

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**RECEPCIÓN DE TV DIGITAL VIA SATELITE EN BANDA C**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**WILFREDO ANTONIO SÁNCHEZ HERRERA**

**PROMOCIÓN**

**1991-II**

**LIMA-PERU**

**2007**

## **RECEPCIÓN DE TV DIGITAL VÍA SATÉLITE EN BANDA C**

A mis padres Marcelo y Alejandrina, a quienes les debo todo en la vida.

A mis hermanos Irene, Gregorio, Elizabeth, Héctor y Eny, quienes constituyen mi ejemplo de superación.

A mi esposa Gloria y mis hijos Wilfredo, Jeannet, Elizabeth y Cinthya, por sus invaluables apoyos.

En especial a la que en vida fue mi abuelita Julia, sinónimo de Trabajo.

## SUMARIO

Los objetivos del presente **Informe de Suficiencia** son:

- 1.- Emplear la tecnología satelital, aplicada a la Radiodifusión por Televisión, en la red de enlace vía retransmisoras con que cuenta actualmente IRTP y que une y da cobertura a muchas ciudades y localidades rurales a Nivel Nacional.
- 2.- Mejorar en forma sustancial la actual tecnología de los equipos usados en la transmisión y recepción de la señal de televisión, con el consiguiente mejoramiento en lo que respecta a calidad de imagen y sonido y desempeño del Sistema.
- 3.- Hacer factible una ampliación de la red actual a nivel nacional de una forma mucho más simple, más económica y más funcional.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ANTECEDENTES HISTORICOS</b>	24
1.1 Tipos de cobertura	27
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>STANDARES DE CODIFICACIÓN</b>	30
2.1 Compresión Digital MPEG-2 Para Televisión Digital	30
2.2 Solución Reducir la Información Enviada	32
2.2.1 Redundancia Espacial	
2.2.2 Redundancia Temporal	
2.2.3 Redundancia Estadística	
2.3 Compresión MPEG-2	33
2.3.1 Compresión Interframe	
2.3.2 Diferentes Tipos de Frames (Fotogramas)	
2.3.3 Compensación del Movimiento	
2.3.4 Aprovechemos la Redundancia Espacial para Reducir más la Transmisión de BITS	
2.3.5 Utilicemos la Redundancia Estadística para Reducir aún más la Transmisión de BITS	
2.4 DVB: El Standard de la Televisión Digital	47
2.4.1 Estándares DVB	
2.4.2 Vídeo	
2.4.3 Audio	
2.4.4 Niveles de Calidad	
2.5 DVB-S: Televisión Digital por Satélite	55
2.5.1 La Modulación	
2.6 SCPC y MCPC	62
<b>CAPITULO III</b>	

<b>COMPONENTES DE TVRO DIGITAL</b>	<b>65</b>
3.1 Antenas De Estaciones Terrenas TVRO	65
3.1.1 Tipos de Antena	
3.1.2 Control Automático de Antena Parabólica	
3.2 Teoría Básica Utilizada.	67
3.2.1 Ángulos de Azimut y Elevación	
3.3 Ajuste de Antenas Parabólicas Motorizadas	69
3.3.1 Términos Utilizados	
3.4 Instrumentación Necesaria	73
3.4.1 Determinación del Ángulo de OFFSET	
3.4.2 Ajuste de la Montura	
3.5 Algunos Consejos	79
3.6 Características Eléctricas de la Antena	80
3.6.1 Ganancia de la Antena	
3.6.2 Directividad	
3.6.3 Diagrama de Lóbulos Laterales	
3.6.4 Temperatura de Ruido	
3.6.5 Polarización	
3.6.6 Alimentador	
3.6.7 Factor de Calidad del Sistema	
3.6.8 Descripción del Sistema de Recepción	
3.6.9 Elementos del Sistema de Recepción	
3.7 Capturas TV Satélite	90
3.7.1 Emisiones Internacionales	
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>96</b>
<b>PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL PERÚ</b>	<b>96</b>
4.1.- Proyecto “Apoyo a la Comunicación Comunal” – MTC.	96
4.1.1.- Diagrama del Sistema de Transmisión	96
4.1.2.- Descripción del Sistema de Transmisión	96
4.1.3 Elementos del Sistema de Transmisión	
4.1.4 Sistema de Energía	
4.1.5 Constelación de Satélites a los Cuales se Pueden Acceder Mediante una Antena Parabólica.	

RECOMENDACIÓN Y CONCLUSIÓN.	103
APENDICE	104
BIBLIOGRAFÍA	119

## INTRODUCCIÓN

### **El mundo de los satélites**

Las comunicaciones por satélite son en nuestro tiempo de extrema importancia.

Debemos definir al satélite de comunicaciones como "un repetidor radioeléctrico ubicado en el espacio, recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra". Es decir es un centro de comunicaciones que procesa datos recibidos desde nuestro planeta y les envía de regreso, bien al punto que envió la señal, bien a otro distinto. Los satélites pueden manipular datos, complementándolos con información del espacio exterior, o pueden servir sólo como un espejo que rebota la señal.

Muchos funcionan a partir de celdas solares, que alimentan sus centros de energía al convertir los rayos solares en energía eléctrica (las enormes aspas de molino que los caracterizaron durante años). No obstante, dicha tecnología va siendo sustituida por turbogeneradores que producen energía a partir del calor solar y de las reacciones nucleares, que son más pequeños y livianos que las celdas. Actualmente se desarrolla el uso de radioisótopos como fuentes de poder, pero todavía están en periodo de prueba.

La velocidad con que un satélite gira alrededor de la tierra está dada por la distancia entre ambos ya que el mismo se ubicará en aquellos puntos en los que la fuerza de gravedad se equilibre con las de fuerza centrífuga; cuanto mayor es esa distancia, menor es la velocidad que necesita el mismo para mantenerse en órbita.

Es importante señalar que todo aparato debe quedar por encima de las cien millas de altitud respecto a la superficie de la Tierra, para que no sean derrumbados por la fuerza de gravedad terrestre. Los satélites ubicados en promedio a 321.80 kilómetros de altitud se consideran de órbita baja; y de órbita alta los que alcanzan distancias hasta de 35, 880 kilómetros sobre la superficie.

Los satélites son controlados desde estaciones terrestres que reciben su información y la procesan, pero que también monitorean el comportamiento y órbita de los aparatos. Por lo general, los centros terrenos no son aparatosas instalaciones, sino más bien pequeños tableros con poco personal que sin embargo controlan funciones geoespaciales especializadas.

El problema jurídico que se presenta, se encuentra íntimamente vinculado con el llamado Derecho de las Radiocomunicaciones y con el Derecho Internacional Público. Con este tema planteado decimos que las comunicaciones por satélite son un capítulo del Derecho Espacial, por ser de actividad Espacial, porque para que estas comunicaciones se hagan realidad se tienen que cumplir por medio de satélites y esto nos ubica en el Espacio ultraterrestre y el Derecho Espacial rige las relaciones jurídicas que se cumplen en ese ámbito.

Felix Fernández Shaw piensa que tres ramas del derecho tienen relación con el marco jurídico internacional de la radio difusión: El Derecho Espacial, el Derecho Internacional de las Telecomunicaciones y el Derecho Internacional de la Radiodifusión y expresa además que se debe tener presente que el satélite que utiliza la radio difusión está ubicado precisamente en la zona que cubre el Derecho Espacial.

De esto se desprende que el Derecho Espacial regula los problemas de las comunicaciones por satélites, sin perjuicio de que otras ramas de la ciencia jurídica también regulen los aspectos que le son específico de estas actividades.

El Derecho Espacial se está ocupando hoy de todos los problemas que nos presentan las distintas clases de comunicaciones por satélites. En este caso nos preguntamos ¿qué son las comunicaciones por satélite?, son la Telecomunicaciones que se logran mediante un satélite, generalmente ubicado en una órbita geoestacionaria, quiero decir, son Comunicaciones que se logran por medio de ondas radioeléctricas, utilizando a ese fin un satélite artificial de la Tierra para la transmisión de mensajes auditivos o visuales o ambos a la vez.

La órbita de un satélite llamado geoestacionario, (también lo llaman geosincrónico), es una órbita circular, contenida en el plano ecuatorial de la Tierra, que tiene la singular propiedad de que un satélite efectúa en ella una revolución completa alrededor del eje terrestre en 24 horas, es decir en el mismo periodo de rotación de la Tierra alrededor de su eje; y como el satélite tiene la

misma dirección de rotación que la Tierra, el satélite pareciera estar siempre en un mismo lugar, en una posición fija al observador situado en cualquier punto de la superficie de nuestro planeta.

El aprovechamiento de dicha órbita, para fines de comunicaciones, fue propuesto en 1945 por el científico Ingles Artur C. Clarke y utilizado por primera vez en el año 1963 por la nave "Sincom" de la NASA, siendo el "Early Bird" también llamado "INTELSAT I" el primer satélite comercial (1965).

A partir de entonces el empleo de este tipo de satélites se ha extendido de forma extremadamente rápida, a tal punto que hoy en día hay gran cantidad de ellos.

Ubicamos ahora a las comunicaciones por satélite dentro del marco de las telecomunicaciones La U.I.T. (Unión Internacional de Telecomunicaciones) define a las éstas como "Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otras sistemas electromagnéticos." Esta definición abarca todas las comunicaciones, pues entonces las comunicaciones por satélite serán las que utilizan el satélite como un punto superior para un enlace de telecomunicaciones entre puntos de la tierra (servicios fijos o móviles), o aquellas en que las telecomunicaciones son los únicos medios posibles para transmitir informaciones de todo género entre el satélite y la tierra y viceversa.

Nos preguntamos que es la radiodifusión, el Convenio Internacional de Telecomunicaciones la concibe como un servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas por el público en General. Este servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género, va del organismo de origen al público en general y no tiene retorno; no existe interlocutor. En cambio en una comunicación telefónica por satélite - que no es radio difusión sino telecomunicación- ambas partes son protagonistas de la comunicación. Se puede expresar entonces que la radiodifusión es una especie de telecomunicación, siendo esta última el género.

Servicio de radiodifusión por satélite: en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.

En el servicio de radiodifusión por satélite el término recepción directa abarca tanto la recepción individual como recepción comunal.

a.) **Recepción individual.** Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones domesticas sencillas y, en particular, aquellas que disponen de antenas de pequeñas dimensiones.

b.) **Recepción Comunal.** Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones receptoras que en casos, pueden ser complejas y comprender antenas de mayores dimensiones que las utilizadas para recepción individual y destinadas a ser utilizadas:

- por grupo del publico en general en un mismo lugar
- o mediante un sistema de distribución que dé servicio a una zona limitada.

Vimos que las comunicaciones por satélite pueden realizarse, de dos maneras: las comunicaciones de "punto a punto" y la radiodifusión por satélite. Las primeras son las que la señal, desde una estación terrena, es enviada al satélite que las recibe, la mejora y limpia de ruidos y la envía para ser captada por otra estación de la Tierra; estas comunicaciones son las que permiten al espectador de televisión, por ejemplo, ver un partido de fútbol mientras se está desarrollando en otro lugar o continente, o una pelea de box etc.; este sistema se trasmite a través de satélites que son operados por dos organizaciones internacionales diferentes y que no podemos dejar de hacer, aunque sea, una breve referencia sobre los sistemas que existen en la actualidad.

Hay que distinguir en principio los internacionales aquellos que prestan servicios con relación a un grupo de estados que conforman una región determinada (regionales) y por último los que atienden exclusivamente a los Estados en forma individual (nacionales).

En la actualidad existen dos sistemas que brindan servicios internacionales. Uno de ellos es el prestado por INTELSAT (que hicimos referencia anteriormente), fundada en Washington en 1964, es un ente dedicado a las comunicaciones por Satélite. Aproximadamente el 59% de las acciones de la Intelsat quedó en manos de EEUU.

El objetivo principal de INTELSAT es el suministro - sobre una base comercial- del segmento espacial necesario para proveer a todas las áreas del mundo y sin discriminación de servicios internacionales públicos de telecomunicaciones de alta calidad y confianza. También tendrán el beneficio las áreas de un mismo país que estén separadas por jurisdicciones de otro Estado, por el mar y áreas que no estén comunicadas entre sí mediante estaciones terrestres de banda ancha y separadas por tales accidentes geográficos que impidan la instalación de las mismas. Tenemos que aclarar aquí que "segmento espacial" designa "los satélites de telecomunicaciones, las instalaciones y los equipos de seguimiento, telemetría, telemando, control, comprobación y demás elementos necesarios para el funcionamiento de dichos satélites.

Sus satélites se hallan ubicados sobre los Océanos Atlántico, Pacífico e Indico, cubriendo de este modo casi todo el globo terrestre.

La red de estaciones terrenas de Intelsat es compleja; comprendía en 1975 un total de 97 estaciones en 71 países de zonas de Atlántico, del Pacífico y del Indico; en 1976 más de 90 naciones estaban vinculadas electrónicamente por medio de satélites de comunicaciones y sus estaciones terrestres.

El otro sistema, que se denomina INTERSPUTNIK, el objeto es crear un sistema internacional del servicio de telecomunicaciones por satélites artificiales de la Tierra y a fin de asegurar la colaboración y coordinación en la elaboración de proyectos, creación y desarrollo del sistema de telecomunicaciones, las partes instituyen una organización Internacional Intersputnik llamada "Organización". Esta constituye la respuesta de los países de la órbita Soviética a la existencia del Intelsat, a la que no pertenece por no haber concurrido a las respectivas convocatorias. Son sus miembros los países integrantes de Europa oriental y Cuba. El sistema tomó ese nombre por el primer satélite artificial lanzado por los Soviéticos el 4 de octubre de 1957, que constituyó la avanzada inicial del Hombre hacia el espacio Ultraterrestre.

Presta su servicios por intermedio de los satélites MOLNYA, RADUGA y GORIZONT, que enlazan a los nueve países miembros.

Un caso particular de los servicios internacionales son los regionales, es decir el enlace de países que integran una determinada región geográfica; por ejemplo se puede citar los sistemas proyectados por Europa Occidental

(EUROSAT), por los países integrantes del Pacto Andino (CONDOR) y el de los países Arabes (ARABSAT). Nos quedan por nombrar a los Nacionales, o sea, aquellos limitados a prestar servicios con relación a un solo país. El primero de este tipo se inauguró en Canadá en el año 1972, al ponerse en servicio el satélite ANIK-A, el primero de una serie que hoy tiene 7 satélites.

Aclaremos que tanto los servicios Nacionales como las Regionales, pueden ser brindados por satélite cuyo propietario no es el usuario del mismo. Tal modalidad se logra mediante el alquiler de parte de la capacidad de un satélite a su propietario. se cita por ejemplo el llamado "Plan Soberanía" utilizado por en su momento por ENTEL, que usaba parte de la capacidad de un satélite Intelsat y pagaba por esto una tasa anual.

No tendría que dejar de hacer una simple mención a la Organización Consultiva Marítima Internacional, que es la institución especializada de las Naciones Unidas que se ocupa de las cuestiones marítimas. Esta organización es conocida con la sigla OCMI y ha venido preocupándose desde el comienzo de las actividades espaciales por la posibilidad de usar técnicas de las comunicaciones espaciales para los fines marítimos de la navegación. El interés se ha centrado con motivo de mejorar los sistemas tradicionales de comunicaciones para los casos de accidentes marítimos, para mejorar las comunicaciones de seguridad, para determinar la posición de los barcos, especialmente cuando las rutas son muy transitadas, de atender a las necesidades operacionales etc.

El criterio de esta organización es que se debe institucionalizar un sistema internacional de satélites marítimos, el que debe posibilitar el intercambio de mensajes telefónicos, geográficos y en facsímil y radiodeterminación y también la interconexión con los actuales sistemas de navegación.

### **I.1.- Elementos que componen el sistema de comunicaciones por satélite**

Un sistema de comunicaciones por satélite esta compuesto por los siguientes elementos:

**I.1.1.) satélite**

**I.1.2.) centro de control**

**I.1.3.) estación terrena**

**I.1.1.) Satélite.** Constituye el punto central de la red y su función es la de establecer comunicaciones entre los diversos puntos de la zona en la que atiende. En un sistema puede haber mas de un satélite, uno en servicio y otro de reserva ( que puede estar en órbita o en tierra), o bien uno en servicio, otro de reserva en órbita y un tercero de reserva en tierra. La posición adoptada dependerá de la confiabilidad que se pretende obtener.

**I.1.2.) Centro de control.** Que también se le llama TT&C (telé mediación, telemando y Control), realiza desde tierra el control del satélite.

**I.1.3.) Estación terrena.** Forma el enlace entre el satélite y la red terrestre conectada al sistema. Un sistema puede operación algunas decenas o centenas de ellas, dependiendo de las servicios brindados.

Finalmente, en un proyecto para la puesta en órbita de un satélite se deben tener en cuenta los LANZADORES, que son los vehículos necesarios para la colocación de los satélites en su punto de operación. Se suele dividir a los sistemas de este tipo en dos segmentos:

- a) EL ESPACIAL, formado por satélites, el centro de control y ocasionalmente, los lanzadores y
- b) EL TERRENAL formado por las estaciones terrenas.

## **I.2. Segmento espacial características.**

**I.2.1. Satélite** de comunicaciones: Esta compuesto esencialmente por conjuntos de repetidores de señales radioeléctricas o transpondedores (formado por receptor, amplificador y transmisor) y por sistemas de apoyo. Los equipos de comunicaciones, incluyendo antenas y repetidores constituyen, la carga útil del satélite. Entre los Sistemas de apoyo, se pueden mencionar: control térmico, sistema de energía, estructura, sistema de propulsión, sistema de control y sistema de estabilización.

**I.2.2. Estación TT&C:** este segundo elemento posee todos los equipos necesarios para mantener al satélite en su posición orbital, posibilitando la realización desde tierra de todas las operaciones necesarias para tal fin. Esta estación se halla ubicada dentro de la zona de servicio y es propiedad del dueño del satélite.

**I.2.3. Lanzadores:** los países con mayor capacidad de poner satélites en órbita geostacionaria son: Francia, EEUU., Japón, India, China; solo los EEUU

(NASA) y Francia (ARIANESPACE), colocan satélites de terceros países en órbita.

#### **I.2.4. Segmento terrestre.**

Esta compuesto por las distintas estaciones terrenas destinadas a la recepción y transmisión de señales mediante la utilización de satélites de comunicaciones.

Existen distintos tipos de estaciones terrenas. Los diferentes matices que se ofrecen en la práctica están dados según el servicio a que las mismas estén destinadas. Se pueden mencionar a la estaciones: estación master, la que se encarga de la gestión del sistema y habitualmente se encuentra ubicada en el nudo principal de la red, situamos también la estaciones de alto trafico y las de trafico medio y bajo, cuyas características permiten la atención de un elevado numero de canales de trasmisión y recepción o bien puede ser de una menor cantidad de estos. Destacamos también las estaciones rurales -de bajo costo- y las denominadas estaciones TVRO (TV receiver only) que permiten solo la recepción de una o varias señales de TV y/o de radiodifusión sonora.

#### **I.2.5. Satélite domestico, aplicabilidad con respecto a nuestro país.**

La Creación de la Organización Mundial de Telecomunicaciones por vía satélite INTELSAT ha permitido, a partir de 1965, un gran desarrollo de los servicios internacionales de comunicaciones y mas particularmente de intercontinentales en el mundo entero. Los proyectos de sistemas nacionales y regionales han empezado a elaborarse a partir de 1970, para responder a las necesidades específicas que el sistema Intelsat no estaba en condiciones de satisfacer de manera optima.

En el comienzo el desarrollo progresivo de la red nacional de telecomunicaciones ha podido funcionar normalmente a través de medios terrestres de comunicación (radio-enlace y cables subterráneos), la utilización de enlaces por satélite constituye desde ahora un complemento especial de los medios terrestres para satisfacer algunas de las siguientes exigencias: La extensión de la red nacional en las zonas situadas a distancia, una mayor seguridad en el encaminamiento del tráfico, la distribución de programas de radiodifusión sonora y televisión, introducción de nuevos servicios etc. Para las Naciones de gran extensión territorial (Canadá, India Argentina etc.), las que no

poseen sistemas terrestres desarrollados (Zaire, los países árabes etc.) el satélite se convierte en el único medio para llevar las comunicaciones a todo su territorio y por eso han recurrido a él.

No podemos dejar de exponer que nuestro país posee ciertas características que lo hacen particularmente apto; por su extensión cuya totalidad no esta cubierta por redes terrestres, por ser un país donde teniendo en cuenta la repartición de los centros de producción y de decisión la necesidad de comunicarse a larga distancia es grande, tanto sea para telefonía o nuevos servicios; para la utilización de satélites.

También decimos que un sistema nacional de comunicaciones vía satélite no reemplaza a los sistemas tradicionales (cable coaxial, fibra óptica etc.) sino que se complementa, ampliando en forma notable la capacidad total del sistema como así también su flexibilidad.

Hago una breve comparación entre un sistema propio y uno arrendado. El alquiler de parte de la capacidad de un satélite de otro, evita los gastos del lanzamiento y la instalación en tierra de equipos que controlen el satélite. Cuando se alquila, es solo una parte de la capacidad necesaria, permitiendo pasar a un satélite propio cuando la demanda sea justificable. Pero la posesión de un satélite propio (mayor potencia disponible en tierra) permite la utilización de estaciones más pequeñas y por ello más económicas; a parte aún utilizando menos de la mitad de la capacidad de un satélite propio esto resulta más económico que el alquiler de la capacidad de otro, a su vez con el resto de nuestra capacidad podríamos arrendarla a países vecinos.

Le agrego a esto, el factor importantísimo que es para los países en vía de desarrollo el uso de estaciones más pequeñas, que permitan una mayor participación en la industria local.

#### **1.2.6. Ventajas y desventajas.**

Un satélite es un simple repetidor radioeléctrico y como tal puede estar capacitado para procesar cualquier servicio de comunicaciones. Remarcamos algunas ventajas de estos sistemas:

- a.) Cobertura inmediata y total de grandes zonas geográficas, al contrario de los sistemas terrestres clásicos, de lenta implantación;

- b.) Posibilidad de independizarse de las distancia y de los obstáculos naturales como las montañas etc.

La posición privilegiada del satélite en la órbita geoestacionaria permite a todas las estaciones, situadas en la zona de cobertura del satélite, el acceso simultáneo al sistema; además del interés económico, la instalación de un satélite nacional encuadraría con ciertos ejes políticos de la ARGENTINA, tales como la descentralización administrativa de los servicios del Estado, la tan importante en estos tiempos integración cultural de las distintas regiones.

En el plano nacional, un proyecto de tal importancia daría sin duda alguna impulso a la economía del país mejorando la producción y promoviendo nuevas actividades industriales, también en aspectos relacionados con lo militar y defensa nacional, estos últimos no son brindados por el sistema Intelsat.

Con respecto a las desventajas, cabe citar el elevadísimo costo inicial, el cual solo podría ser afrontado mediante la gestión de un crédito internacional; en opinión considero que no constituye obstáculo insalvable, sino que el principal inconveniente estaría dado en la necesidad de tomar una decisión política a través de la cual, se superen intereses sectoriales y contradictorios en lo que atañe a este tema que nos ocupa y se implemente definitivamente el sistema teniendo en miras fundamentalmente el bien de toda la comunidad.

### **I.2.7. Consideraciones finales**

El horizonte de las nuevas tecnologías presenta hoy en día numerosas interrogantes que ciertamente nos mueven a la reflexión y al discernimiento. Estamos recorriendo la recta final hacia un nuevo milenio y esta realidad nos lleva a una natural expectativa. En esta situación el universo de las nuevas tecnologías, día a día, nos presenta un despliegue potentoso y asombrosamente acelerado de novedosos métodos, procesos, máquinas e instrumentos.

Pues entonces, debemos mencionar que nuestro país corre el riesgo de no mediar una decisión política firme encaminada al tema que analizamos- de perder los puntos orbitales oportunamente reservados por U.I.T .

Las Iniciativas presentadas y observadas hasta el momento, hacen necesario que nuestro país adopte ya mismo una decisión de fondo sobre su política en materia satelitaria; de no ser así, quedaríamos expuestos a perder el

rumbo en esta importante cuestión y arribar al año 2002 sin haber llegado a formar parte del grupo de países adecuadamente comunicados.

Al respecto, cabe citar la opinión del jurista más destacado en el tema "... Ningún país puede dejar de tener su sistema nacional de satélite, porque ningún progreso podrá verificarse sin este complemento insustituible. Países como la ARGENTINA deben contar sin demora con un sistema nacional de comunicaciones por satélite. Ello servirá más que todo otro esfuerzo tecnológico a la investigación nacional y afianzará todo tipo de cooperación internacional..." (Aldo Armando Cocca).

Desde el punto de vista de la transmisión, la comunicación vía satélite presenta las siguientes ventajas:

- Posibilidad de efectuar transmisiones de televisión punto a punto de larga distancia.
- Amplia cobertura para la radiodifusión de televisión.
- Posibilidad de llegar a lugares muy remotos, económicamente difíciles de alcanzar con otros medios de comunicación.
- Posibilidad de recibir transmisiones en vivo desde distintos lugares del planeta.

Las transmisiones domésticas de televisión por satélite, codificadas o no, fueron rápidamente adoptadas por muchos países. El Perú también incorpora este servicio, a través de un satélite del consorcio INTELSAT, PANAMSAT u otros.

## CAPÍTULO I ANTECEDENTES HISTORICOS

Como una manera de agradecimiento al quien fue el autor e ideólogo de las comunicaciones por satélite utilizando órbita geoestacionaria, aquí se muestra tres páginas de la publicación que realizó Arthur C. Clarke, en 1945 con el título: Arthur C. Clarke Extra Terrestrial Relays:

En éste tratado Clarke fundamenta matemáticamente el desarrollo de las comunicaciones por satélite, proponiendo primero que un cuerpo permanece fijo con respecto a un punto situado en la tierra, siempre que esté a una determinada distancia de la superficie de la misma, girando a una cierta velocidad y que para cubrir toda la superficie de la tierra con una señal proveniente del espacio, se necesitan de tres satélites ubicados estratégicamente y separados cada uno a  $120^\circ$ . Con el tiempo una vez comprobada lo cierto del tratado, este lugar situado en el espacio, con el satélite describiendo un recorrido circular se le denominó el Cinturón de Clarke ó simplemente la órbita geoestacionaria. De su publicación se puede extraer lo siguiente:

“Un satélite artificial a la distancia apropiada de la tierra puede hacer una revolución cada 24 horas, esto es, podría parecer estacionario sobre un punto de la superficie de la Tierra y tendría un rango óptico de casi la mitad de la superficie terrestre. Tres estaciones repetidoras, con una separación de 120 entre sí, pueden dar cobertura de señales de radio y microondas a todo el planeta”.

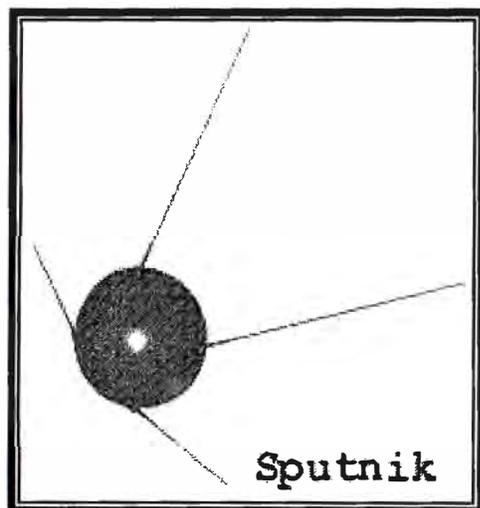
En 1945, Arthur C. Clarke, oficial de radar de la Royal air force, publicó un artículo en la revista *Wireless World* en el cual propuso el uso de satélites artificiales, en particular de órbita geoestacionaria, como la solución a los problemas de comunicación mundiales.

En aquel momento la idea parecía estar lejos de la realidad, pero sólo doce años después se lanzó el Sputnik y, otros seis años más tarde el primer satélite geoestacionario, el Syncom 2, fue puesto en órbita. Así, en 1963, la idea del Sr. Clarke se convirtió en una realidad.



Figura 1.1

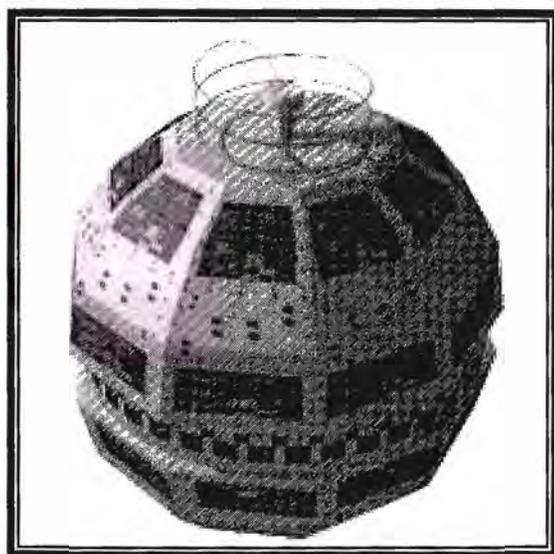
La idea Clark comenzó a transformarse en realidad con el desarrollo del primer satélite artificial: el SPUTNIK (satélite o *compañero de viaje* en ruso), el cual fue lanzado en octubre de 1957 en una órbita elíptica de baja altura. Este satélite sólo emitía un tono intermitente y estuvo en funcionamiento durante 21 días, marcando así el inicio de la era de las comunicaciones vía satélite.



Probablemente el primer satélite repetidor totalmente activo fue el COURIER, lanzado por el Departamento de Defensa de los EE.UU. en octubre de 1960. Este transmitía conversaciones y telegrafía y aunque solo duró 70 días fue el primer satélite que usó celdas solares.

El SYNCOM 3 fue el primer satélite de órbita geoestacionaria, lanzado por la NASA en febrero de 1963 desde los EE.UU. Entre otras aplicaciones, se utilizó para transmitir los Juegos Olímpicos de 1964.

Figura 1.2



**EL INTELSAT I** mejor conocido Pájaro madrugador o Early Bird fue el primer satélite internacional de órbita geosíncrona, lanzado por el consorcio internacional INTELSAT desde los EE.UU. en abril de 1965 y colocado sobre el Océano Atlántico.

El sistema MOLNIYA relámpago en ruso fue la primera red satelital doméstica y fue lanzado en 1967 por la Unión Soviética, consistía en una serie de 4 satélites en órbitas elípticas con una cobertura de 6 horas por satélite.

Figura 1.3

A principios de 1960, la American Telephone and Telegraph Company (AT&T) publicó estudios, indicando que unos cuantos satélites poderosos, de diseño avanzado, podían soportar más tráfico que toda la red AT&T de larga distancia. El costo de estos satélites fue estimado en solo una fracción del costo de las facilidades de microondas terrestres equivalentes. Desdichadamente, debido a que AT&T era un proveedor de servicios, los reglamentos del gobierno le impedían desarrollar los sistemas de satélite. Corporaciones más pequeñas y

menos lucrativas pudieron desarrollar estos sistemas y AT&T continuó invirtiendo billones de dólares cada año en los sistemas de microondas terrestres convencionales.

Debido a esto, los desarrollos iniciales en la tecnología de satélite tardaron en surgir.

A través de los años, los precios de la mayoría de los bienes y servicios han aumentado substancialmente; sin embargo, los servicios de comunicación, por satélite, se han vuelto más accesibles cada año. En la mayoría de los casos, los sistemas de satélite ofrecen más flexibilidad que los cables submarinos, cables subterráneos escondidos, radio de microondas con línea de vista, sistemas de fibra óptica.

Esencialmente, un satélite de comunicaciones es un repetidor de radio en el cielo (Transmisor/Respondedor – Transponder). Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación basada en la tierra, para controlar su funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporcionan las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones a través del sistema. Las transmisiones de satélite se catalogan como BUS ó carga UTIL. La de BUS incluye mecanismos de control que apoyan la operación de carga útil. La de carga UTIL es la información del usuario que será transportada a través del sistema. Aunque en los últimos años los nuevos servicios de datos y radiodifusión de televisión son más demandados, la transmisión de las señales de teléfono de voz convencional, aún representan la mayor parte del volumen de la carga útil por satélite.

### **1.1- Tipos de cobertura**

Indican el área de la superficie de la tierra que cubren los satélites y la potencia emitida por los mismos (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente, PIRE). Esta última definirá la figura de mérito de la antena receptora. Se pueden distinguir 3 tipos:

1. Haz Global: Es el de mayor cobertura y menor PIRE
2. Haz Hemisférico: por la cobertura geográfica
3. Haz 'spot': es el haz más concentrado, con menor superficie terrestre cubierta y mayor PIRE. Es típicamente utilizado para transmisiones

domesticas de televisión tanto a traspondedor completo (36MHz de ancho de banda) como a medio traspondedor (18MHz).

A manera de ejemplo pondremos las áreas de cobertura del satélite Panamsat PAS-1R.

Antes de esto un gráfico que sintetiza esta característica de las comunicaciones por satélite.

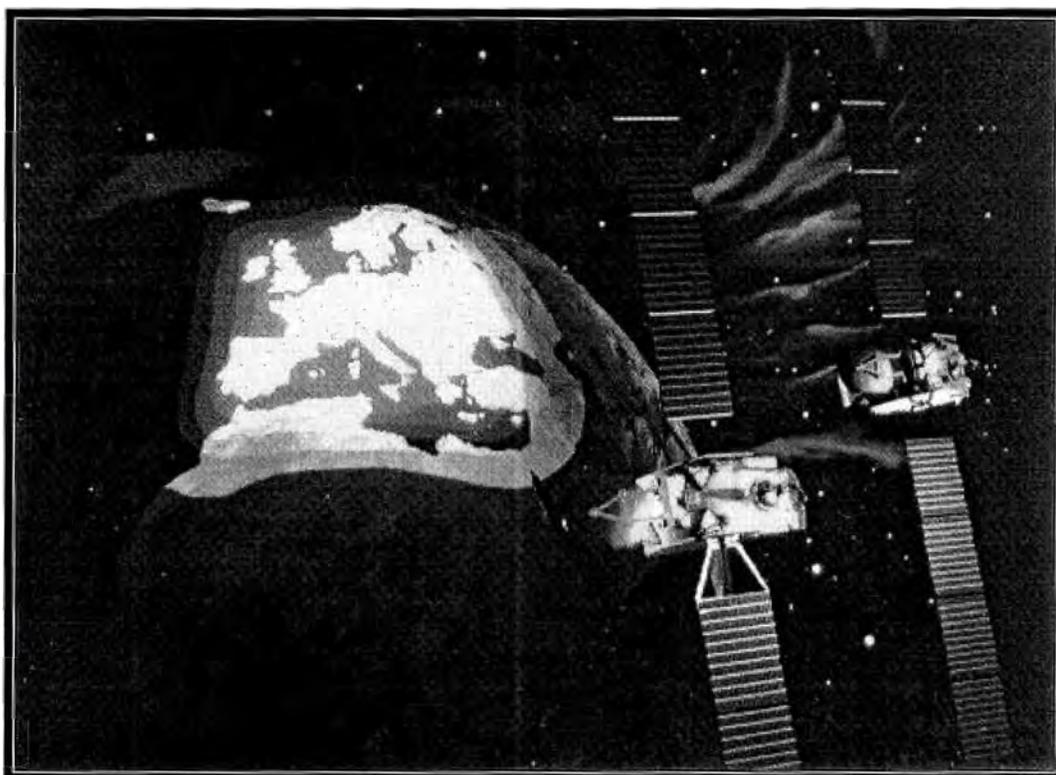


Figura 1.4

En este gráfico se aprecia como el satélite emite la señal desde el espacio que está distante de la superficie de la tierra en aproximadamente 36,000 Km. Esta emisión es muy parecida a una linterna de luz que tiene zonas de buena cantidad de luz y zonas baja cantidad de luz, debido a esto es que se utilizan antenas de distinto diámetro.

Apreciemos ahora las áreas de cobertura del satélite PAS- 1R.

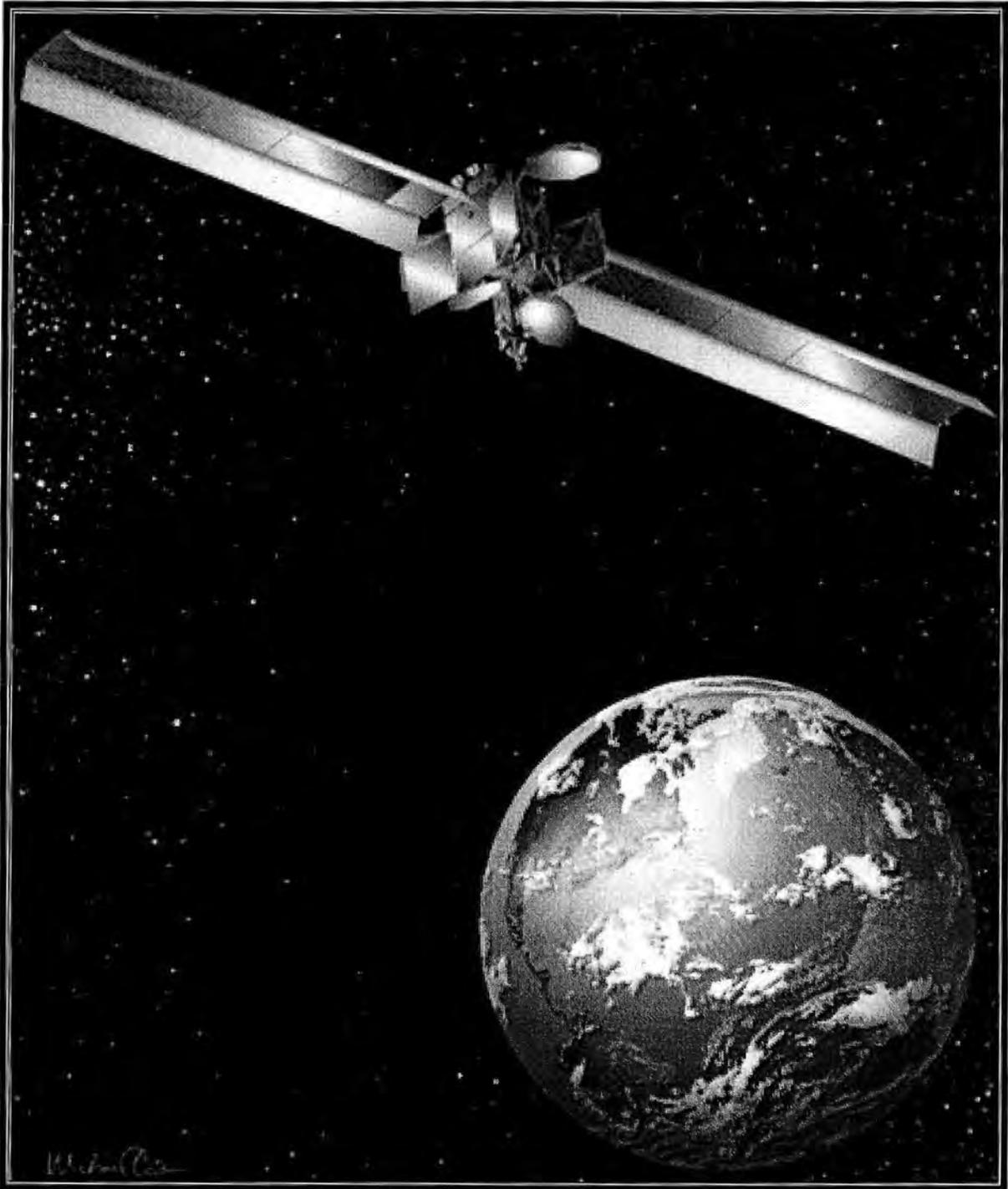


Figura 1.5

## CAPÍTULO II STANDARES DE CODIFICACIÓN

### 2.1 Compresión Digital MPEG 2 Para Televisión Digital

Para transmitir todo tipo de señales, servicios interactivos como vemos lo hacemos de forma digital, ello nos aporta múltiples ventajas, pero tenemos un pequeño problema y es que las transmisiones digitales en principio ocupan un mayor ancho de banda que las analógicas.

Veamos pues si queremos digitalizar una señal analógica, como hemos de hacerlo y cuanto ancho de banda disponible necesitamos.

- **Luminancia Y:** Necesitamos una frecuencia de muestreo de 13.5MHz.

- **Para la señal diferencia de color B-Y (CB):** Necesitamos una frecuencia de muestreo de 13.5MHz.

- **Para la señal diferencia de color R-Y (CR):** Necesitamos una frecuencia de muestreo de 6.75MHz.

En total obtenemos un total de muestras por segundo de 27.000.

Supongamos que utilizamos para cada muestra un total de 8 bits, obtenemos un total de  $27.000 \times 8 = 216 \text{Mbits/s}$  con un ancho de banda aproximado de transmisión de 108MHz.

Para aplicaciones profesionales se utilizan 10 bits por muestra esto nos lleva al resultado de un total  $27.000 \times 10 = 270 \text{Mbits/s}$  ocupando un ancho de banda para transmisión de aproximadamente 135 MHz.

Si pensamos que un transponder de satélite nos ofrece una capacidad de 36 MHz y ya es mucho en algunos casos, o solo los 6 MHz, de la transmisión terrestre, estos anchos de banda que ocupan las transmisiones digitales son absolutamente inviables para su transmisión y por lo tanto no nos reportarían ninguna ventaja.

Queda claro pues que originalmente una emisión digital tiene un ancho de banda superior a una transmisión analógica.

Las transmisiones digitales requieren una menor relación de portadora / ruido conocida como (C/N), menor que la analógica. Así en una transmisión digital terrestre, para una correcta recepción estaríamos rondando los 40 dB mientras para una transmisión digital, serían solamente necesarios 15dB. Por lo tanto no necesitamos tanta potencia en su transmisión y podemos así aumentar las áreas de cobertura. Aunque como veremos esta no ha sido la importante causa que ha hecho revolucionar al sector.

## **2.2 Solución: Tenemos que Reducir la Información Enviada**

Todas las imágenes de televisión contienen gran cantidad de información redundante, que implican pues una mayor cantidad de información:

Encontramos 3 tipos básicos de redundancia:

### **2.2.1 Redundancia Espacial**

Un fotograma puede tener grandes áreas de un mismo color, áreas de cielo o de hierba. Imaginemos que también se ve la hierba y el cielo. Como la información se repite, tal vez sea inteligente no enviar toda la información y por lo tanto reducir la cantidad de bits. Así describiendo el código del primer píxel azul que describe el cielo, podemos decir que lo repita tantas veces durante la línea de la imagen y así solo hemos de enviar un píxel y un código con las veces que se repite.

### **2.2.2 Redundancia Temporal**

No es necesario transmitir imágenes un total de 25 veces o 30 por segundo, en USA solo las diferencias entre imágenes sucesivas son enviadas.

### **2.2.3 Redundancia Estadística**

Las señales de televisión, contienen gran cantidad de información repetida, incluyendo líneas y fotogramas, así como señales de sincronismo. La probabilidad estadística, de los datos de la próxima muestra nos puede hacer reducir la información enviada.

Lo resumimos:

- **Espacial:** Usa la correlación entre elementos de dos fotogramas continuos en el tiempo, utilizamos aquí la llamada Compresión “intraframe”.

**Temporal:** Transmite solo las diferencias entre fotogramas sucesivos, utilizamos aquí la llamada Compresión “interframe”.

- **Estadística:** Información que normalmente puede irse repitiendo, no es necesaria que sea transmitida, podemos predecirla. En algunos tipos de emisión la redundancia puede llegar a un total del 98%.

### 2.3 Compresión MPEG-2

Es el estándar utilizado para la compresión de televisión, en todas sus vías de transmisión.

La compresión en MPEG-2 utiliza una serie de técnicas y complicados algoritmos que procesan gran cantidad de datos. Las técnicas que utiliza para la compresión son las siguientes:

Algoritmo de compresión basada en la DCT (Discrete Cosine Transform).

Segmentación de Imágenes, imágenes divididas en diversos bloques de muestras.

- Estimación del movimiento y compensación.
- Interpola y predice temporalmente utilizando:

**I Frames (fotogramas):** Para decodificación intraframe

**P Frames:** Una reconstrucción previa del fotograma para la predicción temporal.

**B Frames:** Para Bidireccionalidad en la predicción interpolada usando las anteriores o próximas secuencias.

- Almacenamiento de datos en memoria.

#### 2.3.1 Compresión Interframe

Basada en la redundancia temporal. En la siguiente figura N° 2.1, puede verse dos movimientos consecutivos, que para transmitirlos utilizamos una gran cantidad de elementos de redundancia. Si bien nos ofrece un aspecto de cambio, el cambio es relativo ya que si nos fijamos, se mueven los ojos y la boca, pero que pasa con el pelo, las mejillas, cara... etc. Porque enviar toda esa información que no ha cambiado, no sería mejor enviar solo los cambios.

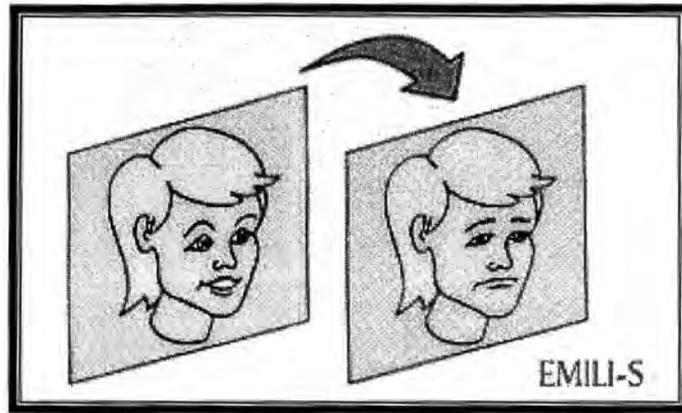


Figura N° 2.1: Movimientos consecutivos

La esencia de esta compresión, es mirar elemento por elemento individualmente entre escenas. Para ello utiliza la DCT, que divide en bloques los elementos de la imagen, típicamente en matrices de 8x8 píxeles. Un bloque compuesto por un grupo de 8x8 con valores que representan información de la crominancia y luminancia de parte de la imagen. Los bloques de información son agrupados dentro de macro bloques consistentes en cuatro bloques de información de luminancia, por lo tanto cada macro bloque está formado por 16 píxeles x16 líneas con valores de luminancia y un número de bloques de 8 píxeles x 8 líneas de crominancia.

Estos que representan cada una de las diferencias de color (CB) o (CR). Para el formato de crominancia 4:2:0, son usados dos bloques de crominancia uno para (CB) y otro para (CR). Para el formato de crominancia 4:2:2, son usados cuatro bloques de crominancia dos para (CB) y dos para (CR). Para el formato de alta calidad 4:2:4, son usados ocho bloques de crominancia cuatro para (CB) y cuatro para (CR).

Varios de los macro bloques son agrupados en secuencias conocidas como Slices. Estos slices (divisiones) combinados crean un fotograma. Los slices son usados para posibles detecciones de errores.

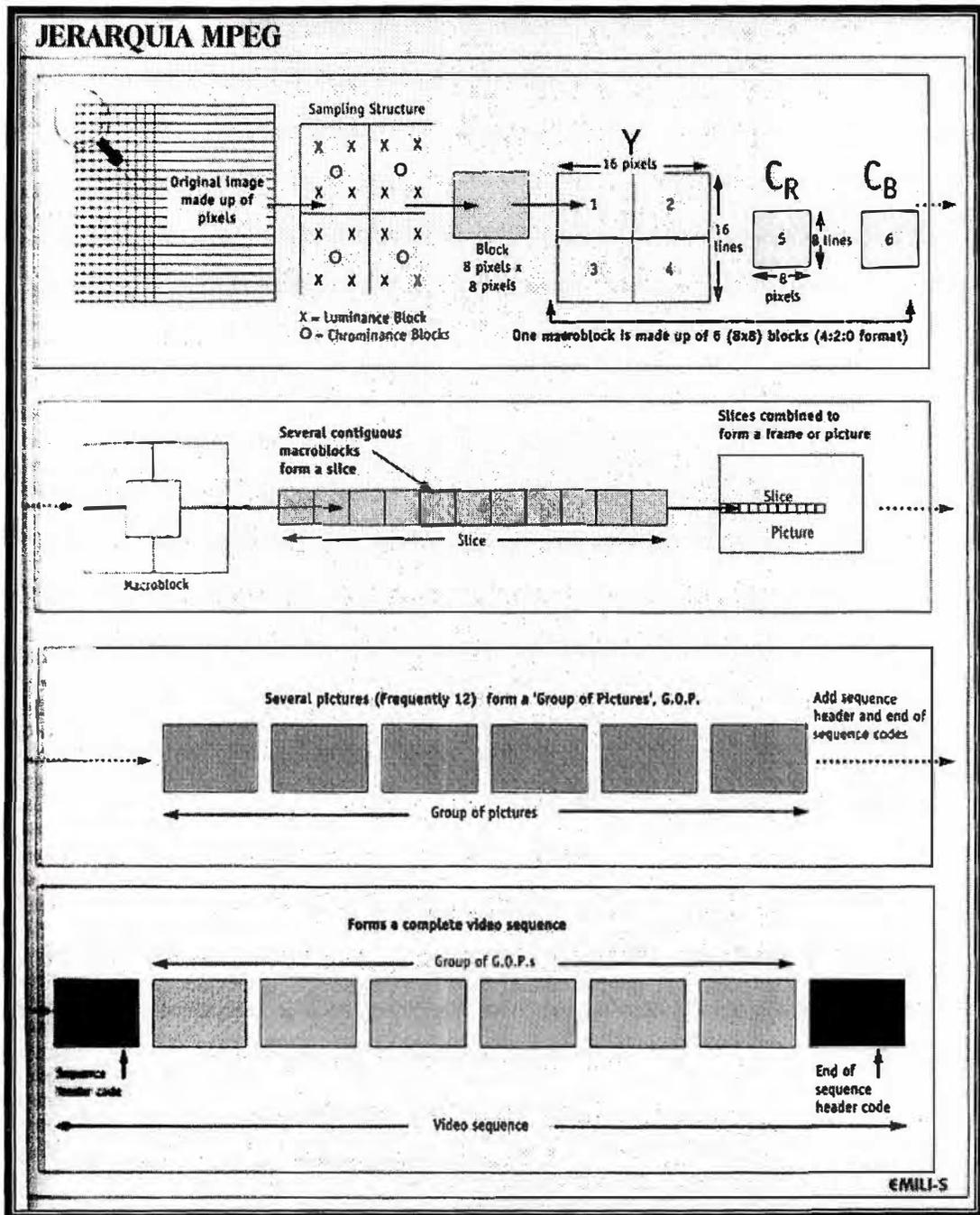


Figura Nº 2.2: Jerarquía MPEG

### 2.3.2 Diferentes Tipos de Frames (Fotogramas)

El sistema MPEG utiliza tres tipos de memorias para fotogramas, que son guardados para posibilitar una predicción temporal de pérdidas o fotogramas incompletos que recibe el receptor.

**I Frames:** Usa decodificación intraframe para el cálculo de los detalles contenidos en un único e individual fotograma comprimido antes de la transmisión, no está por lo tanto por las demás adyacentes escenas. No depende

de otros fotogramas y es el punto donde comienzan los decodificadores a trabajar con un grupo de escenas, que contienen una secuencia.

**P Frames:** Usa una sencilla reconstrucción previa de los fotogramas basada en cálculos de predicción temporal. Necesitan una memoria donde almacenar más de una escena. La P frame utiliza el fotograma previo más próximo (I o P) el cual es base para sus predicciones y es llamada Forward Prediction (Predicción Adelantada). El fotograma P servirá como referencia para los futuros fotogramas P o B, pero si existieran errores en un particular fotograma P, iría a buscar futuros fotogramas derivados de él.

**B Frames:** Usan Interpolación bidireccional de predicción del movimiento para permitir al decodificador reconstruir un fotograma que esta alojado entre dos reconstruidos fotogramas. Los fotogramas B utilizan los fotogramas pasados y futuros para hacer predicciones, para ello necesitan más de dos fotogramas en memoria.

### 2.3.3 Compensación del Movimiento

Cuando las secuencias contienen movimientos, grandes cantidades de datos de compresión pueden ser archivados para un nuevo proceso, conocido como Motion Compensation (Compensación del movimiento). Utiliza el hecho de que los 25 fotogramas que aparecen durante 1 segundo pueden dar la posibilidad de identificar la velocidad y dirección en la cual un parte de la imagen se está moviendo en un fotograma además de donde acabará 25 fotogramas después un segundo más tarde. Los Macro bloques son utilizados como las partes apropiadas de este tipo de codificación.

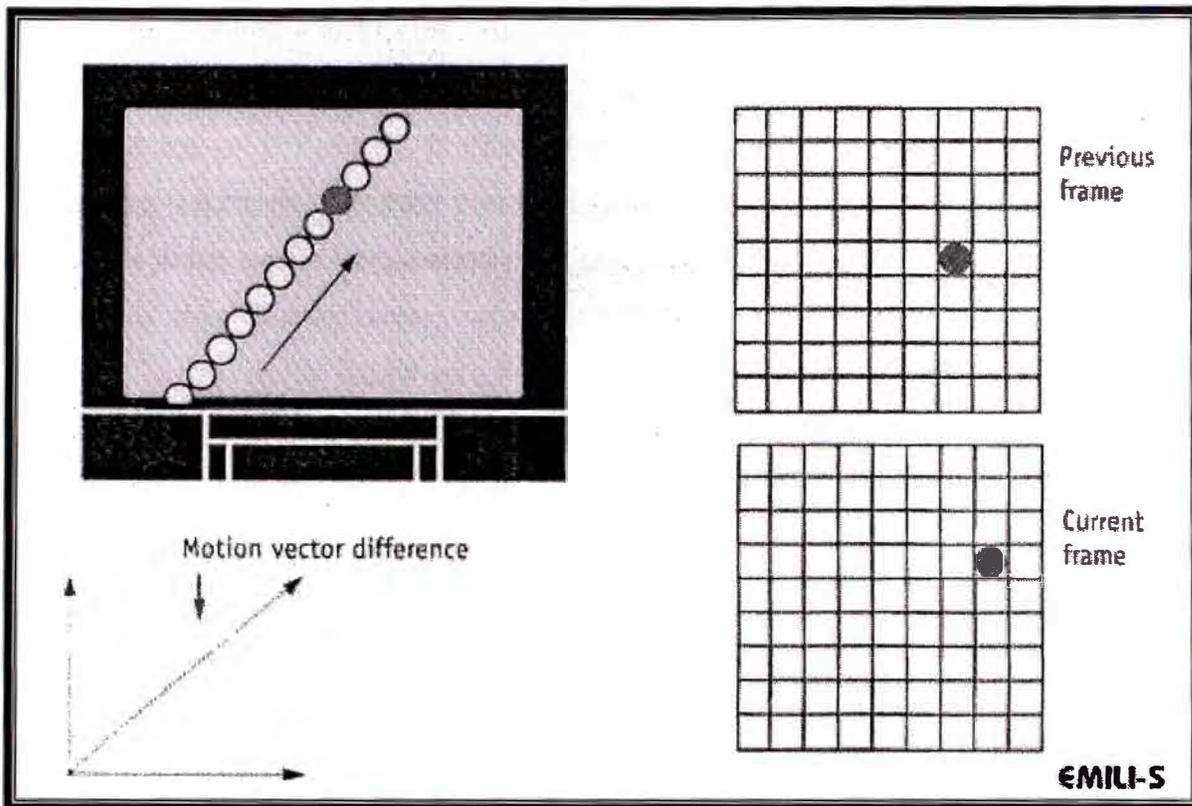


Figura Nº 2.3: Técnica de Compensación del Movimiento

El movimiento de la figura Nº 2.3, muestra la técnica de compensación del movimiento

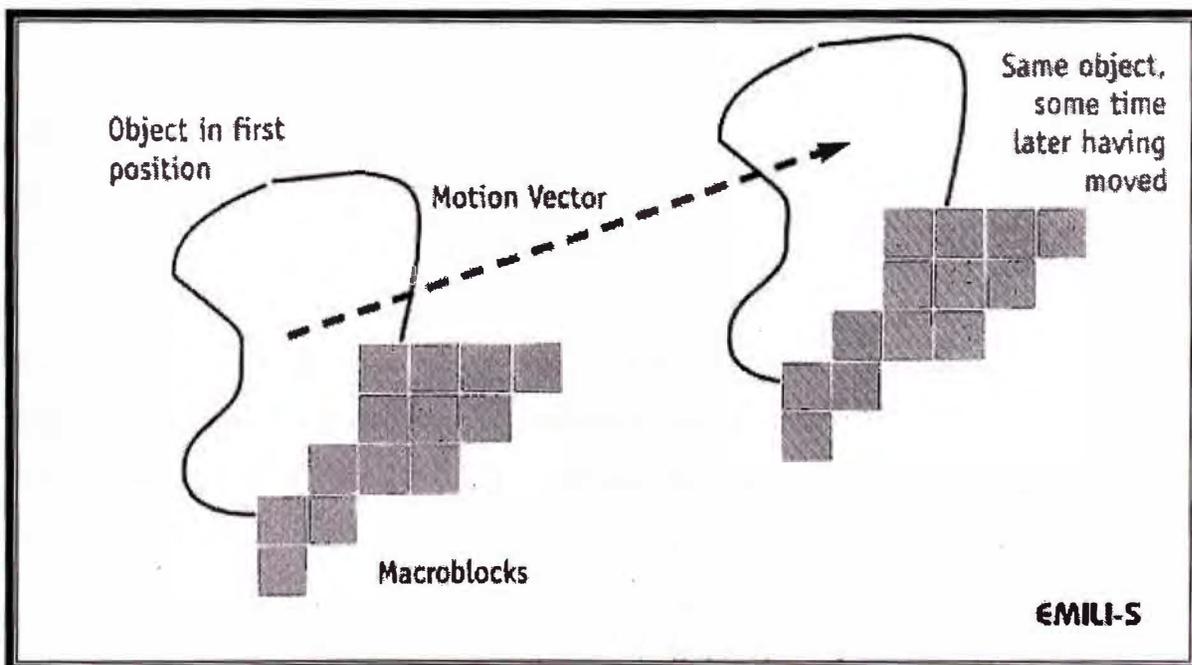


Figura Nº 2.4: Diagrama de Macro Bloques

Diagrama que muestra el movimiento de los macro bloques

Aplicando Compensación del movimiento a los fotogramas P generamos dos partes de la información:

- En cuanto a las I y B Frames, la diferencia entre los valores contenidos en los bloques crea los macro bloques con los campos previstos y los actuales. Unos cuantos bits solos serán necesarios para describir la diferencia.
- Vectores de dos dimensiones, representan las posiciones entre los macro bloques en la referencia de fotograma y próximo fotograma. Si por ejemplo, se calculara que el macro bloque x se está moviendo en la dirección y con una velocidad z, el decodificador calcularía las posiciones correctas de cada uno de los macro bloques en los siguientes fotogramas.

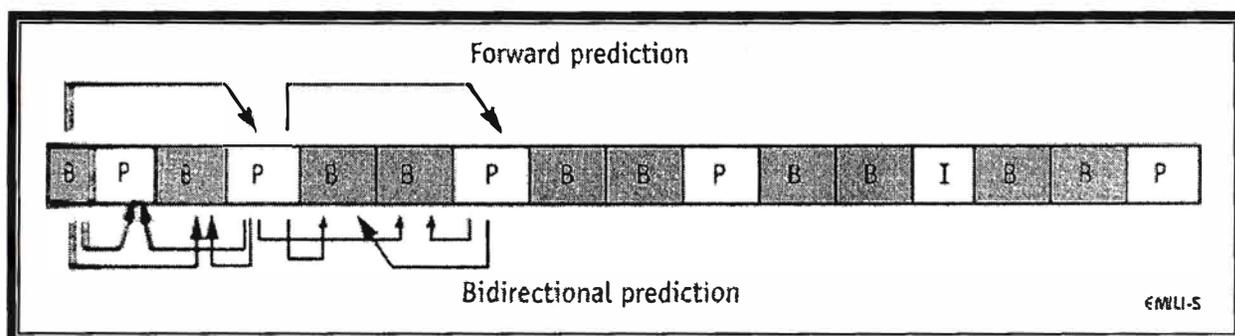


Figura Nº 2.5: Predicción Bidireccional

El flujo de datos MPEG consiste en una continua serie de fotogramas codificados, consistiendo en varios números de escenas predecidas y referencias de intraframes.

Algunos de los fotogramas, pueden ser codificados muy eficientemente (mucha compresión), más que los intraframes, por lo que sería más deseable transmitir fotogramas de este tipo.

Algunos de los fotogramas transmitidos en el flujo de datos son críticamente dependientes de los predecesores y sucesores, por lo tanto no nos lo podemos saltar aleatoriamente y comenzar la decodificación. Hemos de tenerlos todos en cuenta.

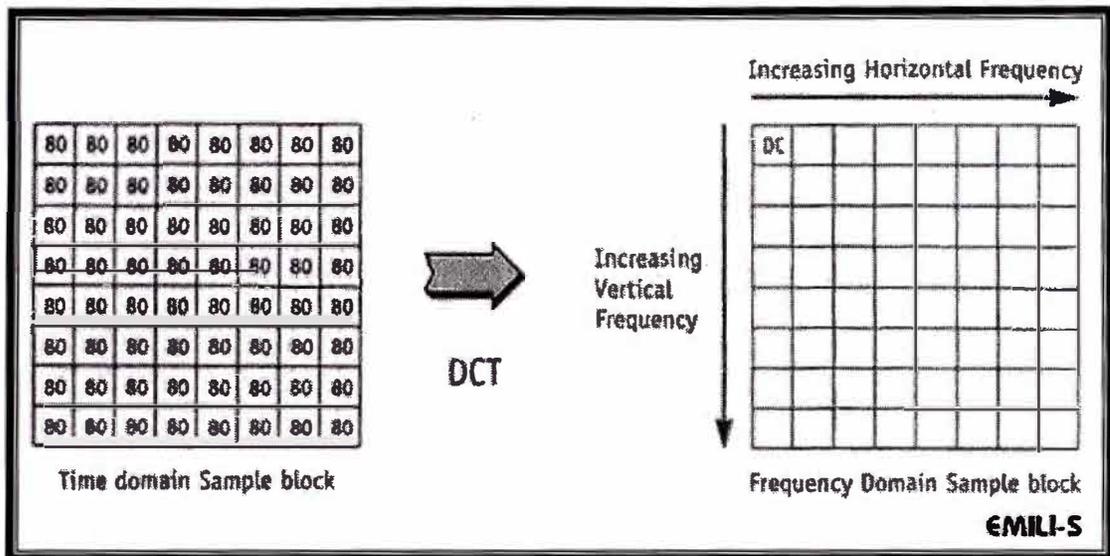


Figura N° 2.6: Muestra del dominio del Tiempo a Frecuencia

### 2.3.4 Aprovechemos la Redundancia Espacial para Reducir más la Transmisión de BITS

La siguiente imagen contiene una gran cantidad de redundancia espacial, información innecesaria, la cual puede ser borrada antes de la transmisión. Un ejemplo es el bloque 8x8 marcado, en una pequeña área del cielo. Contiene muestras idénticas de luminancia y crominancia.

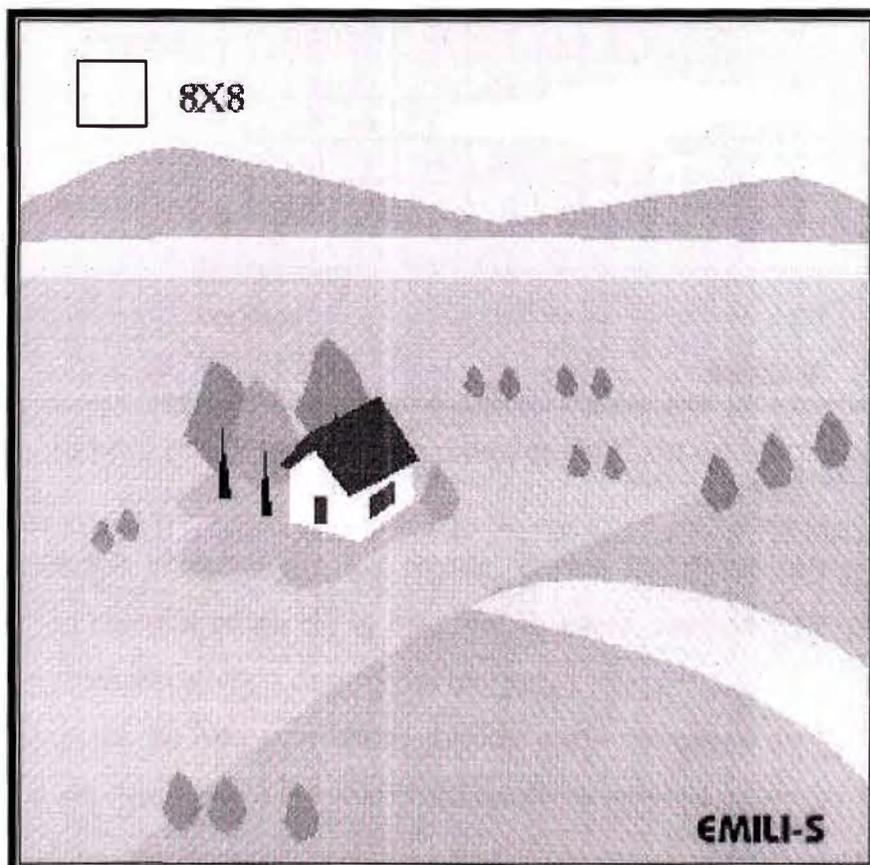


Figura N° 2.7: Muestra de un Píxel (8x8)

Un complejo proceso matemático (DCT) Discrete Cosine Transform, convierte los valores de los pixeles del bloque de datos desde el tiempo de dominio a la frecuencia de dominio. El proceso se aprovecha de la correlación que existe entre muestras del mismo bloque.

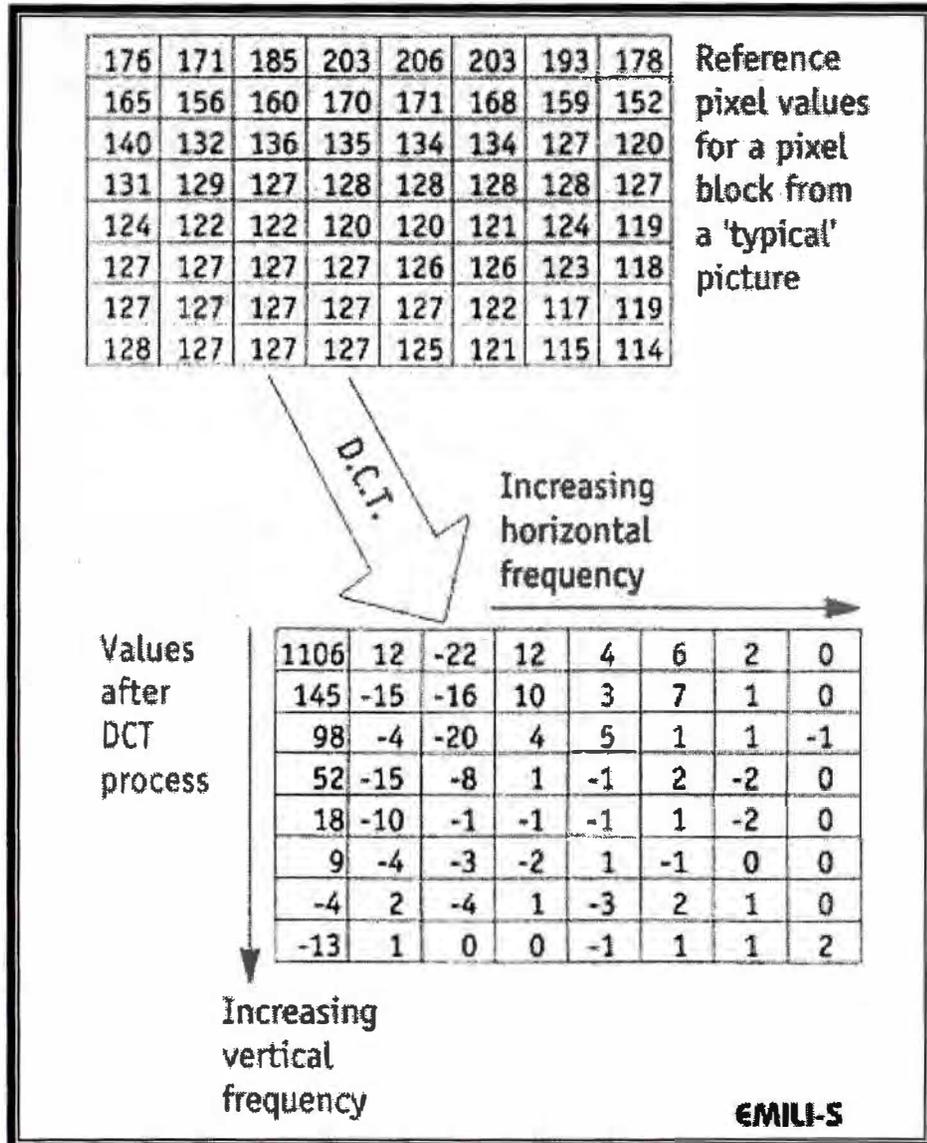


Figura Nº 2.8: Valores referenciales de DCT de un bloque 8x8

Estos resultados situados en una matriz, donde los datos representan los coeficientes de los componentes de la frecuencia, cada coeficiente representa la amplitud de un patrón específico dentro del bloque.

La real reducción de bits, comienza cuando cada componente de frecuencia es cuantificada y situado dentro de una progresión de valores enteros.

Dependiendo de estos niveles, dependerá la resolución. La entrada analógica más complicada puede ser cuantificada, lo que pasa que entonces necesitaremos más valores.

El sistema visual humano no necesita los infinitos valores de brillo que nos ofrece una imagen analógica, solamente serían necesarios unos cuantos como 256. No es necesario transmitir niveles de luminancia con un alto nivel de precisión y el rango de valores que necesitamos codificar para los coeficientes que han de salir de la DCT, pueden estar restringidos a un limitado número de pasos.

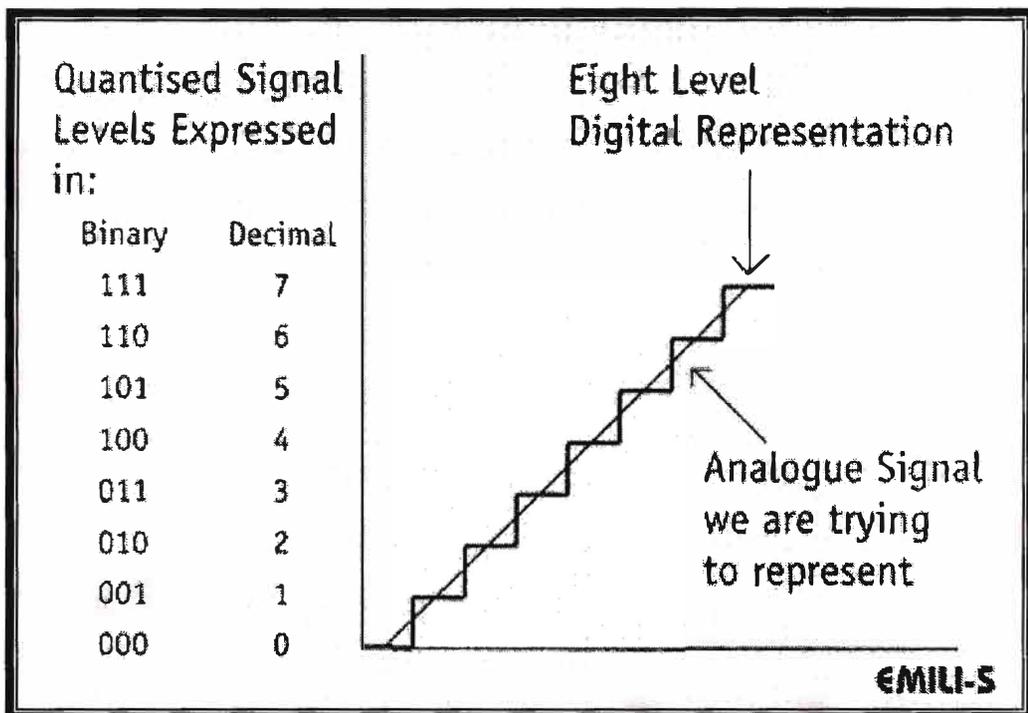


Figura N° 2.9: Cuantificación de la señal

Dos bits de resolución nos dan un total de 4 niveles por lo tanto mayor error, en cambio con tres bits obtenemos un total de 8 niveles, pero hemos de transmitir 50% más de información.

Después del proceso de cuantificación de amplia precisión de la DCT, algunos coeficientes se habrán perdido, pero no es demasiado importante, hay suficiente información para producir una buena calidad de la imagen. Si por ejemplo los resultados numéricos son 1.88, 3.92, 7.96 después de la cuantificación retomarán otros valores discretos como 2, 4 y 8.

La cuantificación no es lineal y es diferente dependiendo de cual es la posición de cada coeficiente en la matriz. El ojo y el cerebro humano son tolerantes a los errores de cuantificación, normalmente se cogen patrones de no mucha resolución debido al ruido en las altas frecuencias, por lo que los coeficientes pueden resultar un poco redondeados.

La información en las bajas frecuencias es llevada con mucho detalle y los valores en la parte izquierda de la parte más alta de la matriz (representan la componente DC de la imagen), son enviados con un alto nivel de resolución. Desde las altas frecuencias el ruido es menos visible, un alto nivel de errores puede ser tolerado por los coeficientes que representan las componentes en alta frecuencia.

Para dar la importancia que se merece a cada frecuencia, cada uno de los coeficientes son escalados un factor, antes de la cuantificación. Y así dar mayor peso a unos u otros coeficientes. Luego estos coeficientes son dinámicamente variados encima de los datos que hay en el buffer en ese mismo instante.

Finalmente después de la cuantificación y el proceso de escalado, muchos de los coeficientes del bloque de 8x8 llegarán a valer 0, particularmente los relativos a las altas frecuencias. Se produce entonces una transformación de una matriz de dos dimensiones a una serie unidimensional, para ello se usa un proceso de escaneo llamado Zig-Zag.

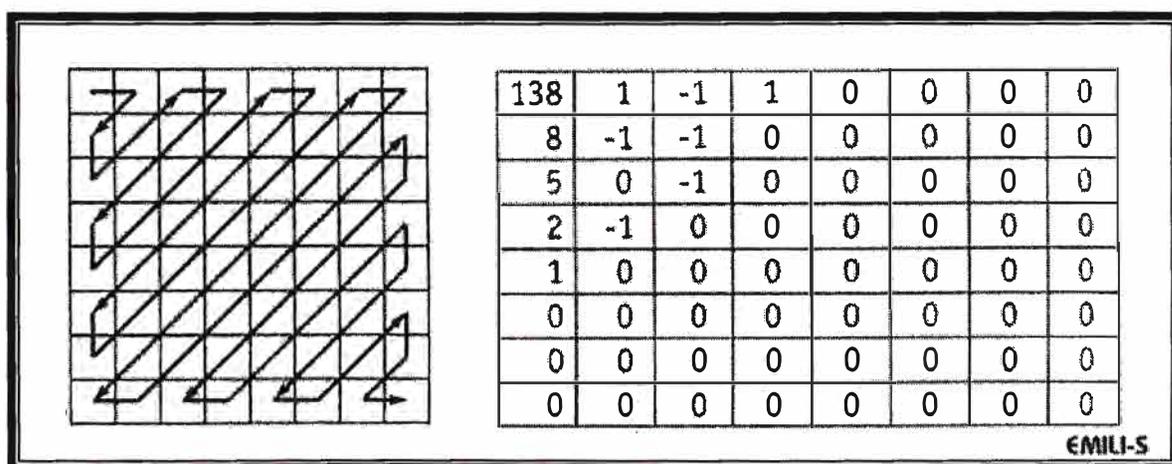


Figura Nº 2.10: Proceso Zig-Zag

El código de salida después del escaneo Zig-Zag, sería para el ejemplo (138,1,8,5,-1,-1,1,-1,0,2,1-1,-1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0...etc.).

Así la importancia de los coeficientes de la matriz depende de cuantos más situados a la izquierda y arriba de la matriz están. Las primeras partes del flujo de bits resultante serán muy importantes para la reconstrucción de la imagen. Como vemos algunos de los bits son cero, por lo que podrán ser codificados minimizando la cantidad de información.

### **2.3.5 Utilicemos la Redundancia Estadística para Reducir aún más la Transmisión de BITS**

Los datos resultantes de la DCT, cuantificación, escalado y escaneo Zig-Zag, pueden ser ampliamente reducidos aplicando la variable de longitud y técnicas de codificación de la longitud. Analizando imágenes de televisión se muestra que pequeños valores de los coeficientes y pequeñas series de ceros, ocurren más frecuentemente que grandes valores de los coeficientes y largas series de ceros.

Mediante estadística podemos crear una especie de código, para decir lo mismo de forma simplificada ya que está siendo enviada una cadena de ese tipo que tantas veces enviamos, esto puede ser una vía para reducir el número de bits a transmitir.

Así símbolos especiales son asignados para indicar la longitud de la serie o bien el número de ceros. Un ejemplo de código sería el siguiente (6,2), puede significar (0000002). Es frecuente encontrar que una larga cadena de ceros al final de un bloque de datos y por lo tanto enviando un corto código, podemos enviar una gran cantidad de ceros.

## **2.4 DVB: El Estándar de la Televisión Digital**

### **DVB (Digital Video Broadcasting)**

Parecido a los grupos de trabajo MPEG, hay un grupo de trabajo DVB "Digital Video Broadcasting", con muchas partes y empresas implicadas que intercambian experiencias y solidifican o congelan los estándares. De forma parecida también trabaja el grupo VESA en el tratamiento de gráficos en PC.

La nueva generación de los sistemas de transmisión de Televisión está basada en la transmisión de datos mediante compresión digital. Esto provee al operador una mejor utilización del ancho de banda y una mejor calidad que la clásica emisión que utiliza la televisión analógica en color PAL, NTSC y SECAM.

En Enero de 1995, el proyecto Digital Vídeo Broadcasting (DVB) organizado por la European Broadcasting Union (EBU) o La Unión Europea de Radiodifusión (UER) publicó unos formatos estándares con los cuales se define el nuevo sistema de transmisión digital. Este estándar DVD constituye la base técnica para la transmisión digital en Europea, Asia, Australia y algunas otras regiones del mundo que comenzaron en 1996. El DVB parece el mejor candidato como el único estándar global que conforme las emisiones en HDTV (Alta definición). Solamente en Estados Unidos, tienen otro plan eso si basado en el MPEG-2, pero usando un MODEM, un codificador de audio y una EPG (Guía electrónica de programación) incompatible con el estándar DVB.

Las resoluciones han salido publicadas mediante ETSI o "European Telecommunications Standards Institute", que también en el su momento oficializa el sistema telefónico digital GSM.

El estándar DVB cubre el diseño del estándar de módems, así como también los estándares de ancho de banda para la transmisión de datos, para algunas importantes funciones auxiliares como teletexto, EPG y acceso condicional. De entrada el estándar MPEG-2 es la base de compresión para todos los flujos de vídeo o audio. Hay un grupo técnico (CA), que se ocupa de las codificaciones por lo que este grupo decidirá las familias de accesos condicionales.

La primera generación de receptores domésticos DVB, contienen lo que compone el receptor (satélite y/o cable) en una pequeña caja además por otra parte el descodificador MPEG. Estos receptores disponen de salida RF y Euroconectores, para antena, TV/VIDEO etc. También incorporan interfaces para transmisión de datos y conexión a PC, además de otros sistemas multimedia. El (EIA-232-E) es uno de los varios ISO 7816 chips slot para tarjetas y PCMCIA. Otros Adicionales interfaces pueden incluir audio digital y en un futuro próximo los receptores de televisión digital, formarán parte de los vídeos y televisores.

#### **2.4.1 Estándares DVB**

Actualmente disponemos de los siguientes estándares DVB.

DVB - S: Satélite

DVB - C: Cable

DVB - CS: Antena colectiva (SMATV)

DVB - SI: Servicio de especificaciones y servicio

DVB-TXT: Teletexto

DVB - CI: Interfase común de acceso condicional

DVB - T: Terrestre

A continuación describiremos brevemente cada uno de ellos, para analizarlos en adelante más profundamente.

**DVB-S:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos por satélite. Estructura de secuencias, codificaciones y modulación para 11/12 GHz fueron publicadas en ETS 300 421, Diciembre de 1994.

Los estándares para satélite disponen de varias diferentes velocidades, requerimientos de ancho de banda y capacidades de corrección de errores.

**DVB-C:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos por Cable. Estructura de secuencias, codificaciones y modulación para sistemas de recepción de Televisión por cable fueron publicadas en ETS 300 429, Diciembre de 1994.

Los estándares para transmisión de cable disponen de varias diferentes velocidades, requerimientos de ancho de banda y niveles de inmunidad al ruido.

**DVB-CS:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos por SMATV. Estructura de secuencias, codificaciones y modulación para sistemas de SMATV fueron publicadas en ETS 300 473, Mayo de 1995.

**DVB-SI:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos. Servicio de especificaciones y servicio (SI) fueron publicadas en ETS 300 468, Octubre de 1995.

Contiene las especificaciones de la Guía Electrónica de Programación, sintonización, información de las emisiones que proporciona el operador etc.

**DVB-TXT:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos. Servicio que contiene las especificaciones para la transmisión de teletexto: ITU-R System B Teletext in Digital Video Broadcasting, fueron publicadas en ETS 300 472, Mayo de 1995.

**DVB-CI:** Común especificación para acceso condicional y otras aplicaciones de descodificación publicadas en EN 50221, Draft D, 1996-04-23.

**DVB-T:** Sistema de transmisión digital para televisión, sonido y datos vía terrestre. Estructura de secuencias, codificaciones y modulación para la bandas de VHF/UHF.

#### 2.4.2 Vídeo

Se han fijado una serie de parámetros comunes:

El nivel de flujo MPEG-2 irá de 1,5 Mbit/s a 15 Mbit/s.

La frecuencia de "frame" se ha fijado a 25 Hz por segundo.

La relación de pantalla podrá ser 4 : 3 (pantalla actual), 16 : 9 formato de pantalla ancha y 2,21 : 1 formato cinematográfico utilizado en cines. Así pues los receptores (IRD) han de resolver estos formatos o bien adecuarlos a las necesidades del monitor que esté conectado. Los decoders D2MAC ya ofrecían estas ventajas.

También han de poder utilizar una pantalla de 720 X 576 píxel y adecuarla a cualquier conversión que posibilite poder monitorizar una resolución total de 544 X 576 y 480 X 576, nominalmente 352X576 y 352X288 píxeles.

#### 2.4.3 Audio

El receptor ha de poder compatibilizar la capa 1 y 2 de la normativa Musicam MPEG-2.

Actualmente se aconseja el uso de la capa 2 para flujos MPEG-2, que ha de poder recibir, 1 canal mono, 2 canales independientes y 1 o 2 canales estéreo.

Los flujos de muestreo que han de soportar serán de 32 KHz, 44,1 KHz y 48 KHz. Los siguientes son opcionales: 16KHz, 22.05 KHz, 24 KHz.

El flujo de audio no hará servir énfasis a diferencia del analógico que contábamos con tres tipos, más o menos estandarizados: J17, 50us y Panda.

Las velocidades para la Capa 1 de audio irían entre los 32 a 448 Kbits/s. Para la capa 2 estaríamos en los márgenes de 23 a 384 Kbits/s.

#### 2.4.4 Niveles de Calidad

El estándar MPEG-2, también define unos niveles de calidad, con diferentes errores de corrección. Así podemos ver imágenes un tanto borrosas, efectos de pixelación. También podemos llegar a una calidad de alta definición, sacrificando eso sí un poco más de nuestro ancho de banda. La velocidad con que se transmite información y por tanto lo que ocupa en nuestro canal.

La siguiente tabla, que nos muestra la diferencia de calidad dependiendo la cantidad de información transmitida es muy representativa.

**2 Mbit/s:** aproximadamente nos proporciona una calidad similar a VHS, es válida para señales simples sin mucha dificultad como dibujos animados.

**4-6 Mbit/s:** aproximadamente igualamos la calidad del PAL, sería válida cuando el operador transmite programas desde un estudio, noticias.

**8-9 Mbit/s:** Obtenemos una calidad mejor que el D2MAC y PAL PLUS, podemos compararla a la calidad que produce un estudio de producción (sería conveniente este flujo de datos para películas con mucha acción y deportes en general)

**>15 Mbit/s:** A partir de aquí encontraríamos diversos niveles de calidad para la Alta definición.

**Para audio** tenemos que una típica velocidad de transmisión la encontraríamos en 192 kbit/s para una alta calidad de sonido estéreo. El sistema MPEG-2, puede situar arbitrarios lenguajes o sonido surround que acompañe a la imagen.

El sistema MPEG-2 define un sistema de multiplexación (ISO/IEC 13818-1) que combina varias señales de vídeo, audio y datos en un único flujo de datos. En DVB, esta técnica de multiplexación es utilizada por diferentes programas que por ejemplo utilizan un flujo de 38Mbit/s una de las transmisiones estándar para el satélite, o por los 8 MHz, que nos proporciona un canal de cable.

Así estos 36 MHz de ancho de banda que se nos proporciona un solo tranponder del satélite, los podemos utilizar para transmitir por ejemplo:

Vídeo: Cada programa 2 - 9 Mbit/s obtendríamos de 18 - 4 servicios de vídeo.

Audio: Cada programa 192 kbit/s obtendríamos 190 emisoras de radio o hilos musicales.

Datos: Cada canal 64 kbit/s obtendríamos 590 servicios de datos.

Cada canal 2.4 kbit/s obtendríamos 15800 servicios de datos.

La multiplexación en MPEG-2, utiliza un paquete con una longitud de 188 bytes, cada paquete tiene cabecera de 1 byte y 187 bytes de datos.

Normalmente se sitúan entre seis y ocho programas en un tranponder de tipo Astra, por lo que encontramos unos flujos de datos que nos sitúan para cada programa entre 4,75 y 6,34. En algunos casos llegan hasta un total de 10 programas, aunque ello depende del contenido, aprovechamiento y disponibilidad de mayor ancho de banda por tranponedor satelital.

Con estas velocidades de transmisión los programas que veamos en nuestra televisión tendrán una calidad similar a la del PAL.

Con cuatro programas por transponder (9,5 Mbits/s) tendríamos una calidad excelente, casi de alta definición.

Sistemas de transmisión de imágenes de 16:9 en pantallas de 4:3

Las primeras películas fueron filmadas en 4:3. Pronto los sistemas de televisión estándar adoptaron este formato para ser compatibles con el cine.

## **2.5 DVB-S: Televisión Digital por Satélite**

Si recordamos la norma MPEG-1, está normalizada en los dominios del PC con los ficheros \*.MPG pero en la TV Vía satélite hace servir tecnologías más rápidas, flexibles y eficientes, que no la tecnología del nivel 1 que ha de soportarse en sistemas informáticos que pueden quedarse “colgados”.

Los canales analógicos, VÍA SATÉLITE utilizan 36 o 27 MHz de ancho de banda para hacer caber la señal de vídeo y las sub-portadoras de audio de tan solo un canal. En el caso digital los operadores instalan entre 5 a 10 programas o flujos en cada transpondedor.

Esta tecnología significa más canales con muchos menos transpondedores.

Este flujo puede variar dinámicamente desde una compresión con calidad de estudio hasta una calidad baja similar a la que dan los reproductores VHS.

Este hecho clarifica que esta compresión varía según las necesidades del operador.

Antes de continuar decir que el formato MPEG 1,5 es un híbrido, que bascula entre el 1 y el 2, con un receptor MPEG-2, podemos ver todas las versiones anteriores.

Un fenómeno sorprendente de esta técnica MPEG, es que no podemos comprimir ruido, así pues retransmitir el vídeo que genera un receptor sin señal a la entrada (nieve) no entra en los esquemas de compresión debido a no encontrar una repetición redundante. Las futuras versiones de MPEG ya incluirán el algoritmo que anulará este efecto.

### **2.5.1 La Modulación**

El mundo real es analógico, por tanto hemos de encontrar la manera de hacer caber el flujo en compresión MPEG-2, en transportes que habitualmente hasta ahora se habían hecho servir para modalidades analógicas.

Las transmisiones analógicas se fundamentan en variar la frecuencia en función de la señal de vídeo, también podemos variar la fase para trabajar en modulación de fase.

Así pues podemos dar códigos a nuestra señal de "0" y "1", haciendo servir la modulación de fase. En este caso si la portadora de referencia la encontramos a  $0^\circ$  representa un "0" en el concepto binario, mientras que si la encontramos a  $180^\circ$  representa en "1". Esto tan sencillo en teoría, puede implicar una dificultad en el seguimiento de estas variaciones durante la transmisión.

Para solucionar esto podemos hacer los cambios de fase referidos a los señalizados previamente en vez de los  $0/180^\circ$  absolutos de la norma.

Esta solución se conoce como una modulación DPSK o "Differential Phase Shift Keying". Actualmente todos los módems ya hacen servir otras que permiten más compresión, eficiencia y rapidez. Así la "Quadrature phase shift keying", hace servir un símbolo de 2 bits, en vez de 1 bit utilizado en DPSK, esta modalidad se fundamenta a partir de una variable de 4 fases. Así por lo tanto la emisión por satélite ha quedado fijada a la transmisión de 2 bits por símbolo QPSK.

Se imposibilita el hecho que la señal se pueda situar a  $0^\circ$  por no tener períodos largos de portadora sin modular, que anularía los efectos del sistema.

Así pues haremos servir las coordenadas de  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $315^\circ$  y tendremos un flujo en bits superior que la resolución actual en baudios y con posibilidades de aumentarlo si utilizamos constelaciones de 8 o de 16 fases. Aunque ha de tener presente la relación señal ruido en el enlace que aunque haga servir una constelación muy compleja nos podría dar al final una resolución de "BER" peor que con una constelación más elemental.

Así pues los receptores (IRD) han de resolver estos formatos o bien adecuarlos a las necesidades del monitor que esté conectado. Los decoders D2MAC ya ofrecían estas ventajas.

Diagrama básico de un receptor

DAC = Conversor digital a analógico

ADC = Conversor analógico a digital.

La sección del decodificador lleva habitualmente 4 o más circuitos "DAC" que trabajan al ritmo del flujo de vídeo, se han incorporado 8 circuitos para las

conversiones de vídeo, de estos se necesitan 3 para el circuito RGB y 1 para la salida analógica PAL o SECAM.

La calidad que resulta queda reflejada en el uso o no de DACS de 10 bits, sobretodo en el tema de las transiciones de negros a blancos.

Finalmente hay que añadir el módulo de acceso condicional en el que mediante una PCMCIA accederemos a emisiones de pago.

Tengamos en cuenta la parte de desmultiplexación y decoders de MPEG-2, también la CPU y la memoria tipo SRAM de alta velocidad de 1 a 3 Mbit/s.

Estos receptores actualmente han bajado mucho de precio.

También las plataformas digitales, nos ofrecen receptores digitales, lo que pasa es que mediante software el receptor como tal queda inutilizado y solamente sirve para ver esa plataforma.

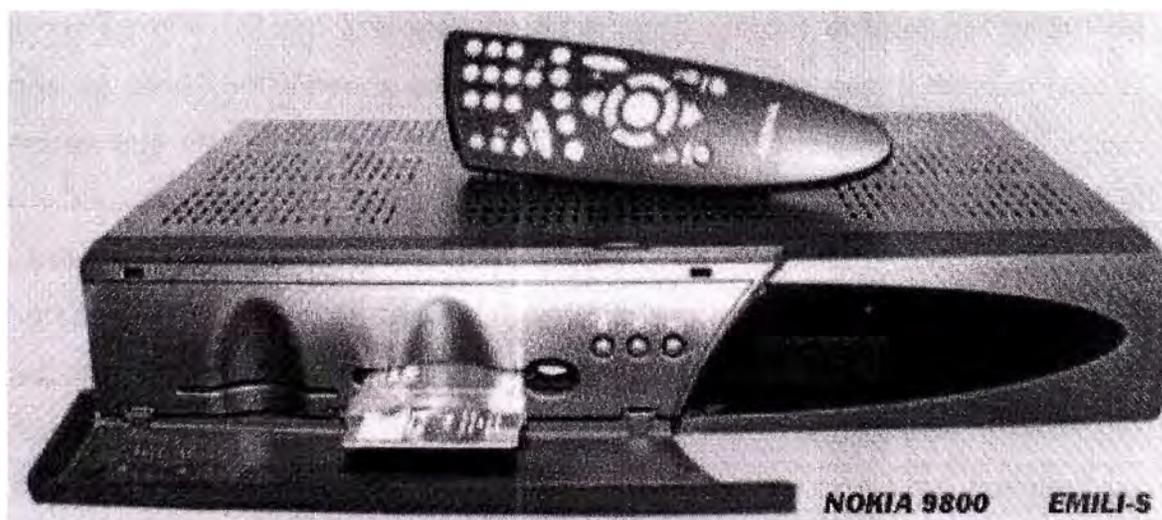


Figura Nº 2.11: Receptor Digital Satelital

Estos los hemos de contemplar como, pequeños terminales de datos que cada 10 segundos recogen información que provienen del flujo MCPC instalado en cada tranpondedor, llamado "NIT" o network information table que especifica todos los detalles; FEC, frecuencias, flujos etc.

Características básicas de la transmisión por satélite

Baja señal / ruido (S/N).

Alta frecuencia y gran ancho de banda disponible.

Los satélites, pueden ocupar múltiples posiciones orbitales por lo que pueden ofrecer multitud de canales dependiendo de la posición de

nuestra parabólica receptora. El estándar DVB-S tiene un número de parámetros, necesarios para la transmisión de un transponder del satélite. Por lo tanto debemos de tener en cuenta las siguientes características a la hora de la recepción.

Frecuencia de la portadora 3.7-4.2 Ghz (banda C).

Polarización (Horizontal, Vertical).

FEC (Código de corrección de error) (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 o 7/8).

Velocidad de símbolo.

Al variar la Velocidad de símbolo el operador ajusta el ancho de banda disponible del transponder. La selección de la velocidad de símbolo (Symbol Rate) resulta ser típicamente de -3dB del ancho de banda del transponder dividido por 1.28.

En las transmisiones digitales por satélite actuales, existen unos estándares que utilizan los operadores cuando utilizan el total del ancho de banda es de 27.500Mbauds como vemos es común en casi todos los MCPC mientras que cuando nos encontramos con un SCPC las velocidades rondan los 6.000Mbauds. Todo esto depende del ancho de banda que utilice el operador del transpondedor. (FEC) Forward error correction, son códigos que varían según el código de redundancia que queramos añadir a los datos que transporta el flujo MPEG-2.

Así un operador que utiliza normalmente un FEC de 5/6, puede que opte para la emisión de un importante encuentro de fútbol en que gran cantidad de personas, estarán atentos al mismo por un código de corrección de errores más robusto de por ejemplo de 2/3 y así poder solventar problemas en su recepción debido a una fuerte lluvia en la zona. Así pues el operador depende de la importancia de la información que emita, tendrá que asegurarse que la información es redundante es suficientemente alta, para no tener problemas en la transmisión.

Como ejemplo 3/4 significa que el 25% de los bits corresponden a información redundante para evitar que haya errores en la transmisión. Normalmente esta corrección, se adopta dependiendo de las condiciones hidrometeorológicas de la área de recepción. El emisor puede optar por un código de corrección que solo le produzca unos minutos de pérdidas de imagen

en un año, causados por una fuerte lluvia, cosa que puede ser aceptable por el televidente.

<b>BER = <math>2 \cdot 10^{-4}</math> before RS (204,188) error correction</b>					
<b>inner code rate</b>	<b>RU [Mbit/s]</b>	<b><math>E_b/N_0</math> [dB] AWGN satellite</b>		<b>C/N [dB] in 33 MHz AWGN satellite</b>	
<b>1/2</b>	<b>23.75</b>	<b>4.5</b>	<b>5.5</b>	<b>3.1</b>	<b>4.1</b>
<b>2/3</b>	<b>31.67</b>	<b>5.0</b>	<b>6.0</b>	<b>4.8</b>	<b>5.8</b>
<b>3/4</b>	<b>35.63</b>	<b>5.5</b>	<b>6.5</b>	<b>5.8</b>	<b>6.8</b>
<b>5/6</b>	<b>39.59</b>	<b>6.0</b>	<b>7.0</b>	<b>6.8</b>	<b>7.8</b>
<b>7/8</b>	<b>41.57</b>	<b>6.4</b>	<b>7.4</b>	<b>7.4</b>	<b>8.4</b>

Figura N° 2.12: Tabla de Factor de Corrección

Esto supone que al aumentar la información para corregir errores en una emisión nuestro ancho de banda aumente y por lo tanto el disponible disminuye. Aquí vemos una tabla que corresponde a un transponder de 33MHz.

## **2.6.-SCPC y MCPC**

El sistema DVB-S está optimizado para SCPC Single Channel Per Carrier o bien MCPC Multiple Channel per Carrier. Hay aplicaciones para la transmisión vía satélite, como enlaces (feeds) y diversos, tienen necesidad de utilizar el satélite para llevar sus contenidos desde el lugar donde se retransmite la noticia a la central.

Por lo que solo necesitamos un trozo del ancho de banda que nos ofrece el transponder ya que en digital, solo queremos transmitir una señal de vídeo y una de audio. Por lo tanto no necesitamos ocupar el ancho de banda que ocuparía una transmisión de 10 canales. Es aquí cuando SCPC utiliza una porción de ese transponder (por ejemplo 8MHz) y desde cualquier lugar del mundo (siempre que el satélite tenga cobertura, normalmente un par de continentes como mucho), para emitir la señal.

Así por un transponder se puede emitir una señal que la fuente le lleva al satélite para retransmitirla desde Suiza y otra señal, por el mismo satélite le llega

desde Rusia. Para ser luego emitidas las 2 desde un mismo transponder. Las emisiones se realizan con menos potencia y por tanto también se reciben algo más débiles.

En MCPC, se transmite todo un transpondedor, si se quiere con 4,5,6,7 u 8 canales, pero desde un mismo lugar. Es decir una central emite todos los canales al satélite. Es decir una parte importante del transpondedor. Pero todos los canales salen de un mismo lugar, por ejemplo París. La potencia con la que se emiten es superior y las antenas de recepción son menores.

En la siguiente figura vemos un ejemplo de SCPC combinando emisiones analógicas y digitales en un solo transpondedor.

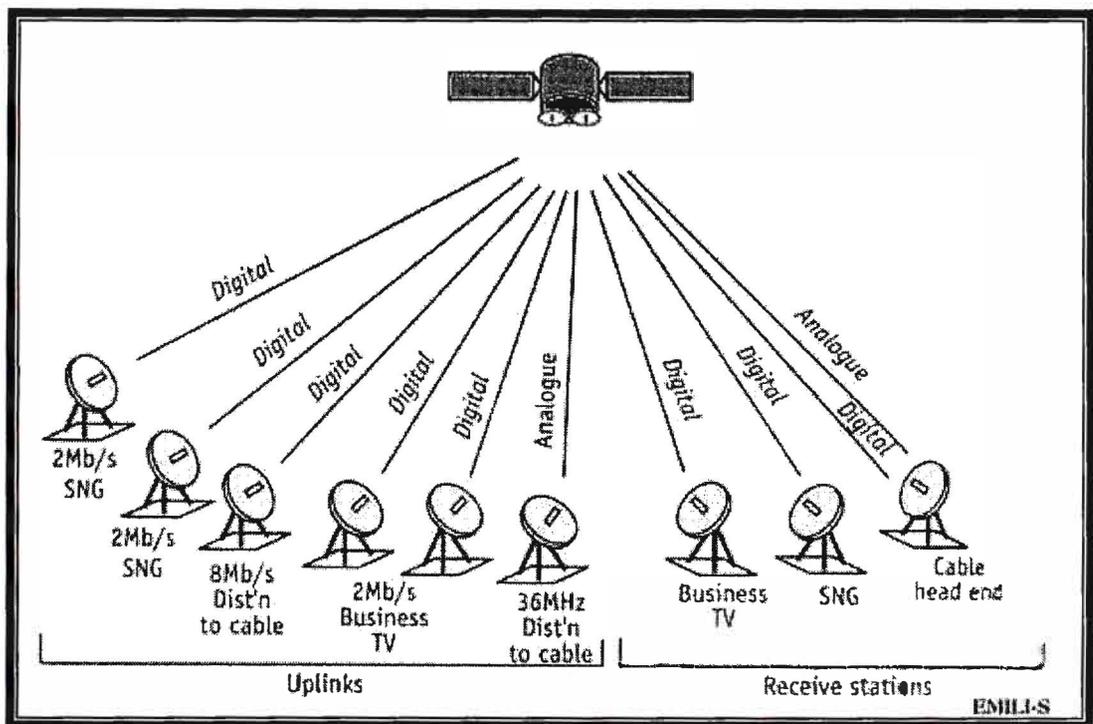


Figura Nº 2.13: Sistema SCPC

Resumiendo podemos decir que mediante SCPC, podemos ocupar por ejemplo 3,4,5 canales de un transpondedor, pero todos los canales llegan al transpondedor desde diferentes lugares. Mientras que si fuera MCPC, esos 3,4,5 canales saldrían de una misma central. Normalmente con MCPC se llenan la mayoría de paquetes digitales comerciales utilizando la totalidad de los transponders. SCPC, lo utilizan las agencias, emisoras independientes... que solamente necesitan un pequeño espacio en el satélite.

También utilizando SCPC podemos combinar en un transponder emisiones analógicas y digitales.

## **CAPÍTULO III COMPONENTES DE UN TVRO DIGITAL**

### **3.1 Antenas de Estaciones Terrenas TVRO**

La antena no solo debe tener la ganancia necesaria para permitir una adecuada transmisión y recepción, sino que también debe contar con las características de radiación que discriminen señales no deseadas y minimicen interferencias sobre otros satélites o sistemas terrenales. También debe permitir discriminar la polarización deseada.

#### **3.1.1 Tipos de Antena**

De acuerdo a su estructura geométrica, pueden ser agrupadas en 2 categorías principales:

- **Simétricas:**

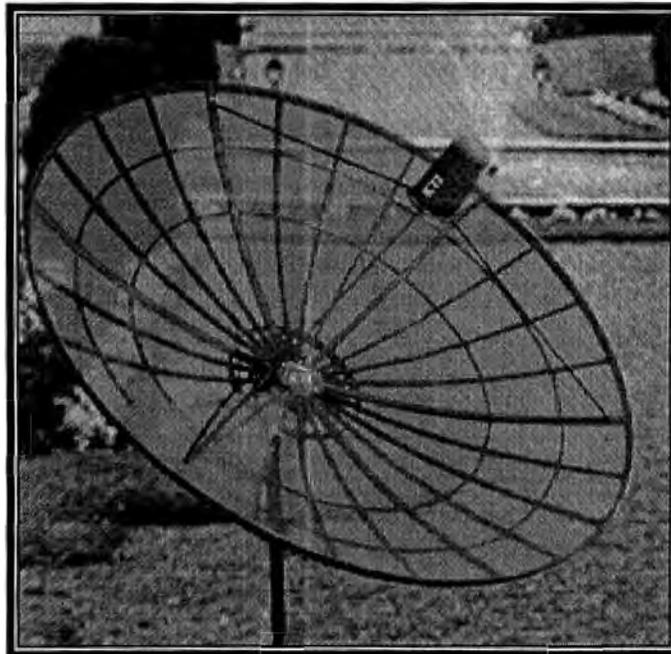


Figura N° 3.1: Antena Parabólica tipo foco primario

- **Asimétricas :**

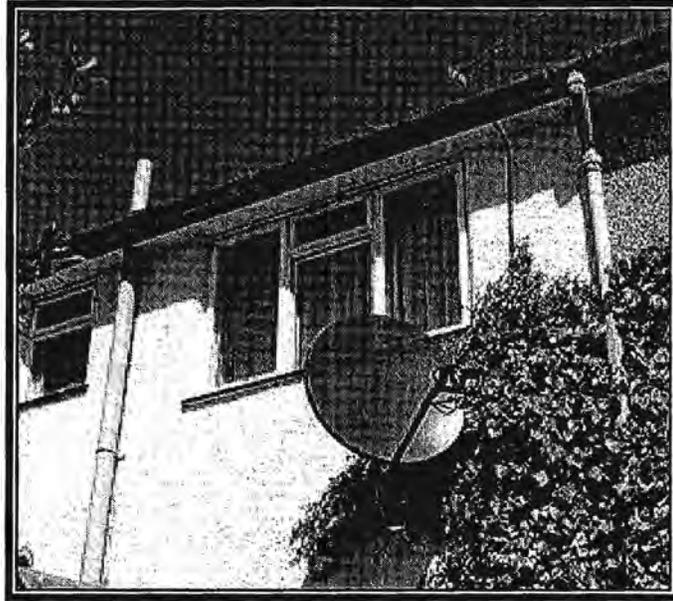


Figura N° 3.2: Antena Parabólica tipo Offset

También, de acuerdo al número de reflectores se puede hablar de:

- Reflector Simple
- Reflector dual (tipo Cassegrain).

La mayoría de las antenas que cumplen funciones exclusivamente de recepción de TV vía satélite para uso de canales de televisión de circuito abierto o cerrado, son del tipo simétrico de un solo reflector, debido a su simplicidad de construcción y funcionamiento y al bajo costo en relación con otros tipos.

### **3.1.2 Control Automático de Antena Parabólica**

Como todo sistema controlado o automatizado destaca la medición y manipulación de una variable, la cual será analizada con sumo cuidado para tratar de manejarla, leerla y monitorearla adecuadamente. En este caso nuestra variable será la precisión con relación a la ubicación. Esta se encuentra basada con respecto al eje Geoestacionario, tomando esencia de las leyes de Kepler para la colocación, rotación y movimiento de los satélites.

### **3.2 Teoría Básica Utilizada**

Una de las principales características de los enlaces vía satélite, es proporcionar comunicaciones punto multipunto, insensibles de la distancia dentro de áreas de cobertura muy extensas. Arthur C. Clarke, escribió en 1945, que un satélite en órbita ecuatorial a una altura de 35,786 kms. rotará a la misma

velocidad angular de la tierra, el satélite geoestacionario aparece como un punto fijo en el espacio.

Clarke, mostró que tres satélites geoestacionarios podrían proporcionar cobertura total a la tierra. Un satélite geoestacionario, aparece fijo desde cualquier punto de la tierra. Para un observador en el espacio, el satélite viaja a una velocidad de 11,068.8 km/h (3,075 m/seg). La órbita de un satélite es elíptica o circular y sus características están gobernadas por las leyes de Kepler. La órbita de un satélite es una elipse con el centro de la tierra en un foco. La línea que une el centro de la tierra y el satélite barre áreas iguales en intervalos iguales.

Los cuadrados de los períodos orbitales de dos satélites tienen la misma razón que los cubos de sus distancias medias al centro de la tierra. Se encuentra que un satélite con una órbita circular con un período de un día sideral tiene un radio orbital de 42,164.2 Km. Tomando el radio medio ecuatorial de la tierra igual a 6378.155 Km resulta que la distancia del satélite a la tierra es de 35,786.045 km.

### 3.2.1 Ángulos de Azimut y Elevación

Dados los datos de latitud y longitud de la estación terrena y la longitud del satélite, se pueden calcular los ángulos de azimut y elevación de la estación terrena para apuntar hacia el satélite. Para puntos en el hemisferio norte

Estación terrena al oeste del satélite  $A = 180 - A$

Estación terrena al este del satélite  $A = 180 + A$

En donde:  $A =$  ángulo de azimut

$$A = \text{Tg}^{-1} \text{Tg} \left[ \frac{(\varphi_{ES} - \varphi_S)}{\text{Sen}(\theta_{LES})} \right]$$

$\theta_{LES} =$  latitud estación tierra

$\varphi_{ES} =$  longitud estación tierra

$\varphi_S =$  longitud satélite

El ángulo de elevación  $E$  está dado por

$$E = \tan^{-1} \left\{ \frac{r - R_e \cos \theta_{LES} \cos [\varphi_{ES} - \varphi_S]}{R_e \sin [\cos^{-1} (\cos \theta_{LES} \cos \varphi_S)]} \right\}$$

Donde:

$r =$  distancia del satélite al centro de la tierra

$R_e =$  radio de la tierra en la estación terrena

La distancia del satélite a la estación terrena esta dada por

$$d = (R_e + H) + R_e - R_e (R_e + H) \times \sin [E + \sin (R_e + H \cos E)]$$

Para un satélite geoestacionario  $H = 35,786$  km.

Con la aplicación de estas fórmulas tenemos una tabla N° 1, en donde figuran los ángulos de azimut y elevación de las principales ciudades del Perú, con relación al satélite PAS-1R.

SATÉLITE	CIUDAD	ANGULO DE AZIMUT	ANGULO DE ELEVACION
PAS-1R	LIMA	71.50913	50.44711
	CALLAO	71.590542	50.370224
	CHICLAYO	80.364166	48.946732
	CHIMBOTE	76.653153	49.759593
	CUZCO	65.314339	55.115604
	HUANCAYO	70.243627	52.394154
	IQUITOS	82.876347	56.787709
	PIURA	82.733516	48.256352
	PUCALLPA	75.587987	54.351168
	SULLANA	83.25178	48.25147
	TRUJILLO	78.21476	49.528698

TABLA N° 3.1: Ángulos de Azimut y Elevación de diferentes ciudades del Perú

### 3.3 Ajuste de Antenas Parabólicas Motorizadas

Esta página pretende ser un instrumento de ayuda a los aficionados que deseen instalar ellos mismos sus propias parabólicas motorizadas. La instalación y ajuste, requiere unos conocimientos mínimos de los diferentes elementos de que consta la instalación, debes conocer un poco que hace cada componente, receptor, posicionador, LNB, polarrotor y actuador, por lo que antes de iniciar el ajuste deberé familiarizarse un poco con su funcionamiento.

Aunque es fácil la instalación, no aconsejo el ajuste a los no iniciados debido a los múltiples factores que inciden en la correcta recepción de las señales (elevación, azimut, polarización, sintonía de vídeo y audio, etc.). En cualquier caso, el que desee montar una parabólica motorizada, como mínimo, debe ser capaz de ajustar he instalar por si mismo una antena parabólica fija.

#### 3.3.1.-Términos Utilizados

Antes de seguir adelante, intentare explicar para familiarizarse con los términos técnicos que aparecerán varias veces

- **Azimut.**

Por azimut se entiende la orientación real respecto al punto en donde se encuentra el observador. Se mide en grados absolutos tomando como referencia el NORTE a 0 grados, siguiendo el sentido de las agujas del reloj hasta llegar al ESTE a 90 grados, el SUR a 180 grados, el OESTE a 270 grados y de nuevo el NORTE a 360 grados.

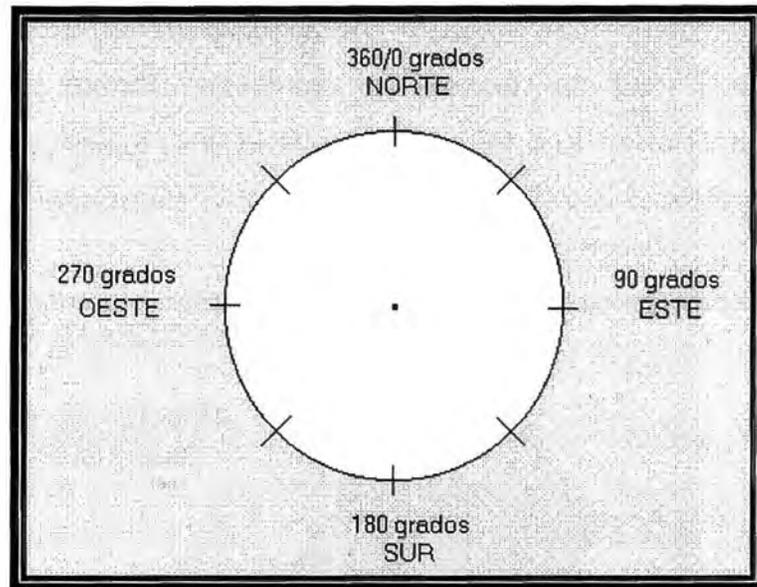


Figura Nº 3.3: Orientación del Azimut

- **Elevación**

Por elevación entendemos la inclinación que debe poseer una línea recta imaginaria que pase por el borde superior e inferior de la parábola, respecto a la vertical.

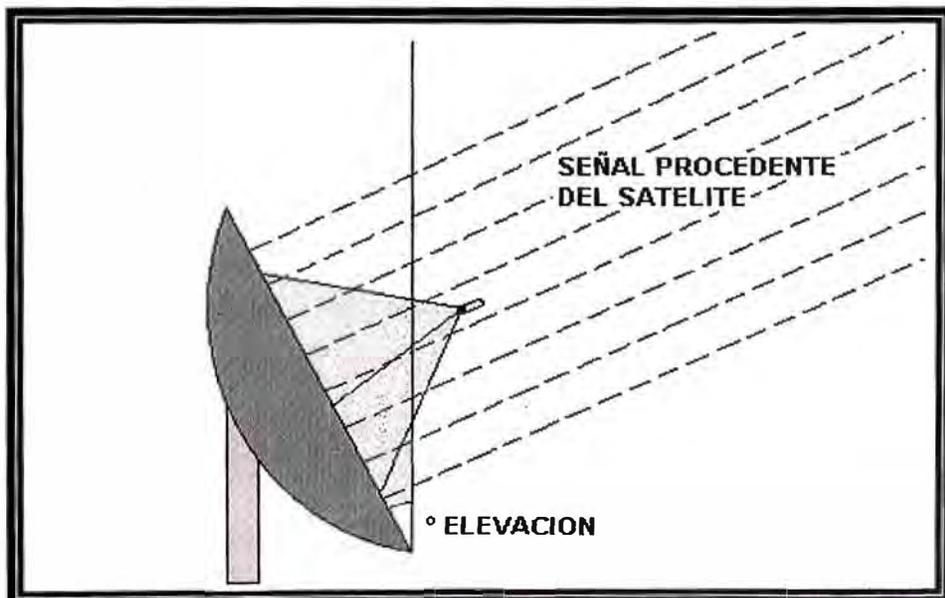


Figura Nº 3.4: Determinación del Ángulo de Elevación

- **Sur real**

Al hallarse los satélites situados sobre la vertical del ecuador terrestre, las antenas situadas en latitudes al Norte del ecuador deben mirar hacia el Sur y las situadas al Sur hacia el Norte, con mayor o menor desviación hacia el Este u Oeste en función del satélite elegido y de la situación geográfica de la antena. Para las antenas motorizadas el Sur o Norte geográfico Real es de gran importancia como veremos a continuación.

En adelante cuando se haga referencia al Sur Real, significará indistintamente el Sur Real (180 Grados de azimut) o el Norte Real (0 grados de azimut), según se encuentre situada la antena al Norte o al Sur del ecuador respectivamente.

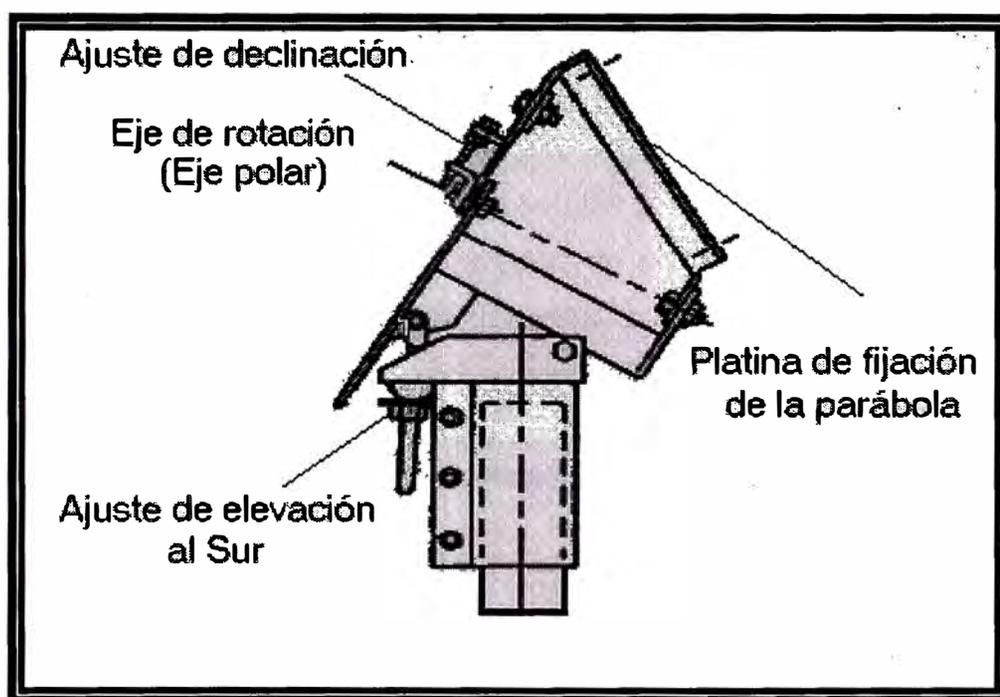


Figura N° 3.5: Ajuste al Sur real

### 3.4 Instrumentación Necesaria

Para poder realizar los ajustes descritos a continuación, deberemos disponer de un **inclinómetro**, a ser posible de una precisión de 0.1° o en su defecto de 0.2°. Este instrumento es de todo punto imprescindible. Además sería conveniente (aunque no imprescindible) disponer de un medidor de campo ó buscador de satélite, adecuado para estas frecuencias (950-2150 Mhz). De lo que sí podemos prescindir totalmente es de la brújula (compás), puesto que le

indicaremos un método mucho más exacto para localizar el Sur Real que es primordial para nuestro propósito.

### 3.4.1 Determinación del Ángulo de OFFSET

Antes de comenzar con el ajuste y siempre que se trate de antenas offset, hemos de averiguar un dato que se acostumbra a omitir en las características de las antenas y que es de suma importancia. Este dato es el ángulo de offset de la antena, que indica la diferencia entre la elevación real de la antena y la elevación con que nos llegan las señales que capta.

Para averiguar este dato hemos de proceder a ajustar la antena como si se tratara de una antena fija y orientarla a un satélite cualquiera que deseemos usar de referencia.

Una vez tengamos la antena ajustada a este satélite mediremos con el inclinómetro la elevación de la antena y restaremos este dato de la elevación real con la que se recibe su señal, consultando las tablas correspondientes, según la localidad donde se encuentre la antena y el satélite elegido.

Para medir este ángulo nos ayudaremos de un listón que sea totalmente plano y rígido; lo situaremos en la parte frontal de la antena, de forma que quede apoyado en posición vertical sobre dos puntos del borde exterior del disco y sobre este listón situaremos el inclinómetro.

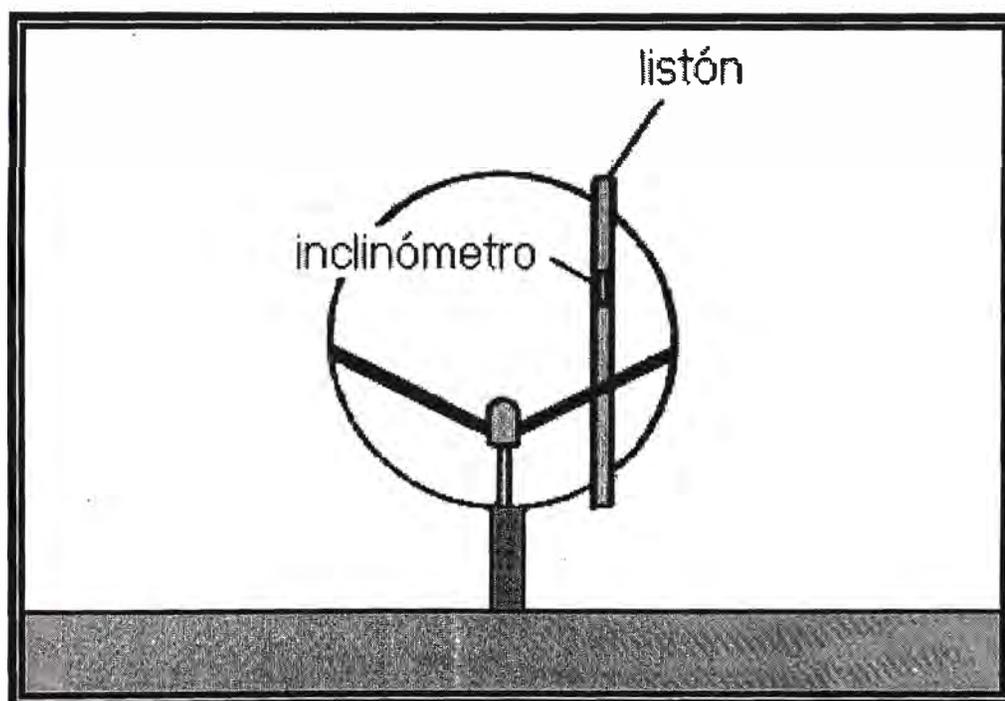


Figura Nº 3.6: Forma practica para determinar el Angulo OFFSET

Por ejemplo, para Barcelona si utilizamos como referencia el satélite Hispasat, la tabla nos indica que la elevación con que se recibe su señal es de 32,1°.

Si al medir la elevación de la antena, el inclinómetro nos indica 16°, esto quiere decir que el offset de la antena es de  $32,1^\circ - 16^\circ = 16,1^\circ$ .

Una vez hallado este dato lo anotaremos puesto que lo necesitaremos más adelante. Ahora ya podemos empezar con el ajuste de la montura.

### 3.4.2 Ajuste de la Montura

Un punto sumamente importante y previo a cualquier ajuste posterior, es comprobar la **perfecta verticalidad del mástil** de soporte. Sin este requisito cualquier otro ajuste será inútil. Preste una especial atención a ese punto puesto que suele ser el más difícil de corregir.

- **Localización del Sur real**

Localizar el **sur geográfico real**, para latitudes situadas al norte del ecuador o el **norte** para las situadas al sur, es muy importante ya que es la orientación que debe tener la antena cuando se encuentre en su posición central y que coincide con la elevación máxima del disco. Para ello siga los siguientes pasos:

- Situar todos los elementos de la instalación al lado de la parábola: Receptor, posicionador y televisor todo ello debidamente conectado a la unidad externa y actuador de la antena.
- Sintonizar en el receptor de satélite un canal conocido del satélite que hayamos elegido como referencia por ejemplo el HISPASAT.
- Mediante el posicionador alinear perfectamente el cabezal (la montura), de forma que la antena se encuentre en su posición central. Esto coincidirá con la máxima elevación de la parábola.
- Ajustar el ángulo de elevación necesario para recibir el satélite elegido. Si utilizamos el mismo satélite de referencia que al averiguar el ángulo de offset de la antena, este dato ya lo tenemos. Es el que nos indicaba el inclinómetro al captar dicho satélite.
- Dejar libre la montura respecto al mástil de soporte, de modo que pueda girar libremente todo el conjunto montura-antena sobre éste.
- Girar lentamente el bloque montura-antena hasta conseguir captar la señal deseada.

- Si el satélite transmite con mucha potencia puede ser necesario desajustar la elevación de la antena para determinar con mayor exactitud el punto exacto de orientación, en el caso de no disponer de medidor de campo y si nos guiamos únicamente por la imagen del televisor.
- En esta posición realizar una marca coincidente en el mástil y montura lo más fina posible, por ejemplo con un rotulador fino o un objeto punzante.
- Proceder a medir el perímetro del mástil con la máxima precisión posible. Usar para ello un metro de papel o tela colocándolo alrededor del mástil.
- Con el dato sobre el azimut del satélite para nuestra localidad, proporcionado por la tabla, calcular el desplazamiento necesario del cabezal alrededor del mástil, a partir de la marca realizada.
- Proceder a la corrección y fijar el cabezal firmemente al mástil de soporte.

Por ejemplo, en el caso de Barcelona la tabla nos indica un azimut de 223,6° para recibir el satélite HISPASAT situado a 330° Este. Puesto que el Sur real corresponde a un azimut de 180° esto equivale a decir que al recibir este satélite la antena esta orientada a:  $180 - 223,6 = -43,6^\circ$  hacia el Este desde el Sur, o sea, mirando hacia el Sur, 43,6° a la DERECHA, porque en este caso los grados salen en negativo, en caso de salir positivo, se deberían hacia la izquierda.

Suponiendo que el mástil tuviera un perímetro de 125 mm y puesto que la totalidad del perímetro equivale a 360°, el desplazamiento necesario para encarar el Sur sería:

$$125 \text{ mm} / 360^\circ = 0.347 \text{ mm} / \text{grado}$$

$$0,347 \text{ mm} \times 24,41 = 8.47 \text{ mm.}$$

Por lo tanto debemos desplazar el cabezal 8,47 mm hacia el Oeste (a la derecha vista la antena por detrás) alrededor del mástil, a partir de la marca realizada al recibir el satélite.

Si todo se ha realizado tal como se ha indicado anteriormente ya tenemos perfectamente ajustado el Sur real y solo nos queda proceder al ajuste de la montura propiamente dicha.

- **Elevación del Eje Polar**

La montura tiene un eje que une la parte fija sujeta al mástil con la parte móvil que se halla fijada a la antena. Por este eje es por donde pivotea la antena

mediante el actuador. La inclinación de este eje respecto a la vertical y que llamaremos elevación del eje polar, debe ajustarse según las tablas. Este ángulo depende únicamente de la latitud donde se halle la antena.

- **Elevación al Sur**

El último paso consiste en ajustar la elevación total al Sur. Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- Compruebe que la antena sigue en su posición central. Si no es así corríjalo valiéndose del actuador. Este punto es muy importante, asegúrese bien antes de seguir adelante.
- Consulte la tabla de datos para averiguar la elevación total al sur según nuestra situación. Si se tratase de una antena del tipo offset, réstele el ángulo de offset de la antena que habremos obtenido previamente, tal como se explica al principio de este texto.
- Ayudándose del inclinómetro ajuste la elevación de la antena al ángulo resultante del cálculo anterior, valiéndose del ajuste del ángulo de compensación o declinación, cuidando de no alterar el ángulo del eje de rotación ni la orientación al Sur.

Por ejemplo:

En el caso de Barcelona las tablas nos indican una elevación total al Sur de  $39^\circ$ . Si la antena fuese una de foco central (prime-focus) esta sería la elevación a la que debemos ajustar el disco. En el caso de una antena offset y siguiendo con los ejemplos anteriores la elevación sería  $39^\circ - 16,1^\circ = 12,9^\circ$ . Los  $16,1^\circ$  que hemos restado corresponden al offset de la antena que habíamos hallado anteriormente.

### 3.5 Algunos Consejos

Con esto finalizamos la totalidad de los ajustes requeridos. Si se han realizado con precisión no será necesario ningún tipo de retoque y el recorrido de la antena seguirá fielmente la órbita de Clark, por lo tanto no escatime esfuerzos a la hora de conseguir la máxima exactitud al realizarlos.

Si observa algún problema de seguimiento es mejor reiniciar de nuevo todos los ajustes empezando por recalcular el ángulo de offset de la antena. Preste especial atención a la verticalidad del mástil de soporte y a la localización del Sur.

Cerciorarse de que está usando correctamente el inclinómetro. Es frecuente cometer errores con él. Todos los ángulos que se han indicado aquí son respecto a la vertical. El inclinómetro en cambio los mide respecto a la horizontal si se hace coincidir la marca 0° interior, con la marca 0° exterior. Para medirlos respecto a la vertical hemos de hacer coincidir la marca de 90° interior con el 0° exterior.

### 3.6 Características Eléctricas de la Antena

#### 3.6.1 Ganancia de la Antena

Se la define como la relación de la potencia por unidad de ángulo sólido radiada en una dirección dada de la antena, a la potencia por unidad de ángulo sólido radiada desde una antena isotrópica a la que se le suministra la misma potencia.

La ganancia de una antena, a una determinada frecuencia, depende del diámetro de la misma y de diversos factores constructivos y se expresa mediante la siguiente formula:

$$G = \eta \cdot 4 \pi \frac{A}{\lambda^2}$$

Siendo A el área efectiva de la superficie del reflector, quedando

$$G = \eta \left( \pi \frac{D}{\lambda} \right)^2$$

$$\text{con } \eta = \eta_2 \cdot \eta_b \cdot \eta_s \cdot \eta_c \cdot \eta_p \cdot \eta_o$$

- D: diámetro de la antena
- $\lambda$ : longitud de onda de operación
- $\eta$ : rendimiento o eficiencia total, la cual es producto de varios.
- $\eta_a$ : eficiencia de apertura, resulta de la iluminación no uniforme y errores de fase.
- $\eta_b$ : eficiencia de bloqueo, resultante del bloqueo del reflector principal por el alimentador y soportes del mismo.
- $\eta_s$ : eficiencia de dispersión (spillover) provocada por la pérdida de energía ya que el alimentador no recibe toda la energía reflejada.
- $\eta_c$ : eficiencia de polarización cruzada, pérdida de energía debida al desalineamiento en la polarización deseada.

$\eta_p$ : eficiencia de precisión de superficie, perdida en la ganancia resultante de irregularidades en la superficie.

$\eta_o$ : eficiencia ohmica y de desadaptación, referida a la energía reflejada en el terminal de entrada de la antena (ROE) y a la disipada en perdida ohmica en las superficies conductoras.

Los rendimientos de antenas de reflector simple de características profesionales llegan aproximadamente al 60%, pudiendo disminuir en antenas de características muy económicas hasta un 40%.

### 3.6.2 Directividad

Se llama directividad al grado de concentración de un campo irradiado en una dirección determinada.

El diagrama de radiación de la antena da una representación de la directividad de la misma.

El ancho del haz principal (el de la dirección deseada) se determina con el diagrama y se define como el ángulo existente entre 2 puntos del haz cuyos niveles son de  $-3\text{dB}$  debajo del pico del mismo.

El ángulo de potencia mitad de la antena, depende exclusivamente de la longitud de onda de operación y del diámetro de la misma y su valor aproximado esta dado por la siguiente formula:

$$\theta_{1/2} = 70 \cdot \frac{\lambda}{D}$$

### 3.6.3 Diagrama de Lóbulos Laterales

Los lóbulos de irradiación de una antena en direcciones distintas a la del eje (off-axis) se los llama lóbulos laterales. Representan la sensibilidad de la antena en captar energía proveniente de direcciones no deseadas.

El lóbulo de 180 grados se denomina lóbulo trasero y la relación entre este y el lóbulo principal se especifica como relación frente –espalda (front-to-back ratio).

A los efectos de reducir los lóbulos laterales y mejorar la eficiencia de la antena es conveniente:

- Reducir el nivel de iluminación del alimentador hacia el borde del reflector.
- Mejorar la precisión de las superficies reflectantes.

- Reducir en lo posible el bloqueo del alimentador y su soporte respecto al reflector principal.

#### **3.6.4 Temperatura de Ruido**

La temperatura de ruido de la antena forma parte de la temperatura de ruido de todo el sistema de recepción, afectando directamente al factor de calidad del mismo. Dicha temperatura de ruido de la antena esta determinada por los siguientes factores:

- Ruido cósmico en RF.
- Ruido Galáctico.
- Precipitaciones.
- Ruido Solar.
- Presencia de la tierra.
- Contribución de objetos cercanos.
- Temperatura de bloqueo (alimentadores, etc.).

#### **3.6.5 Polarización**

Hace referencia a la dirección de traslado del vector campo eléctrico  $E$  de la onda electromagnética. Los satélites internacionales INTELSAT reciben y emiten sus ondas electromagnéticas en polarización circular derecha (Right Hand Circular Polarization) e izquierda (Left Hand Circular Polarization). Esto significa que el vector  $E$  se traslada en el espacio rotando en los sentidos mencionados. Los satélites domésticos y algunos regionales, utilizan polarización lineal vertical u horizontal (el vector  $E$  se traslada sin rotar). El comportamiento del reflector principal de la antena es independiente de la polarización, no así el alimentador.

#### **3.6.6 Alimentador**

Se llama alimentador (feedhorn) a la guía de onda que recibe la señal del reflector principal y la trasmite hasta la entrada del amplificador de bajo ruido LNA (Low Noise Amplifier). El dieléctrico de la guía de onda (aire) presenta menos perdidas que el plástico de un coaxil a la frecuencia de 4 Ghz. Para la recepción de señales polarizadas circularmente es necesario incluir en la guía de onda de entrada del alimentador algún elemento desfasador de características dieléctricas, que produzca la conversión de polarización circular a lineal.

#### **3.6.7 Factor de Calidad del Sistema**

El factor que determinara la calidad de recepción del sistema, representado

por la relación  $\frac{G}{T} \left( \frac{dB}{K} \right)$  donde:

**G:** ganancia de recepción de la antena respecto a una isotropica (dB).

**T:** temperatura de ruido del sistema de recepción (grados Kelvin) a la entrada del amplificador de bajo ruido LNA. A su vez, dentro de la temperatura de ruido de recepción intervienen los siguientes parámetros:

- Temperatura de ruido de antena
- Perdida numérica ohmica del alimentador
- Temperatura de ruido debido al ROE de la antena
- Temperatura de ruido del LNA
- Temperatura ambiente
- Temperatura de ruido adicional posterior al LNA, debidas a líneas de transmisión, divisores de potencia, convertidores, etc.

Como en toda cadena de transmisión de una señal, los bloques que determinan el nivel de ruido final son los incluidos en la primera etapa. En este caso, las temperaturas de ruido intervinientes hasta la entrada del LNA, incluyendo la aportada por él mismo, son las que definen básicamente el G/T juntamente con la ganancia de la antena.

### 3.6.8 Descripción del Sistema de Recepción

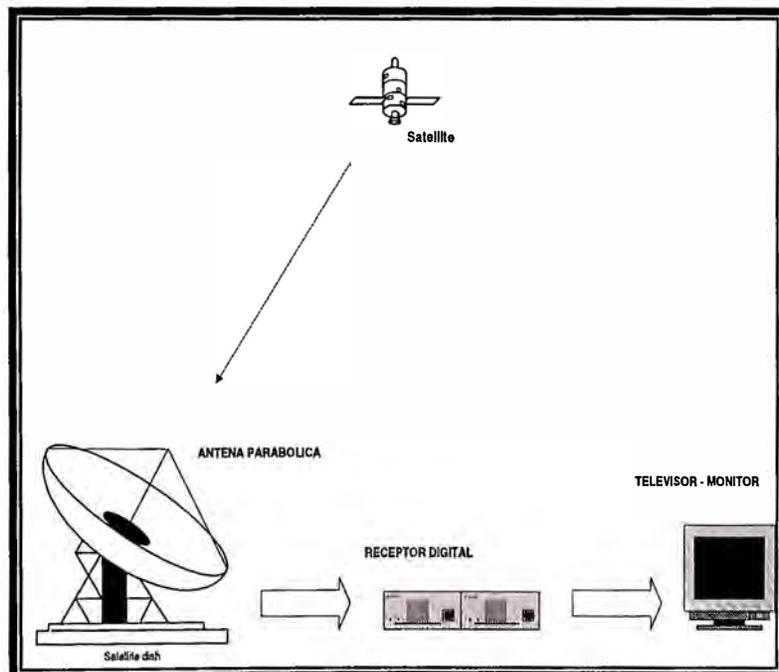


Figura Nº 3.7: Sistema TVRO

Como se observa en el gráfico el sistema de recepción de la señal de Televisión por satélite funciona de la siguiente manera:

- ◆ El satélite envía la señal a toda una extensa área geográfica, en esa extensa área geográfica está comprendida nuestro país. La única posibilidad de recibir estas señales es a través de antenas parabólicas y esto debido a que las ondas que vienen del espacio viajan mínimo 36,000 Km, de distancia y llegan a la tierra tan pequeña que el plato parabólico los recoge y de acuerdo a su tamaño colecciona una gran cantidad de señal.
- ◆ Como dijimos las ondas que viajan del espacio son recogidas por la antena parabólica, son millones de ondas las que se recogen. Como toda antena y por su forma de parábola, todas estos millones de rayos u ondas se reflejan en la superficie de la parabólica y pasan por un solo punto de la antena que se llama Foco de la Antena Parabólica. En este foco se coloca un elemento que se denomina Alimentador que recoge la suma de estos millones de ondas. El alimentador está conectado con otro equipo electrónico que es un amplificador, está localizado junto con el alimentador y como es un equipo electrónico amplificador necesita energía o fuente. La energía o fuente se la proporciona el receptor por el mismo cable por donde baja la señal de radiofrecuencia trayendo la información de televisión.
- ◆ El receptor se conecta a este amplificador que está en la parábola, por medio de un cable coaxial. Por este cable baja la señal que nos interesa ver, en este caso menciono la palabra ver porque es una señal de televisión que vamos a recibir, también lo podemos hacer cualquier otro tipo de información, por ejemplo música, datos telefonía, etc., el principio es el mismo. Este equipo receptor es muy importante, pues, es él quien recupera la información, siempre debe estar prendido (encendido).
- ◆ Cuando todo marcha bien, todas las conexiones bien hechas, el sistema funciona y tenemos ningún problema. Por lo tanto, nuestra señal de televisión lo conectamos a un televisor y podremos ver la imagen que trae y escuchar el sonido que acompaña a esa imagen.

### **3.6.9 Elementos del Sistema de Recepción**

En resumen podemos citar los siguientes equipos y accesorios como elementos principales de la estación. Muchas denominaciones se han dado este

tipo de aparatos, es decir al conjunto. Normalmente se le llama "estación TVRO" de las siglas en inglés Televisión Receiver Only, que significa Estaciones de Televisión Solamente de Recepción. Estos son los principales elementos de este tipo de sistemas.

- ◆ **Antena Parabólica.-** cuya función es la de coleccionar la señal de viene del espacio.

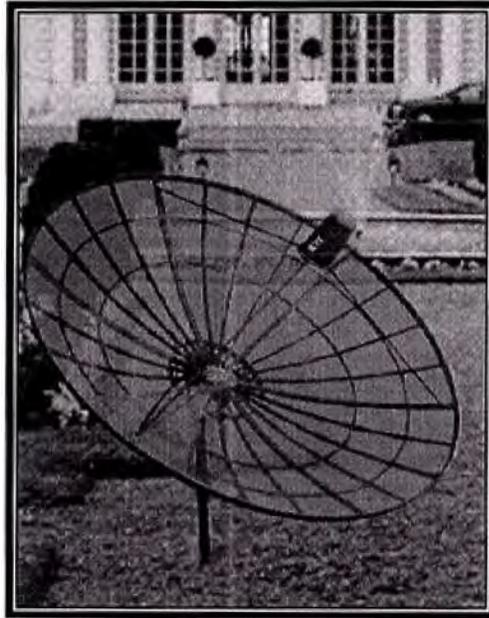


Figura N° 3.8: Antena Parabólica de Malla de 3 mts de diámetro

- ◆ **Alimentador.-** Recoge la suma de todas las señales que se han reflejado en la parábola.

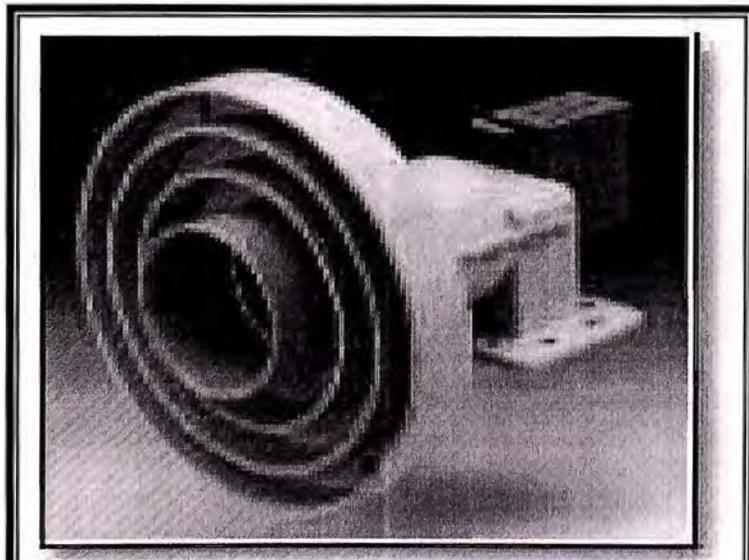


Figura N° 3.9: Alimentador polorotor

- ◆ **LNB.-** Que se encuentra junto con el alimentador y es energizado desde el receptor por el mismo cable que trae la señal.

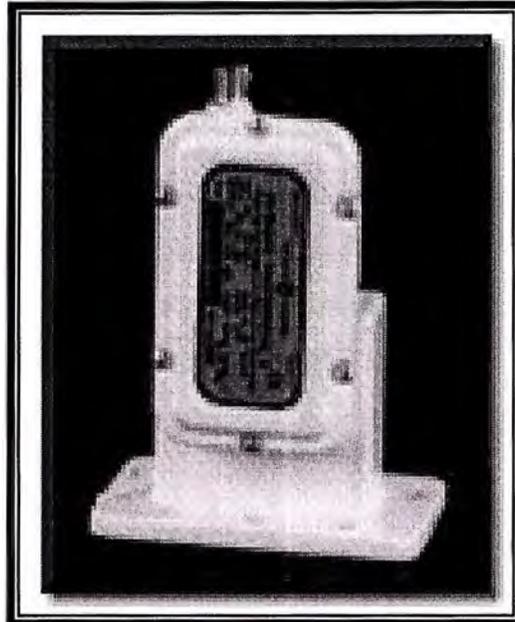


Figura Nº 3.10: LNB de banda C

- ◆ **El Receptor.-** Es el equipo electrónico más importante, el cual, también se manipula manualmente o a control remoto. Aquí se selecciona el canal deseado y la señal es procesada para dar la forma adecuada para un televisor o monitor.



Figura Nº 3.11: Receptor Digital Satelital

- ◆ **Cables y Conectores.**- nos permiten enlazar, conectar todos estos elementos y aparatos del sistema.
- ◆ Todos deben funcionar en conjunto si alguno de ellos está inoperativo, desconectado, malogrado, etc., el sistema no funcionará.

### 3.7 Capturas TV Satélite

#### 3.7.1 Emisiones Internacionales

Encontramos multitud de satélites dedicados al Broadcast, emisiones tanto de TV como de radio, estas analógicas o digitales. También últimamente se incluyen gran cantidad de emisiones exclusivamente para datos. Tanto es así que ingresos como los de la familia EUTELSAT están por ese concepto al borde de superar la TV. Bueno como pincelada al estudio os ofrezco unas cuantas capturas de una pequeña parte de las emisiones que podemos recibir Vía Satélite. Tomémoslo como un aperitivo:

Las capturas son aleatorias de los miles de canales que podemos recibir. Un poco representativas y hasta curiosas. Dejamos las capturas del Estilo Eurosport o MTV de ASTRA 1 para otra ocasión.

Para recibir estas emisiones solo es necesario un LNB, una antena mínima de 80 cm de diámetro offset móvil y un receptor digital que cumpla la norma DVB-MPEG2. Si queremos recibir enlaces de noticias "feeds" o canales SCPC, nuestro receptor deberá estar preparado para ello.

Desde la península Ibérica con una instalación como la que os comento podemos captar más de una veintena de satélites, está sería la lista de las posiciones que tenemos actualmente.

POS. SATELITE

----- =====

68.5°E PAS 4 - PAS 7

48.0°E Eutelsat II f1 (incl. 1.8°)

47.5°E Europe\*Star B (incl. 1.4°)

45.0°E Europe\*Star 1

42.0°E Türksat 1C

36.0°E Eutelsat Sesat - Eutelsat W4

28.2°E Eutelsat II f4 - Astra 2A - Astra 2B - Astra 2D (Coposicionados)

27.5°E Astra 1D

26.0°E Arabsat 2A - Arabsat 3A  
 21.5°E Eutelsat II f3 (incl. 0.8°) 010119  
 19.2°E Astra 1A - 1B - 1C - 1E - 1F - 1G - 1H (Coposicionados)  
 16.0°E Eutelsat W2  
 13.0°E Hot Bird 1 - 2 - 3 - 4 -5 (Coposicionados 5 satelites)  
 10.0°E Eutelsat W1  
 7.0°E Eutelsat W3  
 5.0°E Sirius 3 - Sirius 2  
 1.0°W Intelsat 707 010129  
 5.0°W Telecom 2C  
 7.0°W Nilesat 101- Nilesat 102  
 8.0°W Telecom 2A - Telecom 2D  
 11.0°W Telecom 2B  
 11.0°W Express 3A  
 12.5°W Eutelsat II f2 (incl. 1.0°)  
 13.0°W Sirius W (incl. 1.2°)  
 14.0°W Express 2 (incl. 0.5°)  
 15.0°W Telstar 12  
 18.0°W Intelsat 705  
 21.5°W NSS 803 - Intelsat NSS K  
 24.5°W Intelsat 603  
 27.5°W Intelsat 605  
 30.0°W Hispasat 1A/1B - Hispasat 1C  
 31.5°W Intelsat 801  
 34.5°W Intelsat 601                      ENLACES HISPASAT 30° O  
 37.5°W Telstar 11 (Orion) - Columbia 515 (incl. 2.8°)  
 43.0°W Panamsat 3R - PAS 6 - PAS 6B  
 45.0°W Panamsat 1R



Figura Nº 3.12: CITY TV - CANADÁ - TELSTAR 15º O



Figura Nº 3.13: ENLACES CHINA EUTELSAT 7ºE



Figura Nº 3.14: FOX NEWS U.S.A. - PANAMSAT 3R 43º O



Figura Nº 3.15: ENLACES CANALES CHINA - TELSTAR 12 15º O



Figura Nº 3.16: CNN TURQUIA - TURKSAT 42º E



Figura Nº 3.17: VTV4 - VIETNAM - TELECOM 2D 5º O



Figura Nº 3.18: ENLACES INTERNACIONALES - EUTELSAT 16º E



Figura Nº 3.19: CBS - NTSC - PANAMSAT 3R 43º E



Figura Nº 3.20: BK63 SERVIA- EUTELSAT 36º E

## CAPÍTULO IV PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL PERÚ

### 4.1 Proyecto “Apoyo a la Comunicación Comunal” – MTC.

Se dará una información más amplia en un apéndice relacionado con este Proyecto ejecutado por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, de manera ilustrativa indicaremos los sistemas que adquiere el mencionado proyecto.

#### 4.1.1 Diagrama del Sistema de Transmisión

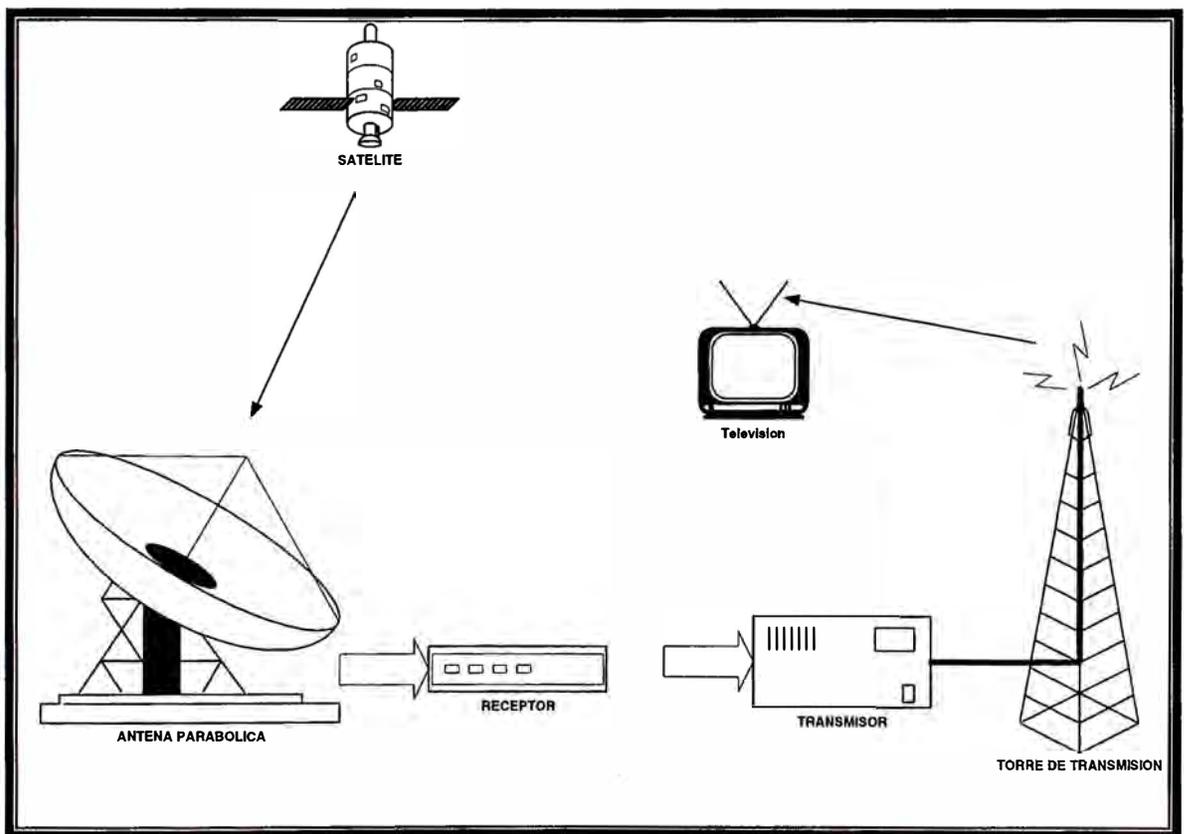


Figura N°:4.1: Sistema de Recepción y Transmisión de TV

#### 4.1.2 Descripción del Sistema de Transmisión

Anteriormente describimos el sistema de recepción, con sus elementos principales y el funcionamiento. Si queremos que la señal recibida, en este caso

la señal de televisión se difunda a toda una población, ciudad, localidad, etc., tenemos que emplear el sistema de retransmisión de esta señal por medio de los equipos transmisores, entonces en vez de solo recepcionar en un monitor – televisor, la señal se conecta a un transmisor de televisión, como se muestra en el gráfico. La salida del transmisor se enlaza con las antenas de transmisión por medio de un cable coaxial y desde la antena se irradia la señal en un número determinado ó canal a toda una localidad. Dependiendo de la potencia del equipo transmisor la señal puede ser recepcionado a varios Kilómetros de distancia por un simple televisor provisto de una antena, por ejemplo tipo “conejo”.

#### 4.1.3 Elementos del Sistema de Transmisión

**EL TRANSMISOR.-** es el equipo electrónico que nos permite procesar la señal recibida por el sistema de recepción. Primero modula la señal de vídeo (eleva en frecuencia) y luego irradia al espacio a través de un transductor entre el espacio y el equipo transmisor a quien se denomina también la antena.

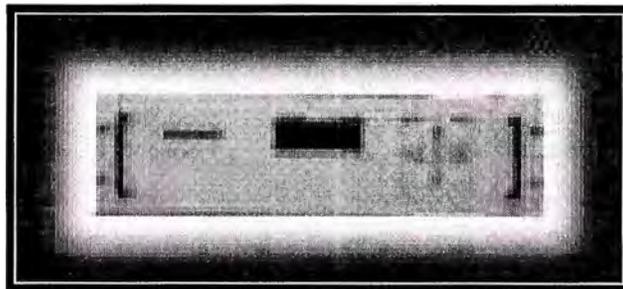


Figura N° 4.2: Transmisor de Televisión

**LA ANTENA.-** por su definición como elemento transductor entre el espacio y el transmisor, la antena nos permite direccionar la señal hacia un área determinada y hacer que el equipo (transmisor) transfiera el 100% de su energía hacia el espacio. (Ver figura 4.3).

**CABLE DE TRANSMISIÓN.-** es el elemento que une la antena con el equipo transmisor. Siempre debe estar conectado este cable entre el transmisor y la antena.

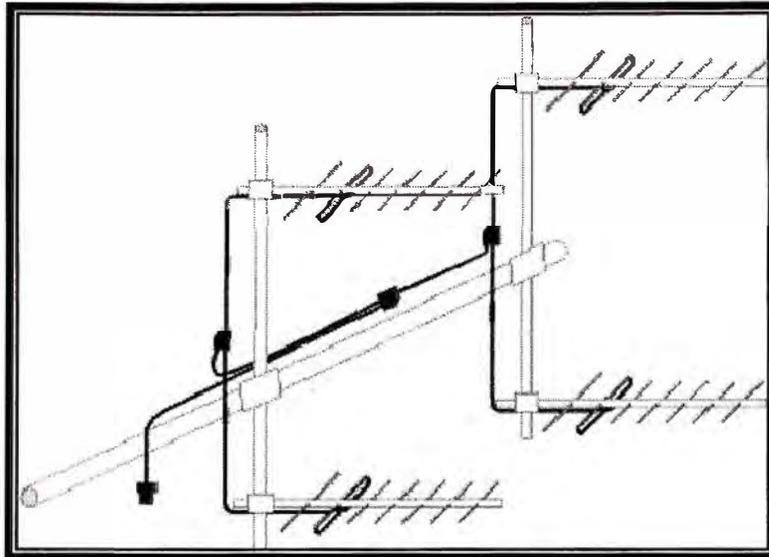


Figura N° 4.3: Arreglos de Antenas de Transmisión tipo yagui

TORRE DE TRANSMISIÓN.- es el soporte de la antena de transmisión. Está básicamente para dar la altura necesaria al sistema de radiación en su conjunto.

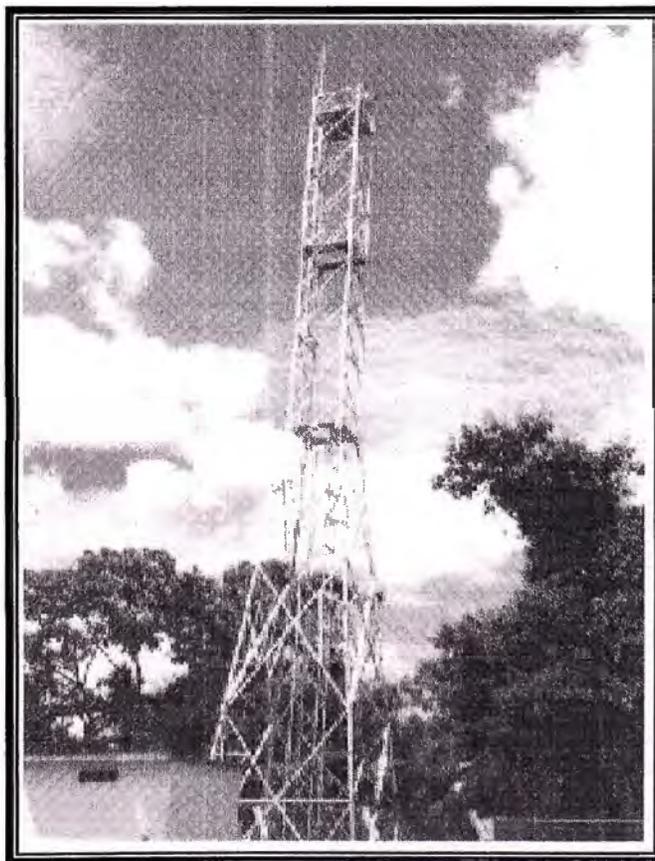


Figura N° 4.4: Torre de Transmisión

#### 4.1.4 Sistema de Energía

Como se ha visto dentro de toda la instalación (sistema de recepción, sistema de transmisión), para el funcionamiento y operación en conjunto, sobre todo de los aparatos electrónicos, es necesario contar con un suministro de energía eléctrica.

La posibilidad de contar con este suministro de energía dentro del actual proyecto se tiene la de la energía comercial, que proviene de centrales ó mini-centrales hidroeléctricas y la de energía fotovoltaica, comúnmente conocido como paneles solares. Dentro del suministro de energía comercial, los equipos trabajan con un valor de voltaje de 200 VAC – constante y estable. Para mantener esta constancia y estabilidad se dota a cada sistema, de estabilizadores de energía ferroresonante.

#### 4.1.5 Constelación de Satélites a los Cuales se Pueden Accesar Mediante una Antena Parabólica.

Estos satélites son de la familia HUGHES y están ubicadas sobre la línea ecuatorial o el cinturón de Clarke. La línea ecuatorial se puede apreciar en el siguiente gráfico y recorre la tierra de Este a Oeste separando al globo terráqueo en dos latitudes Norte Y Sur.

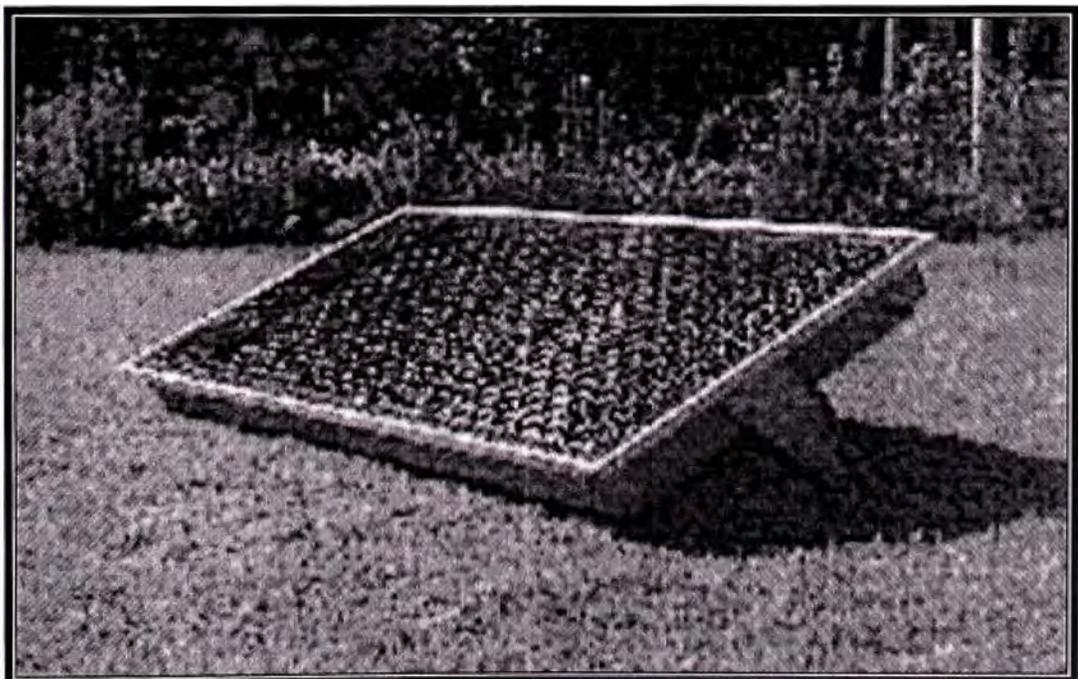


Figura N° 4.5: Modulo Fotovoltaico



Figura N° 4.6: Arreglo Solar

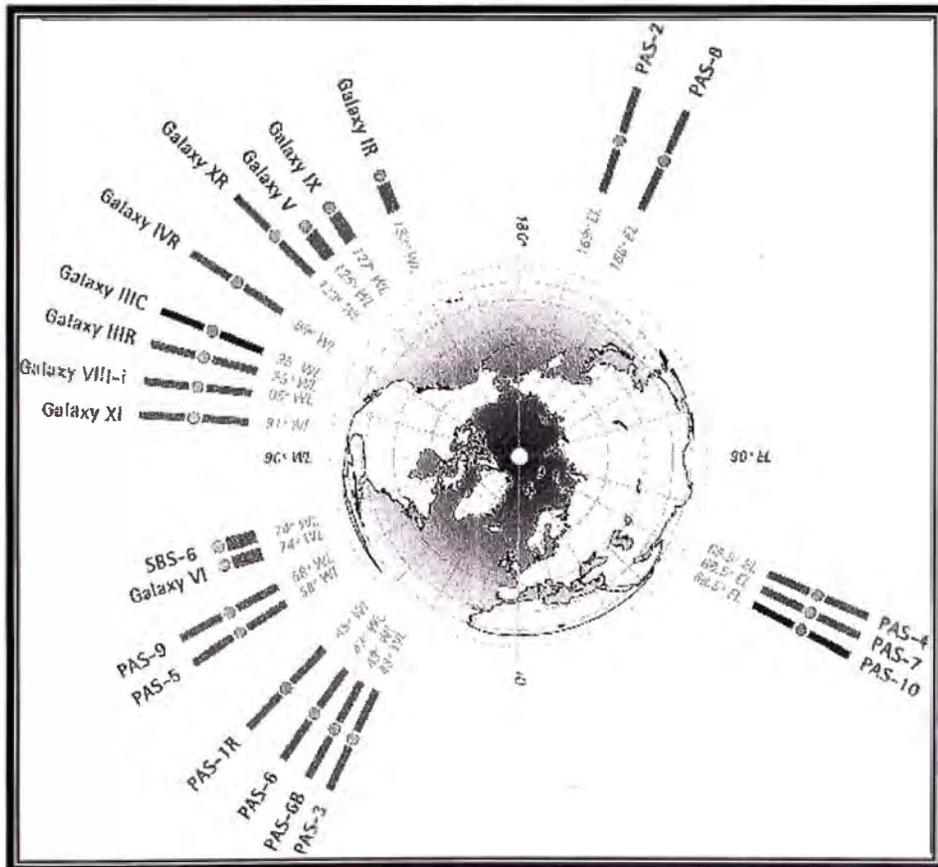


Figura N° 4.7: Constelación de Satélites en la órbita geostacionaria

En este gráfico se nota claramente la ubicación de la estación espacial (satélite) a lo largo de la línea ecuatorial. Esta es la órbita geoestacionaria y la usada por todos los satélites de radiodifusión en el mundo.



Figura N° 4.8: Órbita geoestacionaria

## RECOMENDACIÓN Y CONCLUSIÓN

Como se ha podido apreciar, él haber incursionado en una investigación sobre tan importante área de desarrollo como es “Recepción de TV Digital Vía Satélite en banda C”, dejo parte de mis conocimientos adquiridos y quienes se detengan a estudiar el **Informe de Suficiencia** mostrado puedan comprender las partes de las cuales se compone este Sistema, sus principales características y las tecnologías presentes en este, espero contribuir para que otros puedan incursionar en esta área de la Electrónica poco explotada en nuestro País, que mediante los conocimientos adquiridos ya somos capaces de diseñar Sistemas en los cuales sea involucrado los TVRO.

## APENDICE

### J. ALCANCES

Eliminado: ¶

El Proyecto “Apoyo a la Comunicación Comunal”, adquiere Equipos de Telecomunicación para instalarlos en Centros Poblados, que por su ubicación geográfica no tienen acceso a los Servicios de Radiodifusión por Televisión.

El proyecto “apoyo a la Comunicación Comunal”, instalara en el año 2003, 330 sistemas de TV

### III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SISTEMA PACC TIPO A

It	Cant	Und	Descripción	
<b>01</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Antena Parabólica</b>	
			Diámetro del reflector	10 pies
			Banda de Frecuencias	C y Ku
			Ganancia a 4.2 Ghz.	40 dBi.
			Ganancia a 12,75 Ghz.	49 dBi.
			Material del reflector	Fibra de vidrio reforzado con poliéster o malla de aluminio
			Relación distancia focal/diámetro	0.4
			Alimentador de Antena	Polarización lineal, con selector horizontal o vertical, con coalimentador en banda C/Ku
			Otros	Deberá ser de material resistente a la corrosión. Con soporte metalico (ver gráfico)
<b>02</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Amplificador de Bajo Ruido</b>	
			Frecuencia de entrada	3.7 - 4.2GHz
			Frecuencia de salida	950 - 2150Mhz
			Ruido Térmico	17 °K
			Ganancia	65 dB
			Estabilidad de Frecuencia	Mejor que +/- 500 KHz
			Ruido de Fase a 1000Hz	-73 dBc/Hz
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
<b>03</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Receptor Digital de TV Vía Satélite</b>	
			Recepción de TV digital Comprimida	DVB MPEG-2 4:2:0; SCPC/MCPC
			Demodulación	QPSK
			Rango de tasa de datos de la Recepción MCPC	2 - 45Mbps; Mínimo
			Frecuencia de Entrada	950 - 2150 Mhz
			Impedancia de Entrada	75 Ω
			Nivel de salida de Audio	250 mVpp / 600 Ohm
			Nivel de Salida de Video	1 Vpp / 75 Ohm
			Norma y sistema de TV a color	M – NTSC
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm
			Alimentación	Monofásica 90 - 220VAC, 50/60Hz
			Canales de Audio R y L independientes	Un canal recibirá la señal de Radio Nacional y el otro de TNP.
			Especificaciones complementarias	Los sistemas de detección podrán ser automáticos o manuales.
<b>04</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Transmisor de Televisión</b>	
			Potencia de salida	50W Pico de Sincronismo, potencia regulable
			<b>Video</b>	
			Impedancia de entrada de video	75 Ω, desbalanceada
			Estabilidad de Frecuencia	± 500 Hz
			Impedancia de salida RF	50 Ω
			Retardo de grupo – Frec (con Precorrección)	± 50 ns
			Ganancia Diferencial	± ≤ 5%
			Fase Diferencial	± ≤ 3%
			Nivel de voltaje de Entrada de la señal de video	1 Vpp

			Relación Señal / Ruido (video)	60 dB
			<b>Audio</b>	
			Potencia de portadora	5W
			Impedancia de Entrada de Audio	600 $\Omega$ , balanceados
			Estabilidad de Frecuencia respecto de Portadora de Video	500 Hz
			Nivel de voltaje de entrada de la señal de audio	250 mVpp
			Pre-énfasis de la señal	75 us
			Relación señal / ruido (audio)	65 dB
			<b>Especificaciones Generales</b>	
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
			Humedad Relativa	Mayor al 90%
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm
			Frecuencia de Operación	Banda I y Banda III
			Norma y Sistema de TV a Color	M - NTSC
			Salida de Espúreas y Armónicos	Mejor que -60dBc
			Nivel de salida de Portadora de Audio respecto a la Portadora de Video	-10 dB a -16 dB
			Conectores de Entrada de audio L y R	Tipo DIN de 3 pines
			Conectores de entrada de Video	BNC o súper video
			Conector de salida de RF	Tipo N
			Modulación de Audio y Video	Modulación en FI
			Alimentación	Monofásica 220V +/- 10%, 60Hz
			Especificaciones Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberán tener un indicador digital de potencia directa, potencia reflejada y tensión de alimentación de red.</li> <li>- Deberán tener la indicación de marca, modelo, número de serie, canal y potencia de operación grabado en lugar visible.</li> <li>- Deberán contar con sistemas de protección de alta y baja de tensión de línea, potencia reflejada y otros.</li> <li>- El chasis deberá ser de aluminio y contara con ventiladores internos.</li> <li>- El circuito impreso deberá tener una capa de protección de material anticorrosivo.</li> <li>- Deberán tener un diseño de etapas modulares independientemente (como mínimo, fuente de alimentación, circuito de protección, modulador, pre-amplificador, amplificador)</li> </ul>
<b>05</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Transmisor de Radiodifusión FM</b>	
			Rango de Frecuencias	88 a 108 MHz, con pasos de 100 KHz programable
			Potencia de Salida	50 W RMS(Valor Eficaz), potencia regulable
			Impedancia de Entrada Mono	600 $\Omega$ , Balanceada
			Conector de entrada Mono	BNC/XLR
			Estabilidad de Frecuencia	$\pm$ 2000 Hz
			Impedancia de Salida RF	50 $\Omega$
			Desviación de Frecuencia al 100% de Modulación	$\pm$ 75 KHz
			Nivel de Entrada	250 mVpp
			Supresión de Espúreas de R.F:	- 60 dB o mejor

			Supresión de Armónicas de R.F.	- 60 dB o mejor
			Relación S/N Mono	- 65 dB mínimo
			Tipo de Modulación	F3
			Pre-énfasis de la señal	75 us
			Distorsión de Armónicas (Mono)	0.15% con de-énfasis, 0.2% sin de-énfasis
			Temperatura de Operación	- 5°C a + 50 °C
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm.
			Alimentación	Monofásica 220 V +/- 10%, 60 Hz
			Humedad Relativa	Mayor a 90%
			Conector de entrada a Mono	Tipo "N"
			Conector de Salida de RF	Tipo "N"
			Especificaciones Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberán tener un indicador digital de potencia directa, potencia reflejada y tensión de alimentación de red.</li> <li>- Deberán tener la indicación de marca, modelo, número de serie, frecuencia y potencia de operación grabado en placa impresa en lugar visible.</li> <li>- Deberán contar con sistemas de protección de alta y baja de tensión de línea, potencia reflejada y otros.</li> <li>- El chasis deberá ser de aluminio y contara con ventiladores internos.</li> <li>- El circuito impreso deberá tener una capa de protección de material anticorrosivo.</li> <li>- Deberán tener un diseño de etapas modulares independientemente (como mínimo, fuente de alimentación, circuito de protección, pre-amplificador, amplificador)</li> <li>- Deberá contar con capacidad de conversión a sistema Estereofónico.</li> </ul>
<b>06</b>	<b>03</b>	<b>Und</b>	<b>Antena de Transmisión de TV</b>	
			Arreglo de antenas 3 elementos	Antena Yagui Screen 100W
			Frecuencia de operación	Banda I y Banda III
			Ganancia de Antena	6dBd
			Distribuidor de Potencia	Incluido Una (1) entrada y tres (3) salidas, con una pérdida de 22dB de retorno.
			Ancho de banda	6 MHz-7Mhz
			Impedancia	50 Ohm desbalanceados
			Conectores	N
			Material	Aluminio anodizado
			Especificaciones complementarias	Las antenas deberán tener protección contra la corrosión, incluir latiguillos de interconexión entre el distribuidor y las antenas.
<b>07</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Antena de Transmisión de FM</b>	
			Tipo de Antena, 2 elementos	Tipo Omnidireccional 100 W
			Ganancia de antena	4.5 dBd (Polarización Vertical)
			Frecuencia de Operación	88 a 108 MHz, Banda ancha
			Distribuidor de potencia	Una (01) entrada, dos (02) salidas
			Impedancia	50 Ohmios desbalanceados
			Relación de ondas estacionarias (VSWR)	Mejor que 1.2/1
			Conectores	Tipo "N"
			Material	Aluminio Anodizado

			Especificaciones Complementarias	La antena deberán tener protección contra la corrosión, incluir latiguillos de interconexión entre el distribuidor y las antenas.
<b>08</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Torre del Sistema de Soporte de Antenas de Transmisión de TV y Radiodifusión FM</b>	
			Altura de la Torre	21m. (07 cuerpos de 3m. c/u)
			Material de la Torre	Fierro galvanizado
			Acabado	Dos manos de pintura epóxica y 1 de esmalte anticorrosiva de colores internacionales (intercalado de rojo y blanco por cuerpo).
			Carga Mínima que debe soportar la Torre	200 Kg.
			Velocidad Mínima de viento que debe soportar la torre	100 km / h.
			Tubos principales de fierro galvanizado	Mínimo de 1¼ " de diámetro interior, 2 mm. de espesor
			Sección Transversal de la torre y refuerzo en las caras laterales	La sección transversal deberá ser triangular, de mín. 30 cm. De distancia entre los centros de los tubos principales, siete (7) refuerzos (perfil de platina mín. 1" x ¼" horizontal y varilla diagonal compacta de mín. 3/8" de diámetro)
			Base Central	Base de cemento de dimensiones mín. 0.5x0.5x0.8m,
			Anclaje de vientos	3 anclajes de 0.5x0.5x(0.3+1.3)m Se usarán anclajes metálicos con protección corrosiva de mín. 1". Guardacabo para cable.
			Accesorios	12 vientos  Cada viento será Multifilar de acero de ¼" de diámetro. (Longitud?) Los templadores serán ajustables de ½" Todos los pernos a usar deberán ser zincados.
<b>09</b>	<b>01</b>	<b>sistema</b>	<b>Pararrayos</b>	
			Tipo de Pararrayos	Tetrapuntal franklin con mástil de 1" de diámetro x 3 m. de altura
			Material del Tetrapuntal	Bronce Duro Cromado
			Conductor de descarga	Alambre de cobre desnudo 1/0 o 50mm2
			Soporte	Como mínimo en cada cuerpo se pondrá un alineador de cable con aislador de loza.
			Pozo de tierra	Horizontal o vertical, con elemento disipador de cobre contenido en un volumen de tierra volcánica tratada con gel electrolítico o concreto conductivo. Conexion con soldadura exotérmica.
			Resistencia Ohmica	7 Ohmios o menor
<b>10</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Estabilizador</b>	
			Potencia Nominal	2 KW
			Nivel de Entrada	220 VAC +/- 20%
			Frecuencia	50 – 60 Hz
			Nivel de Salida	220 VAC +/- 5%
			Rango de Temperatura de	-5 °C a + 50 °C

			Operación	
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm
			Humedad Relativa	Mayor a 90%
			Número de Salidas	Cuatro (04) salidas estabilizadas
			Características Adicionales	Deberá tener supresor de picos, con transformador de aislamiento y circuito de protección en caso de sobre y sub tensión
<b>11</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Longitud	25 metros
			Impedancia	75 Ohmios
			Tipo	Coaxial RG-6
<b>12</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Receptor de Satélite al Transmisor de TV (Video)</b>	
			Longitud	1.5 metros
			Impedancia	75 Ohmios
			Tipo	Coaxial RG-6
<b>13</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Receptor de Satélite al Transmisor de FM (Audio)</b>	
			Longitud	1.5 metros
			Impedancia	600 Ohmios
			Tipo	Blindado flexible
<b>14</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Transmisor de TV al Arreglo de Antenas</b>	
			Longitud	26 m.
			Impedancia	50 Ohmios
			Tipo	Coaxial de ½", Con blindaje corrugado de cobre, con dieléctrico de espuma de polietileno
<b>15</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Transmisor de FM al Arreglo de Antenas</b>	
			Longitud	26 m.
			Impedancia	50 Ohmios
			Tipo	Coaxial de ½", Con blindaje corrugado de cobre, con dieléctrico de espuma de polietileno.
<b>16</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Tipo	"F" (Tipo SNAP & SEAL)
<b>17</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores de Interconexión del Transmisor de TV al Distribuidor de Potencia</b>	
			Tipo	N Para cable de ½ pulgada
<b>18</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores del Cable de Interconexión del Transmisor de FM a la Antena</b>	
			Tipo	N Para cable de ½ pulgada

**Nota:**

Los cables y conectores deberán cumplir adicionalmente con las siguientes características

- Operar en el rango de temperatura de -5°C hasta los 50°C
- Cumplir con condiciones de durabilidad, impedancia y compatibilidad de uso.

## SISTEMA PACC TIPO B

It	Cant	Und	Descripción	
01	01	Kit	<b>Antena Parabólica</b>	
			Diámetro del reflector	10 pies
			Banda de Frecuencias	C y Ku
			Ganancia a 4.2 Ghz.	40 dBi.
			Ganancia a 12.75 Ghz.	49 dBi.
			Material del reflector	Fibra de vidrio reforzado con poliéster o malla de aluminio
			Relación distancia focal/diámetro	0.4
			Alimentador de Antena	Polarización lineal, con selector horizontal o vertical, con coalimentador en banda C/Ku.
		Otros	Deberá ser de material resistente a la corrosión con soporte metálico (ver gráfico).	
02	01	Kit	<b>Amplificador de Bajo Ruido</b>	
			Frecuencia de entrada	3.7 - 4.2GHz
			Frecuencia de salida	950 - 2150Mhz
			Ruido Térmico	17°K
			Ganancia	65dB
			Estabilidad de Frecuencia	Mejor que +/- 500 KHz
			Ruido de Fase a 1000Hz	-73 dBc/Hz
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
03	01	Und	<b>Receptor Digital de TV Vía Satélite</b>	
			Recepción de TV digital Comprimida	DVB MPEG-2 4:2:0; SCPC/MCPC
			Demodulación	QPSK
			Rango de tasa de datos de la Recepción MCPC	2 - 45Mbps; Mínimo
			Frecuencia de Entrada	950 - 2150 Mhz
			Impedancia de Entrada	75 $\Omega$
			Nivel de salida de Audio	250 mVpp / 600 Ohm
			Nivel de Salida de Video	1 Vpp / 75 Ohm
			Norma y sistema de TV a color	M - NTSC
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm
			Alimentación	Monofásica 90 - 220VAC, 50/60Hz
			Canales de Audio R y L independientes	Un canal recibirá la señal de Radio Nacional y el otro de TNP
Especificaciones complementarias	Los sistemas de detección podrán ser automáticos o manuales.			
04	01	Und	<b>Transmisor de Televisión</b>	
			Potencia de salida	50W Pico de Sincronismo, potencia regulable.
			<b>Video</b>	
			Impedancia de entrada de video	75 $\Omega$ , desbalanceado
			Estabilidad de Frecuencia	+/- 500 Hz.
			Impedancia de salida RF	50 $\Omega$
			Retardo de grupo - Frec (con Precorrección)	$\pm$ 50 ns
			Ganancia Diferencial	$\pm$ $\leq$ 5%
			Fase Diferencial	$\pm$ $\leq$ 3%
			Nivel de voltaje de Entrada de la señal de video	1 Vpp

			Relación Señal / Ruido (video)	60 dB
			<b>Audio</b>	
			Potencia de portadora	5W
			Impedancia de Entrada de Audio	600 $\Omega$ , balanceados
			Estabilidad de Frecuencia respecto de Portadora de Video	500 Hz
			Nivel de voltaje de entrada de la señal de audio	250 mVpp
			Pre-énfasis de la señal	75 us
			Relación señal / ruido (audio)	65 dB
			<b>Especificaciones Generales</b>	
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
			Humedad Relativa	Mayor al 90%
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm
			Frecuencia de Operación	Banda I y Banda III
			Norma y Sistema de TV a Color	M – NTSC
			Salida de Espúreas y Armónicos	Mejor que -60dBc.
			Nivel de salida respecto al pico de sincronismo	-10 dB a -16 dB
			Conectores de Entrada de audio L y R	Tipo DIN de 3 pines
			Conectores de entrada de Video	BNC o super video
			Conector de salida de RF	Tipo N
			Modulación de Audio y Video	Modulación en FI
			Alimentación	Monofásica 220V +/- 10%, 60Hz
			Especificaciones Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberán tener un indicador digital, de potencia directa, potencia reflejada y tensión de alimentación de red.</li> <li>- Deberán tener la indicación de marca, modelo, número de serie, canal y potencia de operación en una placa grabada en lugar visible.</li> <li>- Deberán contar con sistemas de protección de alta y baja de tensión de línea, potencia reflejada y otros.</li> <li>- El chasis deberá ser de aluminio y contara con ventiladores internos.</li> <li>- El circuito impreso deberá tener una capa de protección con material anticorrosivo.</li> <li>- Deberán tener un diseño de etapas modulares independientemente (como mínimo, fuente de alimentación, circuito de protección, modulador, pre-amplificador, amplificador)</li> </ul>
<b>05</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Transmisor de Radiodifusión FM</b>	
			Rango de Frecuencias	88 a 108 MHz, con pasos de 100 KHz programable
			Potencia de Salida	50 W RMS(Valor Eficaz), potencia regulable.
			Impedancia de Entrada Mono	600 Ohmios, Balanceado
			Conector de Entrada Mono	BNC/XLR
			Estabilidad de Frecuencia	$\pm$ 2000 Hz
			Impedancia de Salida RF	50 $\Omega$
			Desviación de Frecuencia al 100%	$\pm$ 75 KHz

			de Modulación	
			Nivel de Entrada	250 mVpp
			Supresión de Espúreas de R.F.	-60 dB o mejor
			Supresión de Armónicas de R.F.	-60 dB o mejor
			Relación S/N Estereo o Mono	-65 dB mínimo
			Tipo de Modulación	F3
			Pre-énfasis de la señal	75 us
			Distorsión de Armónicas (Mono)	0.15% con de-énfasis, 0.2% sin de-énfasis
			Temperatura de Operación	-5°C a + 50 °C
			Altura de Operación	Hasta una altura de 5000 msnm.
			Alimentación	Monofásica 220 V +/- 10%, 60 Hz
			Humedad Relativa	Mayor a 90%
			Conector de Entrada a MONO	Tipo "N"
			Conector de Salida de RF	Tipo "N"
			Especificaciones Complementarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deberán tener un indicador digital de potencia directa, potencia reflejada y tensión de alimentación de red.</li> <li>- Deberán tener la indicación de marca, modelo, número de serie, frecuencia en una placa impresa en lugar visible.</li> <li>- Deberán contar con sistemas de protección de alta y baja tensión de Línea, potencia reflejada y otros.</li> <li>- El chasis deberá ser de aluminio y contara con ventiladores internos.</li> <li>- El circuito impreso deberá tener una capa de protección recubierta con material anticorrosivo.</li> <li>- Deberán tener un diseño de etapas modulares independientemente (como mínimo, fuente de alimentación, circuito de protección, pre-amplificador, amplificador)</li> <li>- Deberá contar con capacidad de conversión a sistema estereofónico.</li> </ul>
<b>06</b>	<b>03</b>	<b>Und</b>	<b>Antena de Transmisión de TV</b>	
			Arreglo de antenas 3 elementos	Antena Yagui Screen 100W
			Frecuencia de operación	Banda I y Banda III
			Ganancia de Antena	6dBd
			Distribuidor de Potencia	Incluido Una (1) entrada y tres (3) salidas, con una pérdida de 22dB de retorno.
			Ancho de banda	6 MHz- 7Mhz
			Impedancia	50 Ohmios Desbalanceados
			Conectores	N
			Material	Aluminio anodizado
			Especificaciones complementarias	Las antenas deberán tener protección contra la corrosión
<b>07</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Antena de Transmisión de FM</b>	
			Tipo de Antena 2 elementos	Tipo Omnidireccional, 100 W
			Ganancia de antena	4.5 dBd (Polarización Vertical)
			Frecuencia de Operación	87.5 a 108 MHz, banda ancha
			Distribuidor de Potencia	Una (01) entrada, dos (02) salidas

			Impedancia	50 Ohmios desbalanceados
			Conectores	Tipo "N"
			Material	Aluminio Anodinado
			Especificaciones Complementarias	Las antenas deberán tener protección contra la corrosión, incluir latiguillos de interconexión entre el distribuidor y las antenas.
<b>08</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Torre del Sistema de Soporte de Antenas de Transmisión de TV VHF y Radio FM</b>	
			Altura de la Torre	21m. (07 cuerpos de 3m. c/u)
			Material de la Torre	Fierro galvanizado
			Acabado	Dos manos de pintura epóxica y 1 de esmalte de anticorrosiva de colores internacionales (intercalado de rojo y blanco por cuerpo).
			Carga Mínima que debe soportar la Torre	200 Kg.
			Velocidad Mínima de viento que debe soportar la torre	100 km / h.
			Tubos principales de fierro galvanizado	Mínimo de 1¼ " de diámetro interior, 2 mm. de espesor
			Sección Transversal de la torre y refuerzo en las caras laterales	La sección transversal deberá ser triangular, de mín. 30 cm. De distancia entre los centros de los tubos principales, siete (7) refuerzos (perfil de platina mín. 1" x ¼" horizontal y varilla diagonal compacta de mín. 3/8" de diámetro)
			Base Central	Base de cemento de mín. 0.5x0.5x0.8m,
			Anclaje de vientos	3 anclajes de 0.5x0.5x(0.3+1.3)m Se usarán anclajes metálicos con protección corrosiva de mín. 1".
			Accesorios	12 vientos  Cada viento será Multifilar de acero de ¼" de diámetro. (Longitud?) Los templadores serán ajustables de ½" Todos los pernos a usar deberán ser zincados.
<b>09</b>	<b>01</b>	<b>sistema</b>	<b>Pararrayos</b>	
			Tipo de Pararrayos	Tetrapuntal franklin con mástil de 1" de diámetro x 3 m. de altura
			Material del Tetrapuntal	Bronce Duro Cromado
			Conductor de descarga	Alambre de cobre desnudo 1/0 – 50mm <sup>2</sup>
			Soporte	Como mínimo en cada cuerpo se pondrá un alineador de cable con aislador de loza.
			Pozo de tierra	Horizontal o vertical, con elemento disipador de cobre contenido en un volumen de tierra volcánica tratada con gel electrolítico o concreto conductivo. Conexión con soldadura exotérmica.

			Resistencia Ohmica	7 Ohmios o menor
			Garantía	5 años
<b>10</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Longitud	25 metros
			Impedancia	75 Ohmios
			Tipo	Coaxial RG-6
<b>11</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Receptor de Satélite al Transmisor de TV (Video)</b>	
			Longitud	1.5 metros
			Impedancia	75 Ohmios
			Tipo	Coaxial RG-6
<b>12</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Receptor de Satélite al Transmisor de FM (Audio)</b>	
			Impedancia	600 Ohmios
			Tipo	FLEXIBLE
<b>13</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Transmisor de TV al Arreglo de Antenas</b>	
			Longitud	26 m.
			Impedancia	50 Ohmios
			Tipo	Coaxial de ½", Con blindaje corrugado de cobre, con dieléctrico de espuma de polietileno
<b>14</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Cable de Interconexión del Transmisor de FM al Arreglo de Antenas</b>	
			Longitud	26 m.
			Impedancia	50 Ohmios
			Tipo	Coaxial de ½", Con blindaje corrugado de cobre, con dieléctrico de espuma
<b>15</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Tipo	"F" (Tipo SNAP & SEAL)
<b>16</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores de Interconexión del Transmisor de TV al Distribuidor de Potencia</b>	
			Tipo	N
<b>17</b>	<b>01</b>	<b>Kit</b>	<b>Conectores del Cable de Interconexión del Transmisor de FM al Distribuidor de Potencia</b>	
			Tipo	N
<b>18</b>	<b>01</b>	<b>Sistema</b>	<b>Sistema de Alimentación Solar</b>	
			El proveedor deberá presentar una configuración que soporte una carga de 600 W con una operatividad de 6 horas por día y con una autonomía de 2 días (12 horas). Todos los módulos a ensamblar deberán estar acondicionados a trabajar bajo una T° de -5°C a 50°C y a altitudes hasta de 5000 msnm.	
			Soporte de montaje	Deberá ser de aluminio y a una altura de 2.20m. del suelo. Con ángulo variable de 10° a 60° sobre la horizontal.
			Cableado entre módulos	El cableado deberá ser con un cable vulcanizado calibre no menor a N° 12 AWG y las cajas de conexión de cada módulo deberá estar previsto con un presostopa para impermeabilizarlo. Todos los marcos de los módulos y estructuras de montaje deberá estar cableados a un punto de toma a tierra para evitar daños por descarga eléctrica.
<b>19</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Módulos Fotovoltaicos</b>	

				<p>Deberán ser de tecnología Monocristalina o Policristalina Potencia Pico Total de mínimo de 600 W. Garantía de mantener la potencia pico garantizada por 20 años. Marco reforzado de aluminio resistente a la corrosión Resistente al granizo y al viento como máximo de 200Km/hora</p>
<b>20</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Controlador de Carga</b>	
				<p>Totalmente electrónico, deberá contar con microcontrolador integrado. Corriente de trabajo de 30amp. Voltaje de operación 12 y 24 VDC (selección automática) Pantalla de indicador de voltaje de entrada y corriente de salida Indicadores visuales de estado de carga de las baterías</p>
<b>21</b>	<b>05</b>	<b>Und</b>	<b>Baterías</b>	
				<p>De aplicación para sistemas fotovoltaicos, de 120 A/Hr. de capacidad. Libres de mantenimiento y con signos de polaridad claramente marcados</p>
<b>22</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Inversor</b>	
				<p>Potencia 800W Forma de onda sinusoidal modificada Voltaje de salida: 220VAC a 60HZ Temperatura de Operación: -5°C a 50°C Altura de Operación: Hasta 5000msnm Debe llevar protección de fusibles No deberá consumir mas de 0.5Amp en stand-by</p>

**Nota:**

Los cables y conectores deberán cumplir adicionalmente con las siguientes características

- Operar en el rango de temperatura de -5°C hasta los 50°C
- Cumplir con condiciones de durabilidad, impedancia y compatibilidad de uso.

## SISTEMA PACC TIPO C

It	Cant	Und	Descripción	
01	01	Kit	<b>Antena Parabólica</b>	
			Diámetro del reflector	10 pies
			Banda de Frecuencias	C y Ku
			Ganancia a 4.2 Ghz.	40 dBi.
			Ganancia a 12.75 Ghz.	49 dBi.
			Material del reflector	Fibra de vidrio reforzado con poliéster o malla de aluminio
			Relación distancia focal/diámetro	0.4
			Alimentador de Antena	Polarización lineal, con selector horizontal o vertical, con coalimentador en banda C/Ku
		Otros	Deberá ser de material resistente a la corrosión con soporte metálico.(ver gráfico)	
02	01	Kit	<b>Amplificador de Bajo Ruido</b>	
			Frecuencia de entrada	3.7 - 4.2GHz
			Frecuencia de salida	950 - 2150Mhz
			Ruido Térmico	17°K
			Ganancia	65dB
			Estabilidad de Frecuencia	Mejor que +/- 500 KHz
			Ruido de Fase a 1000Hz	-73 dBc
			Temperatura de Operación	:-5 °C a + 50 °C
03	01	Und	<b>Receptor Digital de TV Vía Satélite</b>	
			Recepción de TV digital Comprimida	DVB MPEG-2 4:2:0; SCPC/MCPC
			Demodulación	QPSK
			Rango de tasa de datos de la Recepción MCPC	2 - 45Mbps; Mínimo
			Frecuencia de Entrada	950 - 2150 Mhz
			Impedancia de Entrada	75 Ohmios
			Nivel de salida de Audio	250 mVpp / 600 Ohm
			Nivel de Salida de Video	1 Vpp / 75 Ohm
			Norma y sistema de TV a color	M – NTSC
			Temperatura de Operación	-5°C a 50°C
			Altura de Operación	Hasta un altura de 5000msnm
			Alimentación	Monofásica 220VAC +/- 10% 50/60Hz
			Canales de Audio R y L independientes	Un canal recibirá la señal de Radio Nacional y el otro de TNP
Especificaciones complementarias	Los sistemas de detección podrán ser automáticos o manuales.			
04	01	Und	<b>Cable de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Longitud	25 metros
			Impedancia	75 Ohmios
		Tipo	Coaxial RG-6	
05	01	Kit	<b>Conectores de Interconexión del LNB al Receptor de Satélite</b>	
			Tipo	"F" (Tipo SNAP & SEAL)
06	01	Sistema	<b>Sistema de Alimentación Solar</b>	
			El proveedor deberá presentar una configuración que soporte una carga de 300 W con una operatividad de 6 horas/día y con una autonomía de 2 días (12 horas). Todos los módulos a ensamblar deberán estar acondicionados a trabajar bajo una T° de -5°C a 50°C y a altitudes hasta de 5000msnm.	

			Soporte de montaje	Deberá ser de aluminio y a una altura de 2.20m. del suelo. Con ángulo variable de 10° a 60° sobre la horizontal.
			Cableado entre módulos	El cableado deberá ser con un cable vulcanizado calibre no menor a AWG N° 12 y las cajas de conexión de cada módulo deberá estar previsto con un presostopa para impermeabilizarlo. Todos los marcos de los módulos y estructuras de montaje deberán estar cableados a un punto de toma a tierra para evitar daños por descarga eléctrica.
<b>07</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Módulos Fotovoltaicos</b>	
				Deberán ser de tecnología Monocristalina o Policristalina Potencia Pico Total de mínimo de 500w. Garantía de mantener la potencia pico garantizada por 20 años. Marco reforzado de aluminio resistente a la corrosión Resistente al granizo y al viento como mínimo de 200Km/hora
<b>08</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Controlador de Carga</b>	
				Totalmente electrónico, deberá contar con microcontrolador integrado. Corriente de trabajo de 30 amp. Voltaje de operación 12 y 24 VDC (selección automática) Pantalla de indicador de voltaje de entrada y corriente de salida Indicadores visuales de estado de carga de las baterías
<b>09</b>	<b>05</b>	<b>Und</b>	<b>Baterías</b>	
				De aplicación para sistemas fotovoltaicos, de 120 A/Hr. De capacidad. Libres de mantenimiento y con signos de polaridad claramente marcados
<b>10</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Inversor</b>	
				Potencia 800W Forma de onda sinusoidal modificada Voltaje de salida: 220VAC a 60HZ Debe llevar protección de fusibles No deberá consumir mas de 0.5Amp en stand-by
<b>11</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Televisor a Colores de 20" -21"</b>	
				Deberá tener recepción en VHF y UHF; con entradas y salidas de audio y video en banda base Potencia de audio de 10Wx2 Control remoto Incluir sistema de close caption

			Voltaje de operación: 220VAC Temperatura de operación: -5°C a 50°C Altura de Operación: Hasta una altura de 5000 msnm.
<b>12</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Receptor Estereofónico AM/FM</b>
			Deberá tener una recepción en bandas mono/estéreo Salida de potencia: 20W Sintonizador digital Voltaje de operación: 220VAC y a baterías de n x 1.5v Temperatura de operación: -5°C a 50°C Altura de Operación: Hasta una altura de 5000 msnm.
<b>13</b>	<b>01</b>	<b>Und</b>	<b>Sintonizador digital</b>
			Voltaje de operación: 220 VAC y 2 baterías de n x 1.5v. Entrada en audio en banda base.

**Nota:**

Los cables y conectores deberán cumplir adicionalmente con las siguientes características

- Operar en el rango de temperatura de -5°C hasta los 50°C
- Cumplir con condiciones de durabilidad, impedancia y compatibilidad de uso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- A. K. JAIN, Fundamentals of digital image processing, Ed. Prentice Hall 1989.
- C. P. SANDBANK, Digital Televisión, Wiley 1990.
- M. Kunt, HDTV, IEEE, Information theory, Society Newsletter, Vol 42, September 1992.
- TAGRA, ANTONI MORROS, Recepción de TV Vía Satélite, Manual del Profesional.