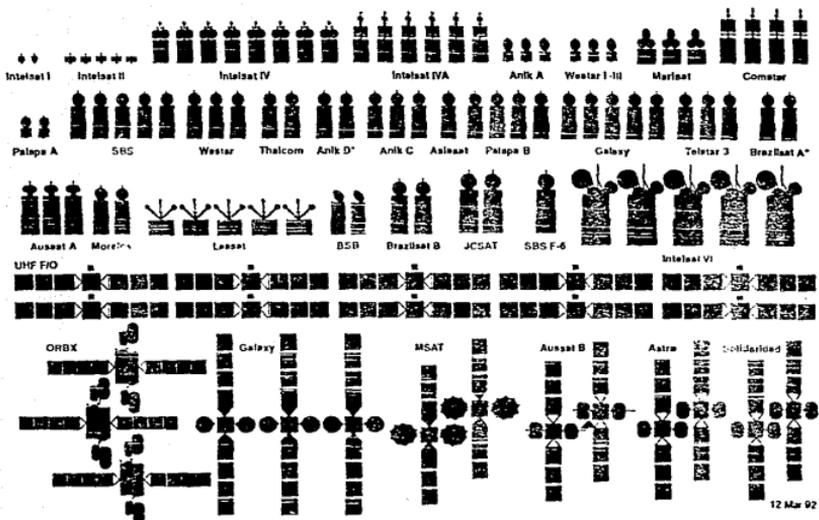
Otro de los problemas graves que enfrenta el desarrollo de las comunicaciones en nuestro país es el de nuestro territorio; las sierras que lo surcan representan un obstáculo muy difícil de salvar con las transmisiones por enlaces terrestres y el costo que resultaría de cubrir las necesidades del país con enlaces terrestres sería altísimo e incosteable.

Debido a esto, la SCT inició los estudios técnicos y económicos para determinar que tan factible sería el contar con un sistema nacional de satélites para mejorar nuestras comunicaciones internas. En 1982 después de cuidadosas evaluaciones, se decidió la instalación de nuestro primer sistema de satélites domésticos.

## 8.2 SISTEMAS DE SATELITES MORELOS.

A principios de 1983 el Congreso de la unión aprobó una iniciativa de ley del entonces Presidente de la República, Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, para modificar el artículo 28 constitucional, el cual ahora estipula que las comunicaciones vía satélite deben ser controladas de modo exclusivo por el Gobierno Federal.

Así, el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 planteó, en lo referente a las comunicaciones, consolidar la infraestructura de telecomunicaciones en base a un sistema de satélites mexicano, el cual junto con los sistemas ya existentes proporcionará servicios confiables y de alta calidad.



FLOTA DE SATELITES FABRICADOS POR HUGHES CORPORATION  
 DONDE SE INCLUYEN LOS SATELITES MORELOS 1 ,  
 MORELOS 2 , SOLIDARIDAD 1 Y SOLIDARIDAD 2

EVOLUCION DE LOS SATELITES DE LA CIA. HUGHES  
A ESCALA CON LA ALTURA DEL HOMBRE



EL PRIMERO ES DEL TIPO PAJARO MADRUGADOR O INTELSAT 1  
EL SEGUNDO ES DEL TIPO ANIK  
EL TERCERO COMO LOS INTELSAT IV  
EL CUARTO ES DEL TIPO DE LOS MORELOS 1 Y 2  
EL QUINTO ES DEL TIPO INTELSAT VI  
EL SEXTO ES DEL TIPO SOLIDARIDAD

Este sistema fue bautizado con el nombre de SISTEMA DE SATELITES MORELOS (SSM) y en la actualidad cuenta con dos satélites: el MORELOS 1 Y el MORELOS2.

Una de las empresas más importantes en la construcción de satélites, la HUGHES CORPORATION, fue la encargada de construir los dos satélites.

Su filial HUGHES AIRCRAFT con base en El Segundo California, fué la que ganó el contrato de construcción el cual tuvo un costo de 92 millones de dólares que incluye el costo de las dos unidades, el equipo e instalación de una estación de rastreo, telemetría, telecontrol, telecomando y monitoreo, servicios de transferencia de órbita y entrenamiento de personal.

La NASA (National Aeronautics and Space Administration) cobró 12 millones de dólares por el lanzamiento y puesta en órbita de cada uno. La empresa Mc Donnell Douglas entregó los cohetes de propulsión a un costo de 5.6 millones de dólares por satélite y se tuvo que cubrir un seguro de lanzamiento de 5 millones de dólares por unidad. A la compañía COMSAT GENERAL se le contrató para servicios de asesoría a un costo de 2.4 millones de dolares.

El costo total del proyecto fue de 140 millones de dólares.

El primero fué lanzado el 17 de Junio de 1985. Primero fueron transportados en avión desde California hasta Cabo Cañaveral en Florida. Después de pasar las revisiones necesarias, el Morelos 1 se colocó junto con otros dos satélites en el transbordador espacial Discovery el cual fue el encargado de ponerlo en órbita, a 36 mil kilómetros de altura. Algunos meses después se lanzó el Morelos 2 y en la tripulación del transbordador que lo puso en órbita se incluyó al primer astronauta mexicano, el Dr. Rodolfo Neri Vela.

Para llevar a cabo el seguimiento, el control y el monitoreo de nuestros satélites desde tierra, se cuenta con el CENTRO DE CONTROL DE SATELITES ubicado en el CONJUNTO DE TELECOMUNICACIONES (CONTEL) en Iztapalapa, Distrito Federal. Se trata de una estación computarizada encargada de mantener los satélites en condiciones óptimas de funcionamiento y operada por técnicos mexicanos que desde 1983 se especializan en el manejo del SSM. Este centro se encarga, entre otras cosas, de corregir el desplazamiento que sufren los satélites por efecto de las fuerzas de atracción de la Tierra y la Luna, y de controlar su posición y orientación en el espacio.

### 8.3 DATOS TECNICOS

Los SATELITES MORELOS tienen órbitas Geoestacionarias. Cada uno mide 6.60 m de altura y 2.16 m de diámetro. Tienen un peso o masa orbital de 666 kgs. de los que 145 kgs son de su combustible propulsor (hidracina). Están diseñados para alcanzar una vida en órbita de un poco más de 9 años, por lo que cumplirán con las necesidades de comunicación hasta 1994.

En la actualidad operan conjuntamente: el Morelos 1 lleva el tráfico prioritario de señales y el Morelos 2 el secundario, además de estar alerta en caso de una falla o interrupción del primero.

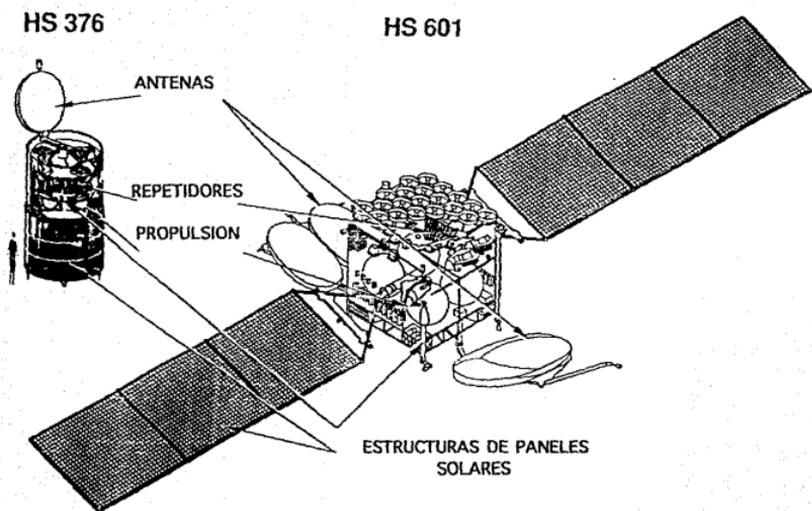
Su fuente principal de energía se forma por las celdas solares que tapizan su superficie cilíndrica y que pueden generar hasta 940 Watts de corriente directa. Además cuentan con baterías de níquel cadmio de almacenamiento para que puedan funcionar en caso de eclipse o de iluminación insuficiente y que entregan hasta 830 Watts. Para mantenerse en órbita, captar, amplificar y enviar la señal de transmisión, el satélite requerirá de un volumen de energía equivalente a los 60 Watts.

Las características de ambos satélites son idénticas: cada uno tiene 22 transpondedores. 18 de ellos reciben señales en banda C (entre 4 y 6 GHz) y los 4 restantes trabajan en banda Ku (entre 12 y 14 GHz). Por trabajar con ambas bandas se dice que son SATELITES HIBRIDOS.

Los dos parámetros más importantes de cada satélite son su potencia de transmisión y su ancho de banda.

Los transpondedores de la banda C utilizan TUBOS AMPLIFICADORES DE ONDA PROGRESIVA TWTA (Traveling Wave Tube Amplifiers) de 7 y 10.5 Watts, que agregados a la alta ganancia producida por la antena parabólica del satélite, producen una señal de transmisión con intensidad efectiva irradiada de 35.5 y 38.5 dBW en sus polarizaciones horizontal y vertical respectivamente.

Los transpondedores de la banda Ku usan TWTAs de 20 watts; considerando la ganancia de la antena a esas frecuencias, se generan señales con intensidades de 44 dBW.



PRINCIPALES COMPONENTES DE NUESTROS  
SATELITES MORELOS Y SOLIDARIDAD

En la banda C, cada satélite tiene 12 transpondedores de 36 Mhz de ancho de banda y 6 de 72 Mhz; en la banda Ku cada uno tiene 4 transpondedores de 108 Mhz de ancho de banda.

El ancho de banda del transpondedor y la potencia de transmisión del mismo, determinan la cantidad de información que puede enviarse por él con calidad aceptable. En general un transpondedor de 36 Mhz tiene capacidad para hasta 900 canales de telefonía, 1 o 2 máximo de televisión, o la transmisión de datos de hasta 60 millones de bits por segundo.

Un transpondedor de 72 MHz o 108 MHz tiene, respectivamente, el doble o triple de capacidad de uno de 36 MHz.

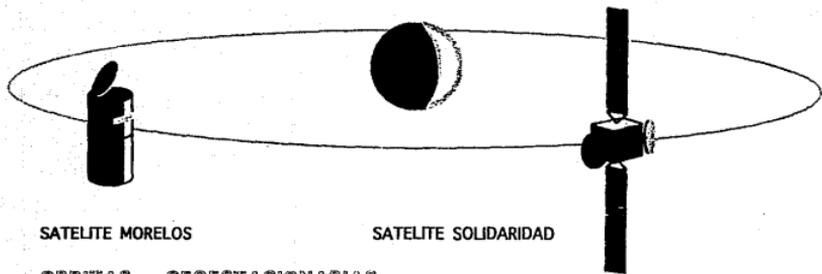
Dentro de los servicios más destacados que ofrecen estos satélites en la actualidad son:

**RED TELEPAC-** la cual es una red pública de transmisión de datos y que accesa los principales correos electrónicos del mundo. Conecta computadoras centrales de empresas nacionales con las del interior del país.

**RED INFONET-** es un correo electrónico conectado al sistema internacional INFONET con más de 110 países. Sus principales usuarios son las empresas trasnacionales.

**RED DE SERVICIOS MULTIPLES-** opera en la banda C a diferencia de las anteriores que operan en la Ku y presta los servicios de conducción de voz, datos y video. Aquí van los canales de cobertura nacional.

**RED DE SERVICIOS INTERNACIONALES-** aquí utilizando los telepuertos o estaciones terrenas internacionales ubicados en México y Tulancingo, se pueden hacer envíos o recepciones de señales del extranjero utilizando enlaces con los satélites del consorcio INTELSAT.

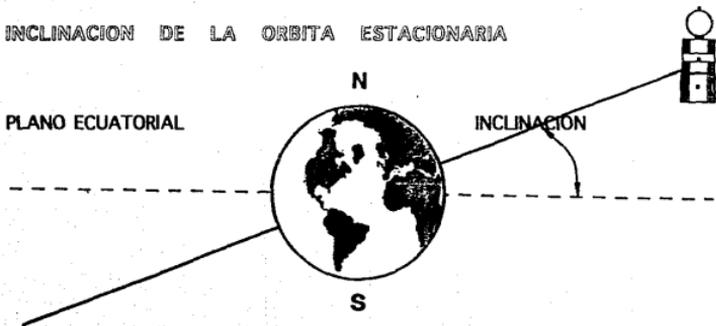


SATELITE MORELOS

SATELITE SOLIDARIDAD

ORBITAS GEOESTACIONARIAS

INCLINACION DE LA ORBITA ESTACIONARIA



PLANO ECUATORIAL

INCLINACION

N

S

#### 8.4 SISTEMA DE SATELITES SOLIDARIDAD.

Según lo expuesto anteriormente, los satélites Morelos terminarán su vida útil próximamente: el Morelos 1 en 1994 y el Morelos 2 en 1998. Por ello, el gobierno se fijó como meta planear y desarrollar un proyecto que cubriera las necesidades del país, teniendo muy en cuenta las que se presentarán en el futuro, garantizando la continuidad del servicio y ofrecer este no solo a nivel nacional sino también regional.

La SCT puso en marcha el proyecto y la construcción de este nuevo sistema de satélites al que se le llamó SOLIDARIDAD.

Este sistema de satélites consta de dos unidades idénticos. Son del modelo HS 601 contruídos también por la compañía HUGHES AIRCRAFT y serán estabilizados en forma triaxial o en tres ejes.

Para su puesta en órbita se contrató a la empresa europea ARIANESPACE. Entre las ventajas que presentaba esta empresa es que tiene su base de lanzamiento en la Guyana Francesa, Sudamérica, la cual está cerca del Ecuador y con ello se ahorrará peso de propelente de los satélites para posicionarlos en la órbita geostacionaria y así poder incrementar el peso de la carga útil.

Las fechas de lanzamiento propuestas para los satélites SOLIDARIDAD son:

SOLIDARIDAD 1 en Noviembre de 1993.

SOLIDARIDAD 2 entre Enero y Marzo de 1994.

Ariannespace también proporcionará cursos de posgrado a través de algunas universidades del país y transferencia tecnológica para lograr una mayor cultura sobre lanzadores y temas afines.

Se ampliará el centro de control de Iztapalapa y se creará uno alterno en Hermosillo. Estos trabajos implicarán el capacitar personal nuevo y actualizar al que actualmente labora en ellos.

Entre los principales objetivos del proyecto, es el de tener una cobertura regional, con haces dirigidos a Centroamérica, Sudamérica y el Caribe para mejorar la comunicación entre estas zonas a través de su banda C.

Así mismo nuestro país tendrá la posibilidad de contar con servicios de comunicaciones móviles por satélite (barcos, aviones, etc.) con la utilización de la banda L.

## **8.5 DATOS TECNICOS DE LOS SATELITES SOLIDARIDAD.**

Como mencionamos anteriormente, estos satélites son del tipo HS-601 de la Hughes Aircraft, su peso aproximado es de 2772 kgs. cada uno y cada uno tendrá una vida útil de 14 años aproximadamente.

Serán también de órbitas geosíncronas. Sus "alas" o arreglo de paneles solares están localizados en la parte superior e inferior del cuerpo del satélite y están compuestas por 4 paneles solares cada una que producirán 4kW de potencia hasta el final de su vida útil.

En las cuatro esquinas del cuerpo del satélite se encuentran cuatro paquetes de baterías. Cada paquete está diseñado con calentadores y disipadores, los cuales proveen el control térmico para las baterías, independientemente del sistema de control de la temperatura.

El sistema de antena está formado por dos reflectores parabólicos montados a los lados del cuerpo del satélite y un arreglo de antenas dipolo montadas en el cuerpo mismo del satélite para la Banda L.

Tanto las alas de paneles solares y las antenas son plegables para que puedan acomodarse en el transportador.

Las bandas de frecuencia con que contará cada satélite son:

Banda C (4-6 GHz)

Banda Ku (12-14 GHz)

Banda L (1.5-1.6 GHz)

Cada satélite tiene 12 transpondedores de 36 MHz y 6 de 72 MHz para banda C, 16 transpondedores de 54 MHz en banda Ku y 1 de 15 MHz en banda L.

La cobertura de cada uno de los satélites Solidaridad es doméstica y regional estructurada en 6 regiones, que se distribuyen de la siguiente forma:

REGION 1 - integrada por el territorio mexicano, sur de Estados Unidos, Guatemala, Belice, parte de el Salvador y Honduras.  
Para ésta región en Banda C se cuenta con 12 transpondedores de 36 MHz y 6 de 72 MHz.

REGION 2 - territorio mexicano, Sur de Estados Unidos, Centroamérica, Caribe, Colombia y Venezuela.  
En banda C se cuenta con 4 transpondedores de 36 MHz.

REGION 3 - integrada por los siguientes países sudamericanos:  
Ecuador, Peru, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Chile, Sur de Colombia, Oeste de Brasil y Argentina.

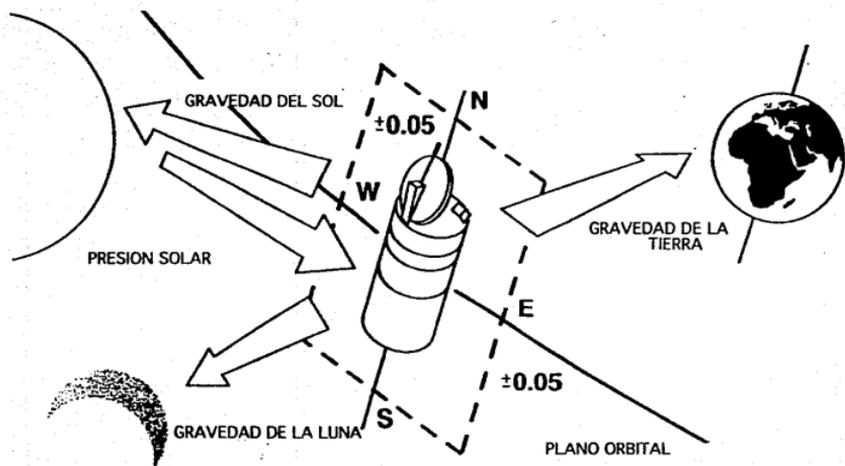
REGION 4 - cubre el territorio mexicano, sur de Estados Unidos y Guatemala.  
Para esta región en banda Ku se cuenta con 2 transpondedores de 54 MHz.

REGION 5 - son haces de banda Ku dirigidos hacia Toronto, Chicago, Nueva York, Washington, San Francisco, Dallas, Houston, San Antonio, Miami y Tampa.

REGION 6 - cubre en Banda L el territorio mexicano y su mar patrimonial, para los servicios de comunicación móvil de telefonía y datos para vehículos terrestres, aéreos y marítimos.

LOS PRINCIPALES SERVICIOS QUE BRINDARA EL SISTEMA DE SATELITES SOLIDARIDAD SON:

- SERVICIO EDUCATIVO
- DISTRIBUCION DE SEÑALES PARA RADIODIFUSION (TV Y RADIO)
- TELEFONIA
- REDES CORPORATIVAS DE VOZ Y DATOS.
- REDES DIGITALES.



FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE  
EL SATELITE

**PROPUESTAS PARA LA OPTIMIZACION DE LA  
APLICACION DE LA TELEVISION VIA SATELITE  
PARA LA EDUCACION EN NUESTRO PAIS**

**9.1 OPTIMIZACION DE LA ASIGNACION DE ESTACIONES RECEPTORAS.**

Con el objeto de llegar a la mejor distribución de estaciones terrenas en las diferentes localidades de nuestro país, se han considerado las siguientes variables, involucrando estas la situación actual que vivimos, tomando en cuenta la magnitud del problema no solo en el presente sino extrapolándolo a futuro.

**FACTORES POBLACIONALES (A).-**

Entenderemos por factores poblacionales todo lo relacionado con :

- Población menor a 15 años.
- Índice de crecimiento de la población.

**FACTORES ECONÓMICOS (B).-**

Por factores económicos entenderemos todo lo vinculado con:

- Ingreso per cápita.
- Población económicamente activa.

**FACTORES DE INFRAESTRUCTURA (C).-**

Los factores de infraestructura dependerán de las siguientes variables :

- Número de Escuelas.
- Índice de Personal docente contra alumnos.

## FACTORES EDUCACIONALES (D).-

Por factores educacionales tenemos los siguientes:

- Índice de analfabetización.
- Nivel de instrucción.

Tomando en cuenta los factores anteriormente mencionados, y con la finalidad de determinar el nivel de urgencia para la asignación de recursos a una población determinada, el siguiente modelo matemático pretende evaluar dicha gravedad ponderando los factores mencionados y determinando el orden de distribución de los recursos.

$$\{ ( Aw ) + ( Bx ) + ( Cy ) + ( Dz ) \} * 100 = \text{Factor de Decisión.}$$

Las variables w,x,y,z, tienen la finalidad de dar un peso determinado a cada factor dependiendo de la importancia del mismo. Para lograr una interpretación más objetiva, el modelo dará como resultante un número entre cero y cien, entendiendo como situación grave el número cien y de no grave cero.

Cada uno de los factores a analizar (A,B,C,D) requerirán de un tratamiento especial y subjetivo antes de llegar a la fórmula expuesta con anterioridad, pretendiendo con esto lograr un resultado que involucre un mayor nivel de análisis en el estudio.

Para los factores poblacionales (A) se realizaron las siguientes consideraciones :

- Para la población menor a 15 años A1, se deberá conocer el valor máximo de habitantes menores a 15 años en el universo de comparación conociéndose como POBMax. El valor de población menor a 15 años de la localidad a analizar Pob15 será dividido posteriormente entre POBMax, el cociente de esta división será multiplicado más tarde por la variable de ponderación a1.

$$( Pob15 / POBMax ) = A1$$

La operación anterior permitirá el considerar correctamente el factor de población sin caer en una ponderación meramente porcentual.

- La tasa porcentual de crecimiento de la población **A2** deberá ser dividida entre 100 para ser multiplicada posteriormente por el factor de ponderación **a2**.

Basado en lo anterior tendremos que:

$$(A1a1) + (A2a2) = A$$

En donde la suma de **a1** y **a2** deberá ser igual a uno.

Para los factores económicos (**B**) tendremos lo siguiente:

- El factor de ingreso per cápita **B1**, se determinará considerando la necesidad de dividir para nuestro análisis los grupos de ingreso mencionados a continuación, pretendiendo dar mayor peso a la población significativamente marginada:

- 1.- Población con ingresos desde 0 hasta 2 salarios mínimos **Sal1**.
- 2.- Población con ingresos entre 2 y 5 salarios mínimos **Sal2**.
- 3.- Población con ingresos de mas de 5 salarios mínimos **Sal3**.

Deberá conocerse la población económicamente activa de la ciudad a estudiarse **ACTIVA**, para lograr encontrar la proporción de la siguiente forma:

$$(\text{Sal1}/\text{ACTIVA}) + (\text{Sal2}/\text{ACTIVA}).5 + (\text{Sal3}/\text{ACTIVA}).2 = B1$$

Los multiplicadores para los ingresos mayores a dos salarios mínimos tienen únicamente la finalidad de acentuar la importancia de la población que tiene ingresos muy bajos, basado en el incremento del poder adquisitivo en relación al ingreso.

- Denominaremos variable **B2** a la población conocida como económicamente activa en base porcentual y dividida entre 100.

Basado en lo anteriormente expuesto tendremos que :

$$( B1b1 ) + ( B2b2 ) = B$$

En donde la suma de b1 y b2 deberá ser igual a uno.

En lo que respecta a factores de infraestructura (C), tenemos las siguientes consideraciones:

- El numero de escuelas (C1) en la república mexicana se compone de los siguientes grupos: Federal, Estatal y Particular. Cada una de estas, involucra escuelas en todos los niveles de educación. Para lograr un análisis adecuado, se deberán considerar únicamente las escuelas contenidas dentro del estado o municipio en estudio.

La siguiente formula pretende ponderar con un valor de uno a la peor situación existente y cero a la mas ventajosa de la relación resultante de dividir a la población menor de 15 años entre el numero de escuelas existente en la localidad a estudiar.

$$C1 = \{ ( Población < a 15 años ) / ( Numero de escuelas ) \} / Peor relación$$

Se deberá entender como "Peor relación" a la situación menos ventajosa en la república en la relación Población menor de 15 años dividida entre número de escuelas.

- La relación entre personal docente y numero de alumnos (C2), se obtendrá en forma similar a la anterior, tal como se muestra a continuación:

$$C2 = \{ ( Población < a 15 años ) / ( Personal docente ) \} / Peor relación$$

Se deberá entender como "Peor relación" a la situación menos ventajosa en la república en la relación Población menor de 15 años dividida entre número de personal docente de la localidad.

Basado en lo anteriormente expuesto tendremos que :

$$( C1c1 ) + ( C2c2 ) = C$$

En donde la suma de  $c_1$  y  $c_2$  deberá ser igual a uno.

Para los factores educacionales (D) se realizaron las siguientes consideraciones :

- El índice de alfabetización (D1) expresado en forma porcentual, deberá ser dividido entre 100 únicamente.

- El nivel de instrucción de la población (D2), esta expresado como la población mayor a 15 años con las siguientes características:

- Sin Instrucción (DA)
- Primaria incompleta (DB)
- Primaria Completa
- Instrucción postprimaria
- No especificado

Con la finalidad de detectar la situación mas grave, se tomarán los dos primeros grupos mencionados en el listado, manejándolos en forma porcentual de la siguiente forma:

$( DA + DB ) / \text{Peor situación en el país para la suma de los factores} = D2$

Basado en lo anteriormente expuesto tendremos que :

$$( D1d1 ) + ( D2d2 ) = D$$

En donde la suma de  $d_1$  y  $d_2$  deberá ser igual a uno.

Es importante mencionar que la exactitud y fiabilidad al aplicar el modelo propuesto dependerá en gran parte de la asignación de valores a los factores de ponderación, el criterio para la asignación de valores deberá realizarse con base a la experiencia en el campo de la educación.

Ejemplificando el modelo descrito con anterioridad, las tablas que a continuación mostramos ilustran el resultado de la comparación entre el Distrito Federal y Guanajuato, involucrando todos los datos requeridos por la fórmula desarrollada. En dicho ejemplo se puede observar que el factor de decisión se inclina a Guanajuato, indicando que el destino de recursos deberá aplicarse a este estado antes que al Distrito Federal en este caso en particular.

**FACTORES POBLACIONALES**

	Pob15	POBMax	a1	A1*a1
DF	2,508,999	3,762,352	0.60	0.40
GUANAJUATO	1,642,778	3,762,352	0.60	0.26
	Crecimiento / 100	a2	A2*a2	
DF	2.00	0.40	0.01	
GUANAJUATO	2.80	0.40	0.01	

**FACTORES ECONÓMICOS**

	Sal1	Sal2	Sal3	ACTIVA	b1	B1*b1
DF	1,744,463	760,544	379,800	2,884,807	0.70	0.53
GUANAJUATO	631,707	262,226	136,227	1,030,160	0.70	0.54
	ACTIVA	b2		B2*b2		
DF	0.35	0.30		0.11		
GUANAJUATO	0.26	0.30		0.08		

**FACTORES DE INFRAESTRUCTURA**

	Pob15	ESCUELAS	Peor R	c1	C1*c1
DF	2,508,999	7,681	741.81	0.60	0.26
GUANAJUATO	1,642,778	7,106	741.81	0.60	0.19
	Pob15	Docente	Peor R2	c2	C2*c2
DF	2,508,999	115,650	58.07	0.40	0.15
GUANAJUATO	1,642,778	41,355	58.07	0.40	0.27

FACTORES EDUCACIONALES

	ALFABET / 100		d1	D1*d1		
DF	4.00		0.40	0.02		
GUANAJUATO	16.50		0.40	0.07		
	Sin Inst	Prim Incomp	Peor R3	d2	D2*d2	
DF	5.25	11.38	60.00	0.60	0.17	
GUANAJUATO	19.10	26.20	60.00	0.60	0.45	

FACTOR DE DECISION

	(A1a1) + (A2a2)w	(B1b1) + (B2b2)x	(C1c1) + (C2c2)y	(D1d1) + (D2d2)z	FACTOR G
DF	0.41	0.30 0.64	0.10 0.41	0.30 0.18	0.30 0.37
GUANAJUATO	0.27	0.30 0.61	0.10 0.46	0.30 0.52	0.30 0.44

Como ya se mencionó, a medida que el factor de decisión o gravedad se acerca a 1, la población en estudio requiere de atención prioritaria. Para el ejemplo que se desarrolló, el resultado indica la necesidad de atender a Guanajuato antes que al Distrito Federal, ya que este último presenta un estado menos problemático. Con la finalidad de realizar un estudio a fondo a lo largo de toda la República, se recomienda el utilizar una hoja de cálculo alimentando las formulas antes descritas.

## 9.2 FACTORES PARA OPTIMIZAR LA LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES TERRENAS.

Después de determinar con base en el procedimiento descrito en el punto 9.1, los estados de la República que requieren de forma más urgente la aplicación de la televisión vía satélite, se deberá seguir el mismo procedimiento dentro del Estado con la finalidad de detectar los municipios menos favorecidos de la entidad. Después de localizar estos, se hace necesario decidir el punto exacto de localización de la antena, para lo cual se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

- El número de habitantes en edad escolar ( de 6 a 14 años ).
- Las facilidades existentes en la localidad tales como:
  - No. de escuelas
  - Urbanización
  - Vías de comunicación
- Las distancias entre cada población.

Para este estudio utilizamos datos que fueron publicados por INEGI (Censo de Población y Vivienda 1990) en relación a el numero de escuelas por localidad, personal docente por localidad, numero de habitantes en edad escolar, numero de habitantes por localidad, numero de habitantes sin educación básica.



Con el fin de facilitar la decisión en la localización del equipo, tomaremos a manera de ejemplo un área ubicada en el Estado de Guanajuato dentro del municipio de Dolores Hidalgo, las dimensiones de esta son de un cuadrado de 5 km. por 5 km. lo que nos da un área de 25 km.<sup>2</sup>, con el siguiente cálculo se pretende demostrar la metodología utilizada, en la práctica se requerirá el uso de un computador con el fin de evaluar todas las poblaciones existentes en el país.

En el área seleccionada, se encontraron cinco poblaciones cuyas características se mencionan a continuación:

<u>ZONA</u>	<u>POBLACIÓN</u>	<u>No. ESTUDIANTES</u>	<u>No. DE ESCUELAS</u>
A	San José de la Palma	176	0
B	El Cerrito	89	0
C	Cieneguilla	57	1
D	El Durazno	44	0
E	La Esperanza	20	0

Con la finalidad de identificar en cual de estas 5 poblaciones, se logre un mayor aprovechamiento del equipo, se hace necesario definir las distancias que existen entre estas poblaciones, dichas distancias se muestran en la siguiente matriz:

TABLA RESULTANTE

	A	B	C	D	E
A	0	176	440	528	528
B	89	0	178	267	222.5
C	142.5	114	0	114	57
D	132	132	88	0	132
E	60	50	20	60	0

TOTAL	423.5	472	726	969	939.5
-------	-------	-----	-----	-----	-------

El renglón del "TOTAL" nos indica el costo horas-hombre que se requieren para llegar desde cada población hasta en donde esté localizado el equipo, esto es, si ubicamos el equipo en la población C, se utilizarán 726 horas-hombre para trasladar a los estudiantes de las poblaciones A, B, D y E hasta la población C, por consiguiente el menor costo de operación se tendría en la ubicación A, sin embargo esta localidad no cuenta con escuela, lo que ocasiona que la instalación del equipo sea más costosa. Para estas situaciones recomendamos el instalar una caseta de fabricación sencilla y económica con capacidad para 60 personas ( que llamaremos caseta-escuela ) con un equipo de recepción terrestre cuyas características se detallarán posteriormente, lógicamente a esta población llegarían más de 60 estudiantes por lo que se hace necesaria más de una caseta, lo que incrementará el costo.

Para efectos prácticos, el costo de instalar una caseta escuela con una unidad receptora es aproximadamente cuatro veces el costo de instalar una unidad donde ya existe infraestructura, y así tener un ahorro en infraestructura para poder invertir en un número mayor de televisores en la misma localidad.

Por lo anterior las poblaciones en donde debe de ubicarse el equipo son la A, por tener el menor costo de traslado dado que es la que tiene el mayor número de habitantes entre 6 y 14 años ( edad escolar, primaria y secundaria ), instalando una caseta-escuela, y la C, dado que en esta población ya existe una escuela instalada y el costo de instalar el equipo sería mucho más bajo.

De acuerdo a lo anterior y con el fin de optimizar la asignación de las poblaciones que tendrán que trasladarse hacia las localidades "sede", elaboramos la siguiente tabla que muestra de una manera sencilla dicha asignación :

Destino	A	B	C	D	E
Origen					
A	0	1	2.5	3	3
B	1	0	2	3	2.5
C	2.5	2	0	2	1
D	3	3	2	0	3
E	3	2.5	1	3	0

Después de definir esta matriz, la cual nos indica el costo de traslado entre las poblaciones muestra, debemos de considerar también el número de estudiantes que se tendrían que trasladar hacia el lugar de ubicación final del equipo, por tal motivo y con el fin de tomar en cuenta los kilómetros hombre a recorrer, multiplicaremos las matrices de población entre 6 y 14 años y la de distancias, como a continuación se muestra:

	A	B	C	D	E
A	0	1	2.5	3	3
B	1	0	2	3	2.5
C	2.5	2	0	2	1
D	3	3	2	0	3
E	3	2.5	1	3	0

x

HAB.
176
89
57
44
20

Destino	A	C
Origen		
B	89	178
D	132	88
E	60	20

Para determinar que poblaciones se le asignan a cada ubicación, analizando la tabla anterior, se puede apreciar claramente que las localidades que menor costo de traslado representan hacia San José de la Palma es El Cerrito y hacia Cieneguilla son El Durazno y La Esperanza.

Como podemos observar, la asignación óptima de las poblaciones queda de la siguiente manera:

<u>Localidad Sede</u>	<u>Localidad Asignada</u>	<u>Costo H/H</u>
San José de la Palma	El Cerrito	89
Cieneguilla	El Durazno	88
	La Esperanza	20
TOTAL Km. HOMBRE UTILIZADOS		197

Si dividimos los Kilómetros hombre utilizados en el traslado entre el número de estudiantes de las localidades asignadas que son 153, resulta un promedio de 1.28 Km. que tendrá que recorrer cada una para llegar al centro en donde se instalarán los equipos, esta distancia es muy razonable, con lo cual facilitamos el acceso a este medio educativo, y disminuimos de manera importante el posible ausentismo.

Por consiguiente la cantidad de estudiantes en las ciudades sede será la siguiente:

San José de la Palma	265
Cieneguilla	121

Dado que Cieneguilla cuenta con una escuela, no representa problema para la instalación del equipo, en cambio San José de la Palma no cuenta con esta facilidad,

por lo que se hace necesario la instalación de una caseta-escuela, para tener un aprovechamiento razonable, se recomienda que esta no sea para más de 60 personas, esto nos indica que necesitamos 4 casetas-escuela. Con el fin de reducir costos, se pueden organizar 2 turnos de clases (matutino y vespertino) con el fin de colocar solamente 2 casetas-escuela.

### 9.3 IMPLEMENTACION DE LAS CASETAS-ESCUELA.

Con la finalidad de instalar los equipos y poder brindar a las poblaciones que carecen de escuelas la oportunidad al acceso a este sistema, es posible diseñar una caseta prefabricada con capacidad para 60 alumnos, con las siguientes características básicas:

- Durable
- Ligera
- Fácil ensamble y manejo
- Térmica
- Con buena ventilación e iluminación
- Económica
- Mínimo mantenimiento
- Modular
- Agradable a la vista

Considerando las anteriores características sugerimos utilizar el siguiente método de construcción explicándolo de manera muy somera, ya que no es el tema principal de este estudio:

**CIMENTACION:** Una losa de cimentación de 10 cms. de espesor, con armado de malla electrosoldada 8\*8 cal. 10, que se utilizará como piso y como desplante para muros, si el terreno de la localidad así lo permite.

**MUROS Y DIVISORIAS:** Ecopanel, este material es fabricado a base al material maderable de la caña de azúcar, comprimido y adherido con resinas epóxicas, mismo que se fabrica en láminas de 8 cms. de espesor y de 244 \* 122 cms. de ancho y largo respectivamente, su costo es muy bajo ya que se fabrica

utilizando el desperdicio de la caña de azúcar, es estructural por naturaleza, ligero, manejable, con características térmicas y acústicas excelentes y es compatible con cualquier tipo de acabado.

**TECHOS:** Loza a dos aguas de Copanel de 8 cms. de espesor con capa de compresión de 5 cms. de espesor

**VENTANERIA:** De aluminio anodizado natural y cristales flotado de 6 mm. de espesor, con ventilación de sifón.

**INSTALACIÓN ELECTRICA:** Poliducto de 1/2 " con cableado cal. 14. vinanel antífama e instalación de iluminación de luz incandescente. Para aquellas localidades sin disponibilidad de energía eléctrica, se deberá considerar el uso de una planta generadora adecuada para las necesidades del equipo, la caseta y futuras expansiones.

**DIMENSIONES:** Para la capacidad requerida, estimamos un área de 60 mts 2.

**COSTO:** Considerando las dimensiones antes mencionadas y los materiales a utilizar consideramos un costo aproximado de N\$ 25,000, actualmente el programa de solidaridad que nuestro gobierno ha puesto en marcha, ha tenido mucho éxito, por que se podría utilizar este programa para la instalación de las casetas-escuela.

**TIEMPO DE INSTALACION:** Como se mencionó en los capítulos anteriores, el problema de la educación es grave y no puede esperar tiempos de implementación muy largos por lo que es necesaria una planeación adecuada en tiempos de construcción de casetas así como la fabricación del equipo su distribución e implementación en las localidades seleccionadas.

#### **9.4 ELEMENTOS A EVALUAR PARA LA MEJOR SELECCION DEL EQUIPO.**

Tomando en cuenta que para el sistema que se aplicará en nuestro país, se dispone únicamente de los sistemas de satélites Morelos y Solidaridad, el problema se simplifica ya que se limitará a emplear antenas receptoras fijas al no existir la necesidad de recibir la señal de otros satélites. La industria de la televisión vía satélite ha evolucionado a un ritmo impresionante durante los últimos cinco años así, como la electrónica en general, para poder servir mejor a la comunidad. Basado en lo anterior, propondremos a continuación una guía general para la mejor selección y procedimiento de instalación del equipo a utilizar.

Para poder normar un criterio, se deberán conocer los últimos o mas recientes adelantos tecnológicos, ya que generalmente no solo acarrear beneficios técnicos sino

que también menor precio así como mayor durabilidad y confiabilidad. Entre los factores mas importantes encontramos los siguientes:

**Equipo requerido.-** Se propone el recurrir a concursos para poder seleccionar las mejores alternativas para los distintos elementos que conforman el proyecto en su totalidad (casetas, plantas generadoras, monitores, receptores, antenas, cableado, etc.), esto permitirá disponer de una gama de opciones para encontrar la mejor alternativa.

**Costo.-** El costo del sistema reviste especial importancia, debido a la magnitud de la inversión a lo largo del territorio del país así como las limitaciones económicas que éste afronta. Entre los compromisos que podemos encontrar al relacionar el costo del equipo con las especificaciones del mismo se podrá observar que están directamente relacionados con conceptos tales como durabilidad, calidad, etc. Esto es, posiblemente encontraremos sistemas de recepción considerablemente accesibles pero que comprometan conceptos como calidad de recepción, garantía y susceptibilidad a fallas.

**Garantía y Servicio.-** La posibilidad de una falla existe aún en los equipos de mejor diseño y fabricación, un usuario puede pagar costos muy elevados solo por que el fabricante o distribuidor ofrezcan un período de garantía muy corto, que tengan un servicio deficiente o peor aun que cierre su empresa.

La vida útil del equipo y de la instalación deberán ser lo suficientemente adecuados para el mejor aprovechamiento de la inversión y los programas educativos. En todo caso un fabricante serio deberá respaldar sus productos con un servicio eficiente. Una política prudente de selección incluye la selección cuidadosa de un equipo bien conocido, el estudiar bien las garantías ofrecidas y el analizar la estabilidad y reputación del fabricante o distribuidor. Esto es, no es lo mismo comprar un equipo a UNIDEN que a la empresa "PATO INTERNATIONAL".

**Considerar un Margen de Seguridad.-** Un sistema bien diseñado podrá tener un costo mas elevado en un principio, pero evitará que el usuario, en este caso los alumnos, sufran de una interrupción del servicio por causa de atenuaciones causadas por lluvia, vientos, nevadas, etc. Si se utilizan márgenes y tolerancias mas estrictos, se tendrá un sistema "sobrado" y por ende menos susceptible a fallar.

El concepto de un margen de seguridad es muy sencillo. Si el umbral del receptor es de 8.0 dB, y el sistema de satélite esta diseñado para entregar 8.0

dB en condiciones climatológicas excelentes, ¿Que pasara cuando haya un viento fuerte?. La desviación del plato fuera de su eje de mira, puede producir pérdidas de la señal así como deterioro de la imagen. También, durante una lluvia torrencial, con la absorción de las microondas por la lluvia, se puede perder hasta 0.5 dB en las frecuencias mas altas, ello producirá una ráfaga de chispas en la pantalla. Lo mismo puede ocurrir al envejecer un satélite cuando sus transmisores-transpondedores se debiliten y la potencia irradiada efectiva decaiga, o a medida que un plato, o su soporte, cedan y dejen de apuntar en forma tan precisa. Para este tipo de aplicaciones se deberá considerar un margen de seguridad de por lo menos 3 dB , ya que la calidad de recepción afectará directamente a los estudiantes y no se debe poner en riesgo su aprendizaje. Las pérdidas en la potencia de recepción de una señal podrán repercutir inclusive hasta el grado de perder la imagen.

**Amplificadores de bajo ruido (LNA).**- Este componente tiene por objeto el amplificar la señal reflejada por el plato de la antena y canalizarla por el alimentador discriminando la mayor cantidad de ruido posible. Una mala elección de este componente podrá tener consecuencias graves en la recepción de la señal. La elección del receptor estará dictada por la selección del amplificador de bajo ruido ya que estos deben ser compatibles.

**Calidad de la antena.**- La calidad de una antena estará determinada básicamente por su capacidad de reflejar y concentrar la señal recibida desde el satélite en un punto determinado (foco), la capacidad de discriminar el ruido en general y su capacidad de resistir factores climatológicos. Por ejemplo, si dentro de la selección del equipo se considera una antena de muy baja calidad en su construcción, se corre el riesgo de experimentar problemas estructurales a mediano plazo por corrosión, pérdidas de ganancia por deformación, etc. de manera que la inversión a largo plazo resultará mayor.

**Soportes de la antena.**- La antena y el LNA son las partes mas importantes de cualquier sistema vía satélite, si no se hace una elección correcta de estos, ningún gasto en receptores u otros componentes de los actualmente conocidos, será capaz de mejorar el rendimiento del sistema.

La antena deberá estar montada sobre un soporte estable, capaz de apuntar con precisión el plato hacia el arco de satélites. Un soporte endeble permitirá que la antena oscile con el viento hasta que se desplome. Se deberá tomar en cuenta un anclaje firme al poste y al soporte que la sostienen así como algún método para fijar y mantener las regulaciones y ajustes de localización.

Sin duda alguna, el mejor método para juzgar un soporte será el realizar un examen detallado de su estructura. Empuje el plato por el borde exterior para verificar si hay juego, o si los diversos ajustes se alteran con demasiada facilidad. Generalmente resulta de mucha utilidad el hacer comparaciones con otros soportes para definir nuestro criterio de aceptación.

Un factor que acentúa la importancia de incorporar un sistema robusto es que el equipo estará destinado a escuelas con población preferentemente infantil, y es de todos conocido que por naturaleza humana los niños no son precisamente "cuidadosos", por lo que la selección de las televisiones o monitores, los receptores de satélite y la instalación en general deberán contemplar especificaciones de uso rudo.

**Mantenimiento.-** Ya que mencionamos a los niños, y su capacidad o facilidad para destruir lo que esta a su alcance y otros factores tales como las inclemencias metereológicas, no podemos dejar de pensar en el mantenimiento que el equipo va a requerir, tanto correctivo como preventivo. Se recomienda la implementación de un programa periódico de mantenimiento, que permita cuidar la inversión. Este deberá considerar las siguientes premisas:

- Bajo Costo.
- Revisión periódica por lo menos una vez por mes.
- Capacidad de atender cualquier estación terrena en un plazo no mayor a 24 horas, para evitar pérdida de clases.
- Disponibilidad de refacciones.
- Capacitación del personal.

Un factor no menos importante de los ya expuestos, es el del mantenimiento predictivo, en el cual se intenta, con antelación al desarrollo del diseño o proyecto, prevenir cualquier susceptibilidad a falla en el equipo. Es decir, si se sabe que los usuarios serán niños en su mayoría, tendremos que diseñar un sistema robusto para evitar futuras fallas.

**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

El contenido expuesto en esta tesis contiene el soporte necesario para justificar una inversión tan importante y trascendente como lo es la educación de todo un país, como se mencionó anteriormente los recursos económicos con que actualmente contamos son muy limitados, no hay tiempo y el problema que afrontamos crece a un ritmo acelerado, observándose esto en los estudios realizados por INEGI en el que es evidente la gravedad del problema educativo. Esta propuesta de solución involucra una inversión menor al 1% del presupuesto anual para la educación, con un tiempo de implementación menor a un año.

La alternativa es muy clara pero quizás lejos de detenernos a realizar un análisis en la factibilidad de el empleo de la televisión vía satélite en la educación, debemos enfocar nuestra atención a un problema de mayor fondo: la metodología que se ha utilizado durante 500 años, en un sistema que concentra esfuerzos el que un alumno recite el libro de texto sin detenerse a pensar, a analizar, a debatir y comprender.

Este razonamiento podrá parecer demasiado duro y no gustarnos, pero todos hemos experimentado en un momento u otro dentro de nuestra educación. Pocos son los que pueden afirmar el haber contado con maestros excelentes durante toda su educación, y, desgraciadamente muchos los que "pasamos de noche" alguna materia, no por falta de interés, sino de recursos ya sea pedagógicos de conocimiento o de conducta de la persona encargada de transmitir su materia.

Comencemos por definir lo que a nuestro parecer sería un maestro ideal, mostrando el siguiente concepto, "Los tres elementos que constituyen la labor educativa son: la formación de valores, el desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimientos". Aplicando estas ideas, se podrá evitar el confundir la labor de enseñanza y aprendizaje con la memorización de nombres, datos, fechas, formulas etc. sin darle oportunidad al alumno de desarrollar su inteligencia.

Regresando a las características básicas citadas: formación de valores, desarrollo de habilidades y adquisición de conocimientos, es evidente que el encontrar esta característica en 800,000 maestros en la república mexicana es poco menos que imposible, pero si es posible, como quedo demostrado en este estudio, el darles tanto a maestros como alumnos un gran apoyo a través de la tecnología.

Empleando la misma lógica utilizada con anterioridad para definir al maestro ideal, la aplicaremos para encontrar "El Sistema Ideal", el cual deberá servir al maestro para que este guíe al alumno y se reduzcan las desventajas citadas, y logrando una educación homogénea.

Citemos algunas características convenientes para nuestro Sistema Ideal:

- Conocimiento de la materia.
- Habilidades pedagógicas.
- Capacidad de atraer atención.
- Despertar en el alumno la inquietud de adquirir conocimientos.
- Promover el análisis y la deducción.

Si todas estas habilidades pueden ser concentradas en un programa televisivo, empleando para su producción a un equipo de expertos como:

- Catedráticos
- Pedagogos
- Psicólogos
- Creativos
- Escenógrafos
- Animadores
- Sociólogos
- Productores

Tal grupo de profesionales, trabajando en equipo será capaz de generar una serie de programas de televisión con un altísimo nivel de calidad que se constituirá en una herramienta de apoyo didáctico para el maestro en su aula, quien al mismo tiempo tendrá la oportunidad de mantenerse al día. El maestro a su vez, podrá dedicarse a resolver las dudas de los alumnos en la localidad, concernientes al tema desarrollado.

El alcance de la televisión vía satélite no se limita a la educación de la población en edad escolar, los centros acondicionados para este propósito pueden ser a su vez utilizados para otras actividades tales como:

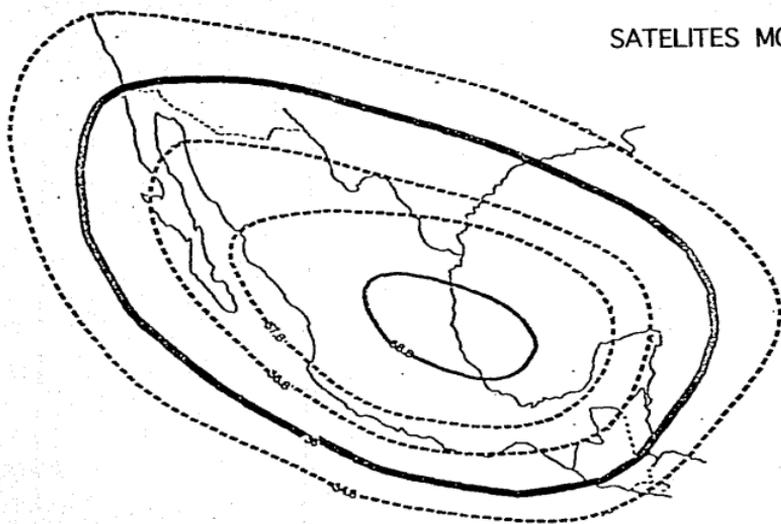
- Primaria y Secundaria para adultos.
- Instrucción especializada (Agrícola, Ganadera etc.).
- Programas de entretenimiento e información para la población.
- Protección civil y programas de emergencia.

Como estas aplicaciones podríamos listar mas, el límite es nuestra imaginación y el verdadero deseo de hacer de nuestro país un mejor lugar para nuestros hijos; que ofrezca mejores oportunidades de desarrollo y un futuro promisorio. El problema no se limita a dinero o tiempo, únicamente al deseo de superación.

**APENDICE A**

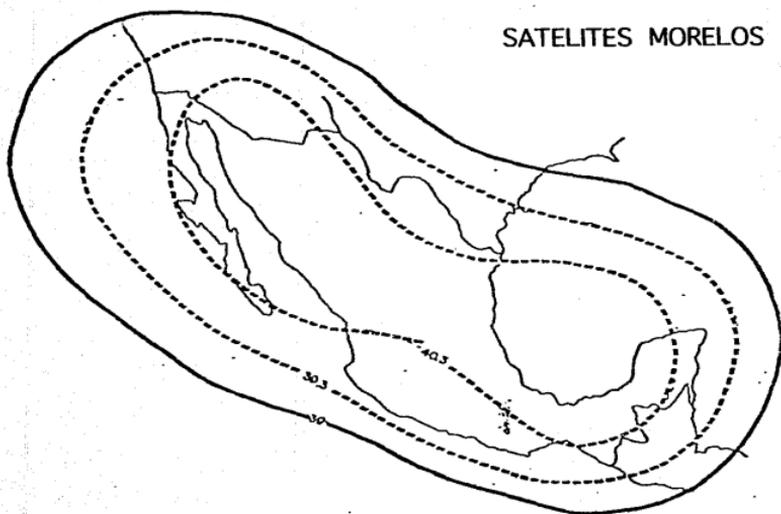
**MAPAS DE PISADA**

SATELITES MORELOS



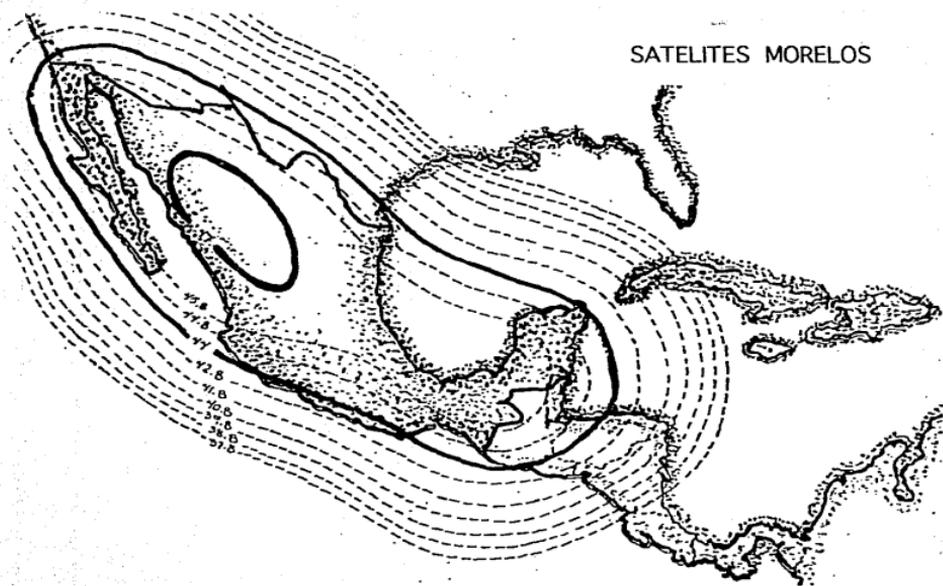
CONTORNOS DE EIRP ( dBw ) DEL SATELITE MORELOS 1  
BANDA C CANALES ANGOSTOS ( 36 MHz )

SATELITES MORELOS



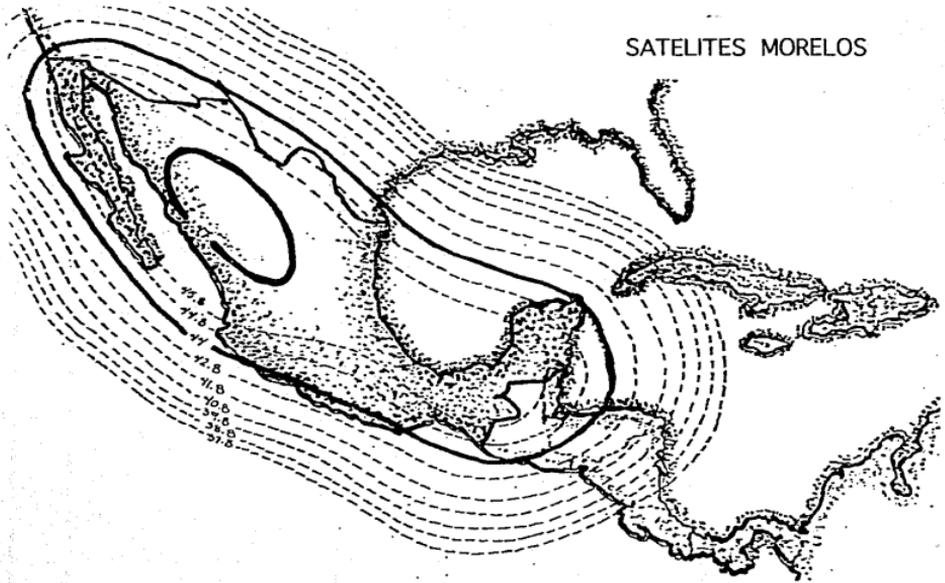
CONTORNOS DE EIRP ( dBw ) DEL SATELITE MORELOS 1  
BANDA C CANALES AMPLIOS ( 72 MHz )

SATELITES MORELOS



COBERTURA DE LA POTENCIA EFECTIVA RADIADA EIRP EN LA  
BANDA Ku DEL SATELITE MORELOS 1

SATELITES MORELOS



COBERTURA DE LA POTENCIA EFECTIVA RADIADA EIRP EN LA  
BANDA Ku DEL SATELITE MORELOS 1

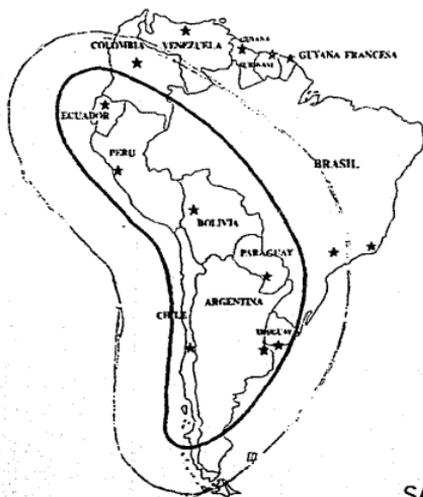
# PATRON DE COBERTURA PARA LA BANDA "C" EN LA REGION 1 (R1)



SATELITES SOLIDARIDAD

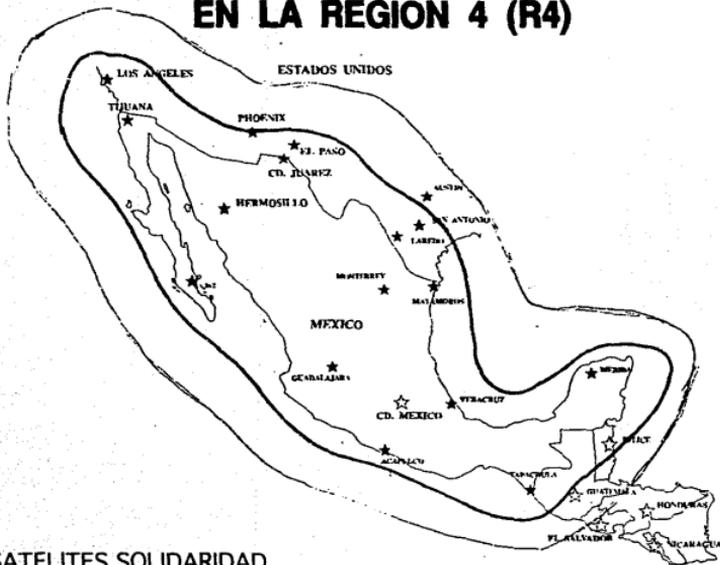


# PATRON DE COBERTURA PARA LA BANDA "C" EN LA REGION 3 (R3)



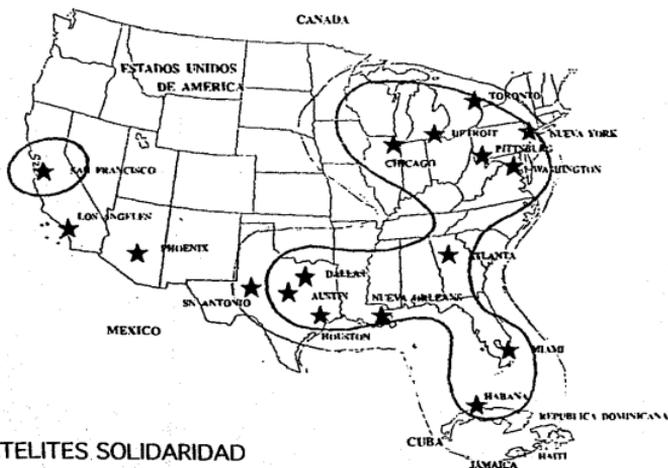
SATELITES SOLIDARIDAD

# PATRON DE COBERTURA PARA LA BANDA "Ku" EN LA REGION 4 (R4)



SATELITES SOLIDARIDAD

# PATRON DE COBERTURA PARA LA BANDA "Ku" EN LA REGION 5 (R5)



# PATRON DE COBERTURA PARA LA BANDA "L" EN LA REGION 6 (R6)



SATELITES SOLIDARIDAD

**APENDICE B**

**GLOSARIO DE TERMINOS**

## GLOSARIO DE TERMINOS

- Abertura .-** La superficie ( o área ) de una antena parabólica.
- Acimut, o Azimut .-** Grados de rotación hacia la derecha a partir del norte geográfico.
- Alfabeta .-** Individuo de mas de quince años que se dice capaz de recibir o dar un recado escrito. (termino descrito por INEGI para fines censales).
- Alfabetización .-** Acción de enseñar a leer y escribir.
- Alimentador .-** Dispositivo que capta las señales de microondas reflejadas por la superficie de la antena. Se instala en el foco de las antenas parabólicas de un solo foco.
- Alineación .-** El proceso de sintonización fina de una antena parabólica o de un circuito electrónico con el fin de lograr el máximo de sensibilidad y capacidad de recepción de señales.
- Amplificador .-** Dispositivo que se emplea para aumentar la potencia de una señal.
- Ancho de Banda .-** Es la gama de frecuencias que se permite pasar a través de un circuito.
- Angulo de elevación .-** El ángulo vertical medido desde el horizonte hasta el satélite objetivo.

<b>Antena .-</b>	Dispositivo que concentra y enfoca energía electromagnética. Con este proceso se obtiene una ganancia de energía, que es proporcional al área superficial en el caso de una antena de microondas.
<b>Atenuación .-</b>	Disminución relativa de un nivel; Acción y efecto de minorar o disminuir.
<b>Banda C .-</b>	Es la banda de frecuencias de 3.7 a 4.2 GHz en que funcionan algunos satélites.
<b>Canal .-</b>	Segmento de un ancho de banda que se emplea para un enlace de comunicaciones.
<b>Decibel (dB) .-</b>	Término con que se expresa la relación de niveles de potencia, relación que sirve para indicar la ganancia o pérdida de las señales.
<b>Educación .-</b>	Acción de desarrollar las facultades físicas, intelectuales y morales; la educación es el complemento de la instrucción.
<b>Estación terrestre .-</b>	Una estación completa de transmisión o recepción vía satélite; consiste de la antena, dispositivos electrónicos y equipos afines necesarios para recibir o transmitir señales vía satélite.
<b>Frecuencia .-</b>	El número de vibraciones por segundo de una señal electromagnética, expresada en Hertz.
<b>Ganancia .-</b>	Es la cantidad de amplificación de la potencia de salida con respecto a la de entrada. Generalmente se expresa como un factor de multiplicación o en decibeles.
<b>INEGI .-</b>	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
<b>Infraestructura .-</b>	Conjunto de instalaciones al servicio de una población, indispensables para llevar a término determinada actividad.

- Instrucción .-** Curso de un proceso de enseñanza.
- INTELSAT .-** Consorcio internacional de telecomunicaciones por satélites, entidad de 154 países dedicados al objetivo común de mejorar las comunicaciones vía satélite a nivel mundial.
- Longitud de Onda .-** La distancia entre dos puntos que en un instante dado tienen el mismo estado de vibración.
- Ku Banda .-** Es la banda de frecuencias de microondas entre 11.7 y 12.2 GHz.
- LNA (Low Noise Amp).-** Amplificador de bajo nivel de ruido. Este dispositivo, también llamado comúnmente amplificador de bajo ruido, se usa para la recepción y amplificación de la señal débil del satélite reflejada por la antena y canalizada por un alimentador.
- Marginado .-** Limitado o circunscrito, término utilizado para denotar alguna carencia.
- Microondas .-** La gama de frecuencias que abarca desde aproximadamente 500 MHz hasta 30GHz.
- Modulación .-** Procedimiento por el cual se agrega un mensaje a una onda portadora. Esta operación se puede efectuar mediante variación de la amplitud o modulación de la frecuencia.
- NTSC .-** (National Television System Committee).

<b>Onda .-</b>	Sucesión de eventos, sinusidad o alternancia
<b>Orografia .-</b>	Descripción de las montañas.
<b>PAL .-</b>	(Phase Alternate Line) Alternación de fase por línea. Sistema europeo de televisión en colores que difiere del formato norteamericano NTSC.
<b>Parábola .-</b>	Forma geométrica que tiene la propiedad de reflejar en un punto focal todas las señales paralelas a su eje.
<b>PIB .-</b>	Producto Interno Bruto.
<b>Pisada .-</b>	La zona geográfica hacia la cual dirige su señal la antena de enlace descendente de un satélite.
<b>Polarización .-</b>	Una característica de las ondas electromagnéticas. En las transmisiones vía satélite se emplean cuatro sentidos de polarización.
<b>Portadora Onda .-</b>	Una sola señal de radiofrecuencia que es modulada para conducir información.
<b>Radiofrecuencia .-</b>	La banda de frecuencias de 10kHz a 100GHz del espectro electromagnético usado en las comunicaciones por el hombre.
<b>Ruido .-</b>	Señal no deseada que interfiere la recepción de la señal de información deseada.
<b>SATCOM .-</b>	Comunicaciones vía satélite.
<b>Satélite .-</b>	Astronave situada por un cohete en órbita elíptica alrededor de un planeta.
<b>Temperatura de Ruido.-</b>	Medida de la magnitud de ruido térmico presente en un sistema o dispositivo. Mientras mas baja sea la temperatura de ruido, mejor es la calidad del sistema o dispositivo.

**Transpondedor .-**

Castellanización de "Transponder". Transmisor respondedor, un repetidor, receptor y transmisor de microondas, que se emplea en un satélite para amplificar y cambiar la frecuencia de un canal de comunicación de enlace ascendente.

**Umbral (Threshold).-**

La entrada mínima de señal con relación al ruido para que un videoreceptor pueda presentar una imagen aceptable.

**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

ENCICLOPEDIA DE MEXICO  
Impresora y Editora Mexicana, S.A. de C.V.  
Cuarta Edición 1978

EDUCAR: PANACEA DEL MEXICO INDEPENDIENTE  
Anne Staples  
Ediciones El Caballito  
Secretaría de Educación Pública

THE NEW GROLIER ELECTRONIC ENCYCLOPEDIA  
Academic American Encyclopedia (CD-ROM)  
1991 Edition

THE 1990 TIME MAGAZINE COMPACT  
Bordering on Friends, August 7, 1989  
TIME Inc. Magazine Company

UNESCO STATISTICAL YEARBOOK  
United Nations 1989  
Educational, Scientific and Cultural Organization Paris, France

WORLD POPULATION DATA SHEET  
Population Reference Bureau Inc.  
Washington D.C. 1990

TELEDATO  
REVISTA DE LAS DIRECCIONES GENERALES DE TELECOMUNICACIONES  
Y DE CONCESIONES Y PERMISOS DE TELECOMUNICACIONES  
Editada por Publicaciones TELECOMEX  
Marzo de 1984

PAPELES EL SISTEMA DE SATELITES MORELOS  
Tenemos presente nuestro futuro.  
Editados por JR FORTSON Y CIA. S.A. Editores  
Marzo de 1985

REVISTA VIDEO  
Editada por REESE COMMUNICATIONS INC.  
Enero de 1987

REVISTA NUEVAS TECNOLOGIAS  
Editorial ORBIS MARCOMBO  
Enero de 1987

LOS SATELITES ARTIFICIALES  
Rafael Clemente Soler  
Editorial SALVAT EDITORES  
Febrero de 1974

THE GLOBAL SATELLITE SYSTEM  
INTELSAT  
Enero de 1972

TELEVISION VIA SATELLITE  
COMSAT  
Enero de 1975

**SATELLITES TODAY**

Frank Baylin

Editado por CON SOL NETWORK INC.

Mayo de 1985

**FUNDAMENTOS DE TEORIA ELECTROMAGNETICA**

Ing. Moisés Torres Basurto

Editado por EDITORIAL DIANA

Agosto de 1980

**LA HISTORIA DE NUESTRO AMIGO SATELITE**

Guido Martina

Editado por EDITORIAL NOGUER

1961

**SATELLITE COMMUNICATIONS**

Robert M. Gagliardi

Editado por WADSWORTH INC.

1984

**SATELLITE COMMUNICATIONS**

**DICTIONARY OF TECHNICAL VOCABULARY AND TERMINOLOGY**

Ismael S. Dieguez

Editado por DUPLICATA PRESS

1982

**REVISTA COMUNICACIONES**

**SUPLEMENTO ESPECIAL DE SISTEMAS DE SATELITES SOLIDARIDAD.**

Editada por LATCOM INC.

Primer trimestre de 1992 Vol. 14

**SOLIDARIDAD TRAINING PROGRAM**

**SURVEY OF SPACE AND COMMUNICATIONS SYSTEMS VOLUME 1**

Editado por HUGHES SPACE AND COMMUNICATIONS GROUP

Mayo de 1992

**THE WORLD FACT BOOK**  
Central Intelligence Agency  
Washington D.C. 1990

**GUANAJUATO**  
Perfil Sociodemográfico  
XI Censo General de Población y Vivienda 1990  
INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)

Estados Unidos Mexicanos  
Resumen General  
XI Censo General de Población y Vivienda 1990  
INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática)