

INTERCAMBIO TRANSACCIONAL POR COMUNICACIÓN SATELITAL

TITO MARIO ROMERO IZQUIERDO

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
DICIEMBRE/BOGOTÁ
2012

INTERCAMBIO TRANSACCIONAL POR COMUNICACIÓN SATELITAL

TITO MARIO ROMERO IZQUIERDO

Trabajo de grado para obtener el título profesional de Ingeniería de Sistemas

Investigador Principal
ING. EDUARDO TRIANA

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
NOVIEMBRE/BOGOTÁ

2012

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme guiado en esta última fase de mi carrera por esa paciencia y fuerza que me brindo cuando presente problemas a lo largo de la investigación, también por las alegrías obtenidas a lo largo de la investigación.

A mis Padres

Por brindarme el apoyo y la manutención de mis estudios pues fueron una muralla inquebrantable durante mi carrera universitaria como a lo largo de mi tesis.

A mi Hermano

Por estar pendiente y apoyarme siempre en los momentos que más lo necesitaba.

A mi Profesor

Mi gran ejemplo a seguir el ingeniero Eduardo Triana pues siempre estuvo firme y se lleno de mucha paciencia al corregir uno a uno cada tema de la tesis además me sacaba de apuros cuando no encontraba la manera de expresar mis ideas.

A mis Amigos

Por haber compartido a lo largo de mi carrera momentos únicos que jamás olvidare y me los llevare en el corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de seguir creciendo y entendiendo más que a través del sacrificio puedo alcanzar mis metas e ideales.

A mis padres porque siempre creyeron en mí, a pesar de los problemas que yo les presentaba, siempre estuvieron presentes...

A mi hermano por su apoyo y cariño, pieza fundamental de mis momentos de desespero.

Al tutor de tesis el ingeniero Eduardo Triana, mi profesor, tutor y amigo, gracias por su interés y paciencia.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

Capitulo 1. ENFOQUE TEÓRICO REFERENCIAL.....	17
1.1 Problema a Estudiar	17
1.1.1 Descripción del problema	17
1.1.2 Formulación del problema	17
1.2 Formulación de objetivos	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivo específicos.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.4 ALCANCE.....	18
1.5 METODOLOGÍA INGENIERIL	19
1.6 CRONOGRAMA DE TRABAJO	20
1.7 MARCO LEGAL.....	20
1.8 RESULTADOS ESPERADOS.....	24
Capitulo 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	25
2.1 SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIÓN DE DATOS (SECD)	25
2.1.1 MODOS DE TRANSMISIÓN	25
2.1.3 RUIDO	28
2.1.4 ESPECTRO ELECTROMAGNETICO	30
2.1.5 CÓDIGOS DE COMUNICACIÓN	32
2.1.6 CHEQUEO DE REDUNDANCIA CICLICA (CRC).....	37
2.2 TEORIA DE REDES	40
2.2.1 CONCEPTO.....	40

2.2.2 MODELO DE ESPECIFICACIÓN.....	41
2.2.3 MODELO DE OPERACIÓN	43
2.2.4 HARDWARE TELEMATIC	45
2.2.5 MEDIOS DE COMUNICACIÓN	46
Capitulo 3. COMUNICACIÓN SATELITAL: ESTRUCTURA FUNCIONAL.....	49
3.1 TEORIA DE ANTENAS	49
3.1.1 CONCEPTO DE ANTENA.....	49
3.1.2 PATRÓN DE RADIACIÓN.....	50
3.1.3 EFICIENCIA Y RESISTENCIA	51
3.1.4 PARAMETROS OPERACIONALES	52
3.2 TIPOS DE ANTENAS	54
3.3 COMUNICACIÓN SATELITAL.....	60
3.3.1 CONCEPTO.....	60
3.3.2 HISTORIA DE LA COMUNICACIÓN SATELITAL	60
3.3.3 TIPOLOGIA ORBITAL.....	62
3.3.4 MODIFICACIÓN DE INTENSIDAD	63
3.3.5 AYUDA DE LOCALIZACIÓN.....	66
3.3.6 TIPOLOGIAS DE SATELITES.....	69
3.3.7 ESTRUCTURA DEL SATELITE	70
3.3.8 TÉCNICAS DE MODULACIÓN	70
3.3.9 TÉCNICAS DE CORRECION DE ERROR.....	73
3.4 SISTEMA SATELITAL.....	77
3.4.1 LANZAMIENTO: CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS.....	77
3.4.1.1 ADQUISICIÓN ÓRBITA SINCRÓNICA	78
3.4.2 ESTRUCTURA OPERACIONAL DEL SATELITE	79

3.4.3 CONFIGURACIÓN DE ESTACIÓN TERRENA.....	81
3.4.4 MODULACIÓN POR CODIFICACIÓN DE PULSON (PCM).....	81
3.4.5 NORMATIVIDAD ELECTRÓNICA FUNCIONAL.....	82
3.4.5.1 FILTROS.....	83
3.4.5.2 FLUJO DE ANTENA.....	84
3.4.5.3 PIRE CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN.....	84
3.4.5.4 CAPACIDAD DE RECEPCIÓN.....	84
3.4.6 PARÁMETROS DEL SISTEMA SATELITAL.....	85
3.4.7 ALGORITMO CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE ENLACE.....	89
4. CONCLUSIONES.....	93
5. BIBLIOGRAFÍA.....	94

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	20
FIGURA 2: ESTRUCTURA SECD.....	26
FIGURA 3: MODOS DE TRANSMISIÓN.....	26
FIGURA 4: SEÑALES ANALÓGICAS	27
FIGURA 5: FORMAS DIGITALES DE ONDA.....	28
FIGURA 6: SEGMENTACIÓN ESPECTRO	31
FIGURA 7: REPRESENTACIÓN ASCII LETRA E.....	33
FIGURA 8: CIRCUITO PARA CÁLCULO DE PARIDAD	36
FIGURA 9: PROCESO CRC	38
FIGURA 10: COMPONENTES FUNCIONALES DE LA RED.....	41
FIGURA 11: ESTRUCTURA DE MODELOS.....	42
FIGURA 12: MODELO DE BUSQUEDA	44
FIGURA 13: MODELO MONITOR TP	44
FIGURA 14: MODELO DE FACILITACIÓN.....	45
FIGURA 15: MODELO DE FACILITACIÓN.....	45
FIGURA 16: MODELO DE FACILITACIÓN.....	49
FIGURA 17: TIPOLOGÍA DE RADIACIÓN.....	50
FIGURA 18: PATRÓN DE RADIACIÓN	50
FIGURA 19: ORIENTACIÓN DE POLARIZACIÓN.....	53
FIGURA 20: ANCHO DE BANDA.....	53
FIGURA 21: ANTENAS ESPACIALES. MEDIA, PLEGADO. YAGI UDA Y LOOP	54
FIGURA 22: ANTENAS LOGARITMICAS Y HELICOIDAL	55
FIGURA 23: ESTRUCTURA ANTENA PARABÓLICA	56
FIGURA 24: SISTEMA DE ALINEACIÓN.....	58
FIGURA 25: ALINEACIÓN GASSEGRAIN.....	59
FIGURA 26: TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES	63

FIGURA 27: ABSORCIÓN Y PERDIDA DE POTENCIA	64
FIGURA 28: FUNCIÓN DE PROBABILIDAD GAUSSIANA	65
FIGURA 29: IMAGEN DE VISUALIZACION ANGULOS DE ELEVACIÓN Y AZIMUT.....	68
FIGURA 30: ESTRUCTURA SATELITAL.....	70
FIGURA 31: EFECTOS DE MODULACIÓN.....	71
FIGURA 32: MODULACIÓN AM	72
FIGURA 33: MODULACIÓN FM.....	72
FIGURA 34: MODULACIÓN PSK.....	73
FIGURA 35 MODULACIÓN BPSK 8-PSK.....	73
FIGURA 36: ETAPAS DEL PROCESO DE LANZAMIENTO.....	80
FIGURA 37: MUESTREO DE SEÑAL	81
FIGURA 38: CUANTIFICACIÓN.....	82
FIGURA 39: CODIFICACIÓN	82
FIGURA 40: OPERACIÓN DEL FILTRO.....	83
FIGURA 41: ESPECIFICACIÓN DEL PIRE	84
FIGURA 42: ESQUEMAS DE ACCESO MÚLTIPLE	88
FIGURA 43: ESTRUCTURA CODIFICADOR	89
FIGURA 44: ESTRUCTURA DECODIFICADOR.....	89
FIGURA 45: DIAGRAMA SINTÁCTICO: CÁLCULO PRESUPUESTO	90
FIGURA 46: ESQUEMATIZACIÓN AUTOMATA CALCULO DE PRESUPUESTO	91

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. CÓDIGO DE HAMMING DÍGITOS 0 - F.....	37
---	----

GLOSARIO

- **Antena:** Es el encargado de recibir la señal en una frecuencia alta que está en los GHz y concentrarlo en el foco, allí se encuentra el alimentador.

- **Alimentador o Feed:** Es el componente encargado de recoger y enviar hacia el guía, ondas las señales de radiofrecuencia reflejadas en la antena parabólica y se ubica en el foco de la parabólica.

- **Browniano:** El movimiento browniano es el movimiento aleatorio que se observa en algunas partículas nanoscópicas que se hallan en un medio fluido (por ejemplo polen en una gota de agua). Recibe su nombre en honor a Robert Brown quien lo describe en 1827. En 1785, el mismo fenómeno había sido descrito por Jan Ingenhousz sobre partículas de carbón en alcohol.

- **Comunicación:** Proceso que mediante la estructura de un puente y un receptor permite el intercambio de información que fluye sobre el medio.

- **Concentrador:** Un concentrador o hub es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla. Esto significa que dicho dispositivo recibe una señal y repite esta señal emitiéndola por sus diferentes puertos.

- **CRC:** La comprobación de redundancia cíclica (CRC) es un código de detección de errores usado frecuentemente en redes digitales y en dispositivos de almacenamiento para detectar cambios accidentales en los datos.

- **EIRP:** (Effective Isotropic Radiated Power) es la potencia de entrada que sería necesaria en un radiador isotrópico para tener la misma

densidad de potencia a la distancia considerada, en la dirección de máxima radiación de la antena real.

- **Enrutador:** es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un router (mediante bridges), y que por tanto tienen prefijos de red distintos.

- **GEO:** Son los que se ubican en la órbita del mismo nombre, sobre la línea del Ecuador y a una altitud de 36 mil km. Son utilizados para la transmisión de datos, voz y video.

- **LEO:** localizados en órbita más baja, entre 250 y 1500 km de altitud. Tanto los satélites MEO como los LEO, por su menor altitud, tienen una velocidad de rotación distinta a la terrestre y, por lo tanto, más rápida; se emplean para servicios de percepción remota, telefonía etc., por mencionar algunos de sus usos.

- **MAN:** (Wide Area Network), son redes informáticas que se extienden sobre un área geográfica extensa utilizando medios como: satélites, cables interoceánicos, Internet, fibras ópticas públicas, etc.

- **Medio:** se hace referencia al instrumento o forma de contenido por el cual se realiza el proceso comunicacional o comunicación.

- **MEO:** Son satélites con órbitas medianamente cercanas, de unos 10.000 km. Su uso se destina a comunicaciones de telefonía y televisión, y a las mediciones de experimentos espaciales.

- **Onda:** En física, una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, a través de dicho medio, implicando un transporte de energía sin transporte de materia. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como aire, agua, un trozo de metal e, incluso, inmaterial como el vacío.

- **Pasarela:** es un sistema de hardware/software para conectar dos redes entre sí y para que funcionen como una interfaz entre diferentes protocolos de red.

- **Polarización:** es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización. Este plano puede definirse por dos vectores, uno de ellos paralelo a la dirección de propagación de la onda y otro perpendicular a esa misma dirección el cual indica la dirección del campo eléctrico.

- **Potencia:** es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Puede asociarse a la velocidad de un cambio de energía dentro de un sistema, o al tiempo que demora la concreción de un trabajo. Por lo tanto, es posible afirmar que la potencia resulta igual a la energía total dividida por el tiempo.

- **Puente:** Un puente de red o bridge es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Este interconecta segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo la transferencia de datos de una red hacia otra con base en la dirección física de destino de cada paquete.

- **QPSK:** la técnica de modulación (o symbol rate) QPSK consiste en la formación de símbolos de dos bits, empleándose cuatro saltos de fase diferentes sobre la portadora (señal analógica); por lo tanto se forman cuatro puntos en la constelación de la señal (diagrama en donde visualizamos los estados de la señal), equidistantes y con la misma amplitud.

- **Radiación:** es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. La radiación electromagnética puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

- **RX:** Término de origen inglés, empleado en comunicación de datos para significar el proceso de recepción de información, producto del intercambio entre nodos.

- **Sistema electrónico de comunicación:** Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener un resultado.

- **Señal eléctrica:** es un tipo de señal generada por algún fenómeno electromagnético. Estas señales pueden ser analógicas, si varían de forma continua en el tiempo, o digitales si varían de forma discreta (con valores dados como 0 y 1).

- **Satélite:** Un satélite no es ni más ni menos que un sistema repetidor de una emisión de radiofrecuencia originada en tierra, simplemente la toma desde un punto X, la varía en frecuencia para evitar una sobre modulación y la baja a tierra en forma de beam, o pisada, abarcando determinado sector previamente diseñado, a la subida la llamamos Up link, a la bajada Down link.

- **TX:** Acrónimo inglés, asociado con el proceso de transmisión de información que realiza una estación o servidor en una red configurada para el intercambio transaccional.

- **VSAT:** son las siglas de Terminal de Apertura Muy Pequeña (del inglés, Very Small Aperture Terminal). Comunicaciones por satélite Designa un tipo de antena para comunicación de datos vía satélite y por extensión a las redes que se sirven de ellas, normalmente para intercambio de información punto-punto, punto-multipunto (broadcasting) o interactiva.

- **WAN:** es una red de área amplia, con frecuencia denominada WAN, acrónimo de la expresión en idioma inglés wide area network, es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, proveyendo de servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería RedIRIS, Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros (sobre la distancia hay discusión posible).

INTRODUCCIÓN

La comunicación satelital, producto del desarrollo de las TICS en la sociedad de la información, desempeña un papel importante pues gracias a su operación, es posible hablar de interconexión entre redes heterogéneas, localización de referentes mediante GPS, telemedicina, computación ubicua y teletrabajo, el satélite es el motor diferenciador de cualquier sistema electrónico de comunicación de datos.

Los conocimientos adquiridos al cursar el diplomado ofrecido por la academia Cisco, permitieron valorar la importancia del satélite en el mundo de los sistemas telemáticos, la comunicación mediante microondas satelitales, permiten explotar los anchos de banda y asegurar la integridad en intercambio de mensajes o valores informáticos, el conocer el intercambio transaccional vía satélite, facilita al ingeniero de sistemas, el poder valorar el escenario de acción directa realizado por el ingeniero electrónico o experto e telecomunicaciones cuando estructura el presupuesto de enlace permitiente a un lanzamiento o calcula el patronato asociado con las antenas el azimut y el ángulo de elevación.

Se presentan en ese trabajo los aspectos relacionados con el marco de referencia establecido según normativa institucional, luego se abordan las características de los sistemas electrónicos de comunicación de datos y finalmente en el capítulo central del proyecto se describe la comunicación satelital, exponiendo la teoría de antenas las características del lanzamiento y su normatividad electrónica funcional.

Capítulo 1. ENFOQUE TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Problema a Estudiar

1.1.1 Descripción del problema

El desarrollo de la computación en la nube (Cloud Computing), la consolidación de los servicios telemáticos domésticos como soporte a la difusión móvil, resulta la importancia del satélite como eje operacional de las comunicaciones en el escenario telemático de la sociedad actual.

El conocimiento de los factores funcionales del satélite: patrón orbital, ángulo de elevación, azimut, radiación de huella y modelo de enlace, permite al ingeniero de sistemas adquirir las competencias necesarias para participar activamente en proyectos que demanden la experticia en telecomunicaciones orientadas al satélite; La organización moderna producto de la explosión de la computación móvil en el mundo entero, proyecta su mirada hacia este medio de comunicación

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo se construye el presupuesto de enlace requerido para parametrizar la comunicación computacional vía satélite?

1.2 Formulación de objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar el documento descriptivo o de carácter referencial que permitirá a la unidad académica del programa de ingeniería de sistemas consultar los elementos y principios teóricos que regulan el presupuesto de enlace satelital en la comunicación computacional.

1.2.2 Objetivo específicos

- ❖ Identificar las características operacionales que regulan a los satélites geoestacionarios.
- ❖ Valorar los parámetros del sistema satelital que se requieren para su aplicación en el cálculo del presupuesto de enlace.
- ❖ Parametrizar funcionalmente las ecuaciones de subida y de bajada que determinan estructuralmente el flujo de intercambio de valores informáticos entre redes de computadores de amplio cubrimiento (WAN).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El conocimiento estructural de un enlace satelital, permite al ingeniero de sistemas identificar la importancia de este medio de comunicación en la interconexión de redes de amplio cubrimiento (WAN), de esta manera, se puede comprender como posicionar las antenas y adecuar los equipos de radio enlace para manipular y operar los niveles de umbral, las pérdidas de espacio libre, a pérdida de propagación junto con la potencia efectiva de transmisión y recepción.

Este trabajo permite validar la fundamentación teórica adquirida en los cursos de redes de computadores y en el diplomado de la academia Cisco; El conocimiento de los enlaces satelitales garantiza el poder desarrollar soluciones de amplia cobertura para la computación móvil

1.4 ALCANCE

El documento que como entregable se habrá de estructurar, aplica para los sistemas de modulación QPSK y 8-PSK, con cobertura de 60 Mbps, 90 Mbps y 120 Mbps, con parámetros de enlace 6/4 GHz y 14/12 GHz, permitiendo validar así tanto el enlace de subida como el de bajada, analizando para ello los factores que miden la potencia radiada isotrópica efectiva (EIRP).

La temperatura de ruido (T_c) expresada en decibelios ($db^\circ K$), la densidad de ruido y la directa relación con la portadora. La exposición de la topología

satelital: LEO, MEO, HEO, se define y valoriza por valoración de su estructura y conjunto lógico funcional sin parametrizar sus características electrónicas operacionales.

1.5 METODOLOGÍA INGENIERIL

La construcción del documento asociado con este trabajo, se define y enmarca en el entorno de la consulta, análisis y clasificación de la información, debiéndose por lo tanto definir como carta guía de desarrollo, el conocido ciclo de vida aplicado a sistemas tecnológicos con las siguientes fases:

❖ Fase de Contextualización

- Se estructuran las respuestas al siguiente conjunto de interrogantes ¿Qué se quiere?, ¿Cómo se hará?, ¿Con que se hará? Y ¿Qué se espera?

❖ Fase de Catalogación informacional

- Producto de la identificación formal anterior, se procede a concatenar diferentes capitulares, definiendo y estructurando los contenidos respectivos para luego validar su integridad y calidad expositiva.

❖ Fase de Verificación y corrección

- Cada fase de desarrollo será validada por el asesor consultor, quien comprobara la pertinencia y coherencia de la misma, corrigiendo el estilo, aspectos narrativos y descriptivos, junto con el cumplimiento de las normas técnicas que regulan la elaboración del proyecto.

❖ Fase de Liberación

- Se elabora el entregable y se entrega a la coordinación de trabajo de grado, para que el jurado designado evalúe la calidad esperada, dándose comienzo al proceso orientado a su sustentación.

1.6 CRONOGRAMA DE TRABAJO

En la figura 1, se ilustra la duración en semanas asociado con cada uno de las fases citadas anteriormente, considerando como calendario de ejecución y desarrollo el tiempo emprendido entre el 1 de junio y el 15 de agosto del año 2012.

Esta figura se construye utilizando los parámetros siguientes:

❖ Simbología

- Tiempo estimado
- Tiempo adicional o de horgura
- Fase de control

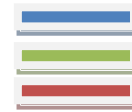


FIGURA 1: Cronograma de actividades



FUENTE: Aporte realizador

1.7 MARCO LEGAL¹

Considerando, que el Ministerio de las TIC (tecnologías de la Información y las comunicaciones), es la entidad rectora de las telecomunicaciones en el país, mediante acciones formuladas por la Agencia Nacional del Espectro Electromagnético (ANE)², entonces la reglamentación funcional que enmarca legalmente el proceso de comunicación satelital , se halla definida en el

¹ Alfredo Vega Jaramillo. Derecho de Autor, Ministerio del Interior de Justicia 2010

² www.ane.gov.co/

entorno de esta agencia; pero para especificar lo pertinente a los derechos de realización y de actuación con la propiedad intelectual esta se referencia a partir del manual de derecho de autor, publicado en el año 2010 por el ministerio de integridad y de justicia, cuya autoría pertenece al magistrado Alfredo Vega Jaramillo, en este escrito se define lo pertinente a la propiedad intelectual o a los derechos de autor y a la responsabilidad manual que adquiere el resultado de un proyecto de grado o trabajo investigativo; Por características propias del siguiente trabajo se enuncian:

❖ **Definición De Propiedad Intelectual**

La propiedad recae sobre dos tipos de bienes: los tangibles, como es el caso de los bienes muebles e inmuebles, y los intangibles como la propiedad intelectual.

La expresión “propiedad intelectual” se utiliza en términos amplios para hacer referencia a todas las creaciones del ingenio humano, y se define como la disciplina jurídica que tiene por objeto la protección de bienes inmateriales, de naturaleza intelectual y de contenido creativo, así como de sus actividades conexas.

Tradicionalmente se ha realizado una división de la propiedad intelectual en dos grandes ramas, a saber, la Propiedad Industrial y el Derecho de Autor, si bien nuevas clasificaciones apuntan a relacionar otros derechos intelectuales tales como la competencia desleal, los secretos industriales, las denominaciones de origen, las variedades vegetales, las invenciones biotecnológicas y los descubrimientos científicos.

El Derecho de Autor es una especie dentro de la institución de la propiedad intelectual, en virtud de la cual se otorga protección a las creaciones expresadas a través de los géneros literario o artístico, tiene por objeto las creaciones o manifestaciones del espíritu expresadas de manera que puedan ser percibidas, y nace con la obra sin que para ello se requiera formalidad alguna.

La propiedad Industrial es la otra rama en que se ha dividido tradicionalmente la propiedad intelectual, y se ocupa de la protección a las invenciones, modelos de utilidad, dibujos y modelos industriales, marcas de fábrica, lemas y denominaciones comerciales, circuitos integrados, y en algunas clasificaciones se incluye la represión a la competencia desleal, si

bien no se trata en este caso del reconocimiento de derechos exclusivos, sino de la sanción a los actos contrarios a los usos honrados en materia industrial y comercial.

❖ **Derecho De Autor Y Derechos Conexos**

Tal como lo ha indicado la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI, la expresión “derecho de autor” se emplea con dos significados. El primero es el significado básico y normalmente aceptado, que abarca únicamente la protección de los derechos sobre las obras literarias y artísticas.

El otro significado abarca también la protección de ciertos derechos denominados conexos, expresión que comprende los derechos de los artistas intérpretes o ejecutantes, los productores de fonogramas y los organismos de radiodifusión, sobre sus prestaciones artísticas, fonogramas y emisiones de radiodifusión, respectivamente, fuera del derecho de autor sobre las obras literarias y artísticas.

Estos titulares de derechos adelantan actividades vinculadas de manera conexas a la utilización de las obras literarias y artísticas y su participación y aporte en el proceso de difundir las creaciones intelectuales amerita la protección que la disciplina jurídica del derecho de autor les otorga.

❖ **Sujetos Del Derecho De Autor**

El tema de la autoría de las obras del ingenio usualmente enfrenta a los dos sistemas de protección: el del derecho de autor (o de tradición latina) y el del *copyright* (o anglosajón).

En el sistema de tradición latina un principio aceptado es el de reconocer la calidad de autor únicamente a la persona física que realiza la creación. En este sistema se ubica la legislación colombiana, pues el artículo 3° de la Decisión 351 de 1993 define al autor como la persona física que realiza la creación intelectual.

Con relación a la persona física como autor, para la tradición jurídica latina solo la persona física puede crear una obra, pues la acción de “crear” se refiere a la actividad intelectual que supone atributos como los de aprender, valorar, sentir, innovar, y expresar, todos ellos exclusivos de la persona humana.

En la tradición jurídica anglosajona se confunde la noción de autoría con la de titularidad de algunos derechos sobre la obra, y mediante una ficción jurídica le otorgan la calidad de autor a una persona distinta al creador de la misma, usualmente a una persona jurídica.

A esta situación contribuye el que en esas legislaciones anglosajonas se consideren obras no solamente las creaciones del ingenio sino también otros bienes intelectuales no creativos, como las grabaciones sonoras, los programas distribuidos por cable, entre otras.

Lo cierto es que en nuestro sistema jurídico pueden distinguirse los conceptos de autor y titular. El autor es la persona natural que crea la obra; el titular del derecho de autor es la persona a la que pertenece el derecho de autor sobre una obra.

Por lo general el titular es el propio autor, en cuyo caso autoría y titularidad son atributos concentrados en la misma persona, pero puede ocurrir que el titular sea una persona distinta del autor, en cuyo caso autoría y titularidad son atributos detentados por personas diferentes.

La Decisión 351 de 1993, en el artículo 8º expresa que se presume autor, salvo prueba en contrario, la persona cuyo nombre, seudónimo u otro signo que la identifique, aparezca indicado en la obra (Convenio de Berna, Art. 15, 1,1; Ley 23 de 1982, art. 10).

La titularidad se presume en algunos casos con base en lo dispuesto en la ley, salvo prueba en contrario, y es igualmente posible acreditarla mediante un contrato o acto jurídico de adquisición de derechos.

1.8 RESULTADOS ESPERADOS

El entregable, que como producto final enmarca la realización de este trabajo de grado, se caracteriza por:

- ❖ Permitir construir un documento referencial base para la consolidación o formación de un semillero de investigación sobre el área.
- ❖ Habilitar a la comunidad académica del programa, la consulta de los enlaces satelitales, para luego de su finalización teórica, proyecte actividades investigativas propias del escenario de los pico satélites, emulando así el trabajo de investigación como la universidad serio arboleda con sus satélites LIBERTY I y LIBERTY II.
- ❖ Elaborar un artículo cuya objetividad y rigurosidad tecnológica, permita su publicación en revistas especializadas en el campo de las comunicaciones satelitales.
- ❖ Proporcionar al interesado los elementos y conceptos matemáticos necesario para enfrentar problemas relacionados con el estructuramiento y formulación del presupuesto de un enlace satelital.

Capítulo 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Se exponen a continuación los conceptos fundamentales de los sistemas electrónicos de comunicación de datos, que enmarcan la teoría de redes de computadores con sus normas, esquemas, medios de enlace y modelos de especificación, para permitir que en el capítulo tres se trabaje con propiedad lo pertinente al intercambio transaccional por comunicación satelital.

2.1 SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIÓN DE DATOS (SECD)

Formalmente el SECD, se define como la entidad operacional que configura y habilita el intercambio transaccional de valores informáticos entre una fuente y un destino por acciones de transmisor y el medio de transmisión (TOMASI, 2009).

La estructura del SECD, se ilustra en la figura 2, mostrando sus componentes de integración y función.

2.1.1 MODOS DE TRANSMISIÓN

El modo es el calificador de la dirección de transmisión, pudiéndose considerar entonces:

❖ **SIMPLEX (SX)**

- Solo reciben o solo transmiten
- Fluye en una sola dirección

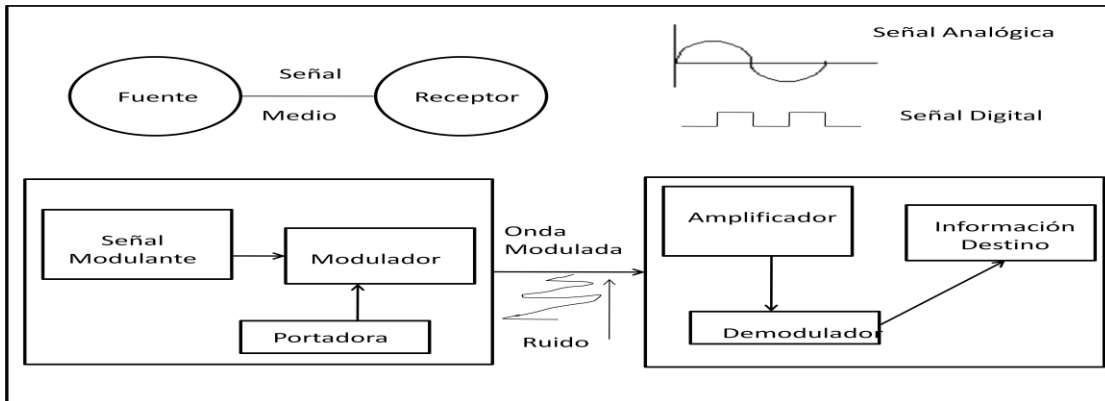
❖ **HALF DUPLEX (HDX)**

- TX(Transmisión) en ambas direcciones
- Fluido información en dos sentidos con esquema PTT (oprima para hablar).

❖ **FULL DUPLEX (FDX)**

- Transmisión dual al mismo tiempo
- Operación de ambos sentidos

FIGURA 2: Estructura SECD



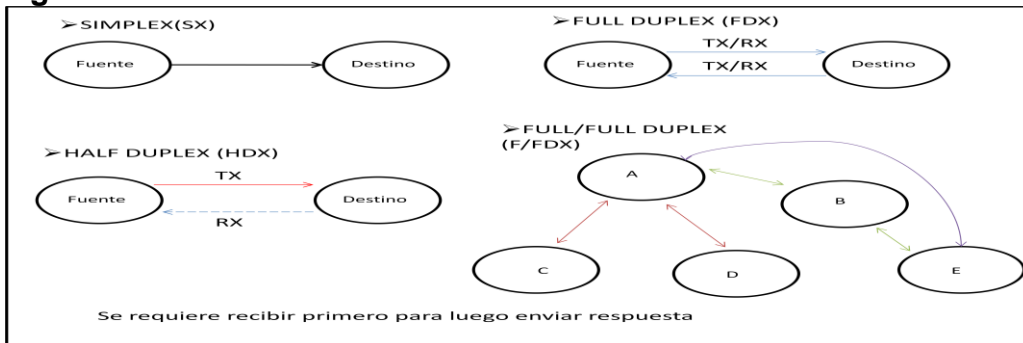
FUENTE: Aporte realizador

❖ **FULL/FULL DUPLEX(F/FDX)**

- Dialogo con dos o más estaciones en la misma unidad de tiempo.
- Se transmite y se recibe simultáneamente.

Los modos de transmisión se visualizan en la figura 3.

Figura 3: Modos de transmisión



FUENTE: Aporte realizador

2.1.2 SEÑAL: CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS

La señal se interpreta como la parametrización funcional de un voltaje escalizado, según su estructura se operan las señales analógicas que requieren para su flujo la modulación y demodulación y las señales digitales o discretas que no requieren este proceso (TANENBAUN, 2008) formalmente, estructurar una señal implica el considerar los equivalentes matemáticos a saber:

❖ **SEÑAL ANALÓGICA**

$$v(t) = v \text{sen}(2\pi Ft + \theta)$$

$$v(t) = v \text{cos}(2\pi Ft + \theta - 90)$$

en donde:

$v(t)$ = Onda de Voltaje

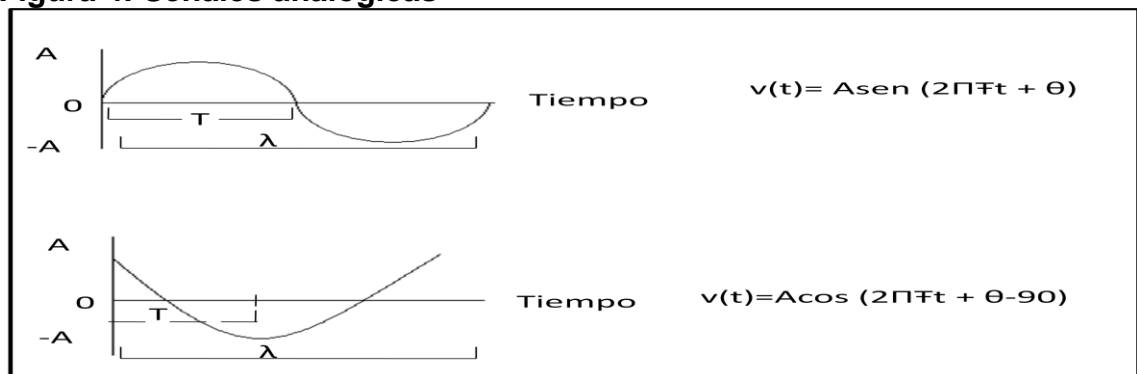
v = Amplitud (voltios)

F = Frecuencia (Hertz)

θ = Fase (Radianes)

Esta señal se muestra en la figura 4.

Figura 4: Señales analógicas



FUENTE: Aporte realizador

❖ **SEÑAL DIGITAL**

Unidad de medida escalizada que regula la fluctuación de voltaje, por especificación de su frecuencia y parametrización de su estructura, a saber:

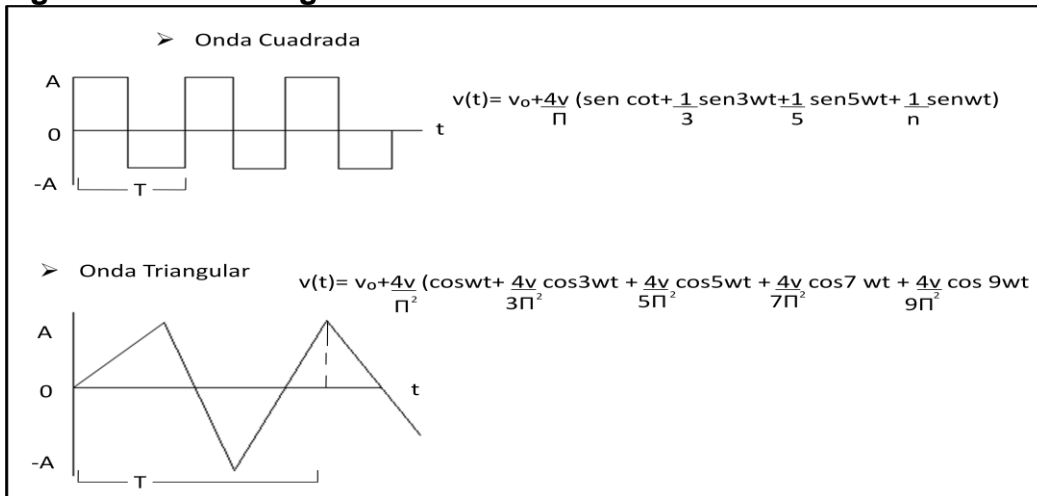
$$X(s) = A_0 + A_1 \cos \alpha + A_2 \cos 2\alpha + A_3 \cos 3\alpha + A_4 \cos 4\alpha + \dots + A_N \cos N\alpha + B_1 \text{sen} \alpha + B_2 \text{sen} 2\alpha + B_3 \text{sen} 3\alpha + \dots + B_N \text{sen} N\alpha$$

$$A = \beta$$

$$X(s) = \text{Frecuencia} + 2^{\text{a}} \text{armonica} + 3^{\text{a}} \text{armonica} + \dots + n^{\text{a}} \text{armónica fundamental}$$

El comportamiento operacional y mapeo selectivo de onda cuadrada y diente de sierra, se presenta en la figura 5.

Figura 5: Formas digitales de onda



FUENTE: Aporte realizador

Para evaluar los coeficientes asociados, el análisis de Fourier, parametriza (NOVOA, 2012):

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos_n \omega t dt$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin_n \omega t dt$$

2.1.3 RUIDO

Toda energía no deseada presente en la pasa banda o circuito de comunicación, según su comportamiento se puede aceptar:

❖ Ruido Externo

Mezcla con la frecuencia del circuito, producto de señales atmosféricas y extraterrestres.

❖ Ruido Atmosférico

Energía eléctrica de carácter estático, como suma de las fuentes de propagación.

❖ **Ruido Extraterrestre**

Ruido del espacio profundo que proviene del sol y las galaxias, cuya frecuencia se presenta entre 8 Mhz y 1.5 Ghz.

❖ **Ruido Interno**

Interferencia eléctrica generada dentro del sistema, se manifiesta como térmico de disparo y de tiempo de transito.

❖ **Ruido Térmico**

Movimiento Browniano de electrones dentro del circuito de transmisión de datos, su estructura matemática considera:

$$N_0 = KT$$

N_0 = Densidad de potencia de ruido (Watts/Hertz)

K = Constante de Boltzmann ($1.38 \cdot 10^{-23}$ joules/kelvin)

T = Grados kelvin (temperatura)

Su igualdad en decibelios implica:

$$N(\alpha B_n) = 10 \text{ Log}(KT/0.001)$$

$$N(\alpha B_n) = -1.74 + 10 \text{ Log } w$$

W = ancho de banda

❖ **Ruido De Disparo**

Llegada aleatoria de huecos y electrones, se conoce técnicamente como ruido de transistor.

❖ **Ruido De tiempo De Transito**

Variación aleatoria producto de la modificación de la corriente portadora de la señal.

Complementariamente es necesario considerar otras perturbaciones que se presentan en el sistema de comunicaciones, a saber: atenuación y distorsión de retardo. La atenuación relaciona la pérdida de potencia y la distorsión se asocia con la variación de la velocidad de la señal.

El comportamiento matemático se controla por:

$$\left(\frac{S}{N} \right) \text{ dB} = \frac{10 \text{ Log Potencia Señal}}{\text{Potencia Ruido}}$$

$$\text{Potencia} = \frac{V^2}{R} = \frac{\text{Voltaje}^2}{\text{Resistencia}} = \frac{\text{Voltios}^2}{\text{Ohmios}}$$

$$\begin{aligned} \text{ndB} &= 10 \text{ Log} \frac{P1}{P2} \\ &= 10 \text{ Log} \frac{V1^2/R}{V2^2/R} = 20 \text{ Log} \frac{V1}{V2} \end{aligned}$$

2.1.4 ESPECTRO ELECTROMAGNETICO³

Distribución de la energía electromagnética, según su potencial de frecuencia, pudiéndose segmentar su espacio (TOMMASI, 2009) en:

- ❖ Señales subsónicas
- ❖ Señales de audio
- ❖ Señales banda de radio frecuencia
 - Am
 - Tv
 - Microondas
 - Radar⁴
 - Satélite
- ❖ Señal de fibra óptica
 - Infrarrojo⁵
 - Visible⁶
 - Ultravioleta⁷
- ❖ Señales Amplias
 - Rayos x⁸
 - Rayos gamma⁹
 - Rayos cósmicos¹⁰

³<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm>

⁴<http://es.wikipedia.org/wiki/Radar>

⁵http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/

⁶http://en.wikipedia.org/wiki/Visible_spectrum

⁷http://www.ecured.cu/index.php/Luz_ultravioleta

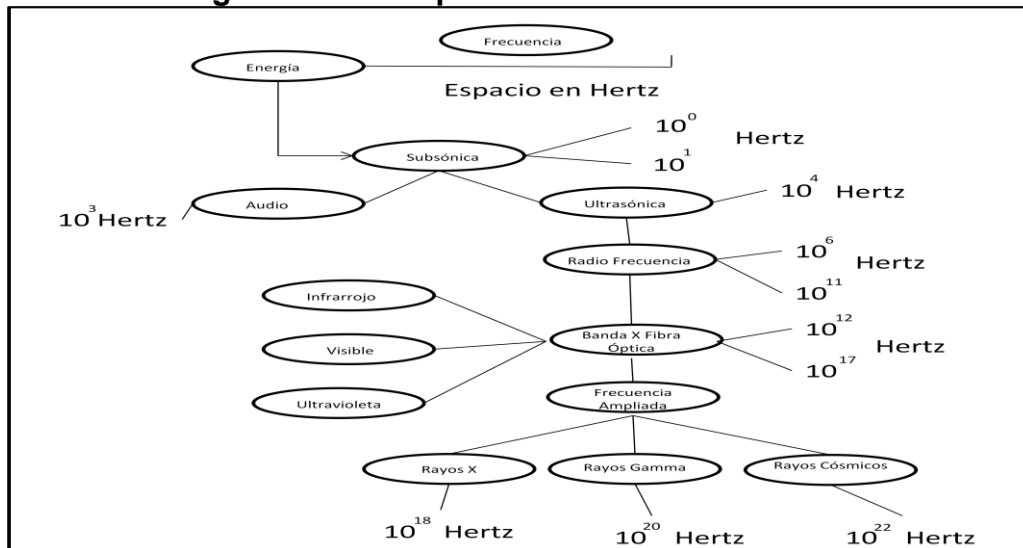
⁸http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_02.html

⁹http://www.windows2universe.org/physical_science/magnetism/

¹⁰http://astroverada.com/_/Main/T_raycosm.html

Con ayuda de la figura 6, se visualiza esta segmentación y seguidamente se expresa el espectro asociado con cada factor de distribución, a saber:

FIGURA 6: Segmentación espectro



FUENTE: Aporte realizador

- ❖ Subsónico
 - 10⁰-10¹ Hertz
- ❖ Audio
 - 10²-10³ Hertz
- ❖ Am Radio
 - 10⁶-10⁷ Hertz
- ❖ TV/FM
 - 10⁸ Hertz
- ❖ Satélite/Radar/Microondas
 - 10⁹-10¹¹ Hertz
- ❖ Banda x Fibra Óptica
 - Infrarrojo
 - 10¹²-10¹³ Hertz
 - Visible
 - 10¹⁴ Hertz
 - Ultravioleta
 - 10¹⁵-10¹⁷ Hertz
- ❖ Señales Amplias

- Rayos x
 - 10^{18} Hertz
- Rayos Gamma
 - 10^{20} Hertz
- Rayos C3smicos
 - 10^{21} - 10^{22} Hertz

Este par3metro, permite calcular la longitud de onda de la se1al, tal como se expresa aqu3:

$\lambda = (\text{velocidad de la luz/frecuencia})$

$\lambda = (C/F)$

2.1.5 C3DIGOS DE COMUNICACI3N

El c3digo en el entorno de las SECD, se define como el patr3n de representaci3n de un valor inform3tico, se reconocen y usan en la actualidad:

❖ C3digo ASCII ¹¹

- Siete bits por car3cter m3s uno de prioridad.
- Segmentaci3n

❖ Caracteres de comunicaci3n

- NULL
- SOH
- ENQ
- ACK

❖ Control de formato

- BS
- CR
- VT

❖ Separador de informaci3n

- FS
- GS

¹¹ <http://www.elcodigoascii.com.ar/>

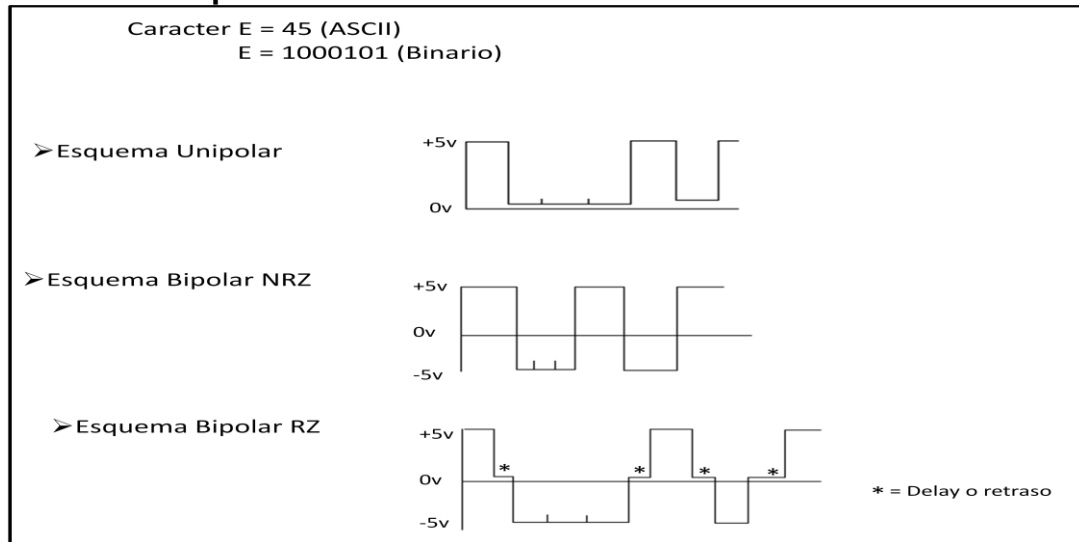
- RS
- US

❖ **Caracteres convencionales**

- Mayúsculas 41-5^a
- Minúsculas 61-7^a
- Números 30-39
- Espacio 20

La representación ASCII y su esquema funcional del carácter E, se ilustra en la figura 7.

FIGURA 7: Representación ascii letra E



FUENTE: Aporte realizador

El código ASCII, toma 2 selectores para su equivalencia estas son:
Código ASCII = X Y

Donde:

X= nivel o grupo (3 bits)
Y= secuencia (4 bits)

❖ Código EBCDIC¹²

Toma 8 bits por carácter, fue desarrollado por IBM, designando al bit 0 como el más significativo (MSB) y al bit 9 como el menos significativo (LSB), diferencia:

- Caracteres de comunicación
- Caracteres especiales
- Caracteres nominales

❖ Numéricos

F0-F9

❖ Mayúsculas

A-I : C1-C9
J-R : D1-D9
S-Z: E2-E9

❖ Minúsculas

a-i: 81-89
j-r: 91-99
s-j: a2-a9

Por ejemplo el mensaje

U. libre 2012

Se codifica en EBCDIC como

U. Libre 2012 = E34B93C9C299C540F2F0F1F2

❖ Código BCD¹³

Decimal codificado en binario, cada dígito se reemplaza por sus cuatro Bits de equivalencia, por ejemplo:

$5287_{10} \rightarrow \text{BCD}$

$5287_{10} = 0101001010000111 \text{ BCD}$

¹² <http://en.wikipedia.org/wiki/EBCDIC>

¹³ http://www.unicrom.com/dig_codigo-BCD.asp

8	4	2	1	DIGITO
0	1	0	1	5
0	0	1	0	2
1	0	0	0	8
0	1	1	1	7

❖ **X 3**

Código de exceso a tres, cada digito se aumenta en tres unidades, antes de su representación en cuatro Bits por digito, de esta manera:

$78904_{10} \rightarrow X3$

$(10)(11)(12)(3)(7) \rightarrow X3$

$78904_{10} \rightarrow 10101011110000110111 X3$

DIGITO	8	4	2	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
3	0	0	1	1
7	0	1	1	1

❖ **Código De HAMMING¹⁴**

Patrón para generación de paridad, empleando referentes universales e estructura, con basculadores o controladores posicionales que se identifican como A, B y C.

Son referentes universales de HAMMING (MALEY, 1998):

- ABC8421
- AB84C21
- AB8C421

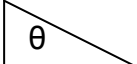
¹⁴ http://www.jcee.upc.es/JCEE2006/pdf_ponencias/PDFs/JCEE06_14_12_T2.pdf

Antes de su ejemplificación se procede a definir el concepto de paridad, el que se interpreta como el factor de integridad del valor informático, resultante de la valoración de los Bits activos o en 1, por ejemplo:

❖ **Paridad por Carácter Z**

Z = 5 A (código ASCII)

= 1011010 (Binario)

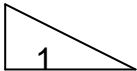
=  1011010

Bit DC paridad Numero DC Bit en 1 = 4 (numero par)

❖ **Paridad Impar Carácter 9**

9 = 39 (código ASCII)

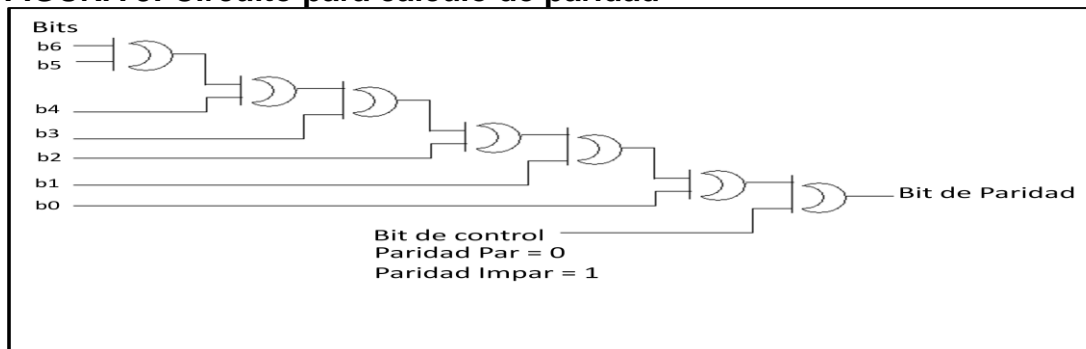
= 0111001 (Binario)

=  0111001

Bit de Paridad Número DC Bits en 1 = 4 (numero par)
Como es diferir (par≠impar) se coloca 1

El circuito empleado por el sistema para valorar la paridad se muestra en la figura 8.

FIGURA 8: Circuito para cálculo de paridad



FUENTE: Aporte realizador

A continuación, se ejemplificara el empleo del código de HAMMING, para esto con paridad impar y el patrón ABC8421, se generan los dígitos 0 al 15 en hexadecimal (0-f), los basculantes o supervisores de control son:

A = 124
 B = 248
 C = 128

El equivalente pedido se observa en la tabla 1.

TABLA 1. Código de hamming dígitos 0 – F

PATRON \ DIGITO	A	B	C	8	4	2	1	Equivalente
0	1	1	1	0	0	0	0	70
1	0	1	0	0	0	0	1	21
2	0	0	0	0	0	1	0	2
3	1	0	1	0	0	1	1	53
4	0	0	1	0	1	0	0	14
5	1	0	0	0	1	0	1	45
6	1	1	0	0	1	1	0	66
7	0	1	1	0	1	1	1	37
8	1	0	0	1	0	0	0	48
9	0	0	1	1	0	0	1	19
A	0	1	1	1	0	1	0	3A
B	1	1	0	1	0	1	1	6B
C	0	1	0	1	1	0	0	2C
D	1	1	1	1	1	0	1	7D
E	1	0	1	1	1	1	0	5E
F	0	0	0	1	1	1	1	0F

FUENTE. Aporte realizador

De esta manera si se transmite el mensaje 289A, el equivalente enviado sería:

289A = 0248193A
 289A = 248193A (Código de HAMMING)

2.1.6 CHEQUEO DE REDUNDANCIA CICLICA (CRC)

Proceso orientado a validar la integridad de la transacción que fluye por la red, al operar el mensaje fuente con un polinomio generador; su cálculo proviene de:

$$\text{CRC} = \text{XOR} \left[\frac{M(X)^*}{P(X)} \right]$$

En donde:

M(X)= Mensaje Fuente
 M(X)* = Mensaje Modificado
 P(X)= Polinomio Generador

Con ayuda del CRC, el nodo fuente construye el mensaje a enviar por la línea, el cual es M(T), que se forma así:

M(T)= M(X)!! CRC

El nodo receptor toma a $M(T)$, lo divide nuevamente por $P(X)$ y verifica si el residuo es cero, si se cumple entonces el mensaje se procesa (ACK), de lo contrario se rechaza (NAK).

Los polinomios de mayor utilización son:

$$P(X) = X^3 + 1$$

$$P(X) = X^5 + X^4 + X^2 + 1$$

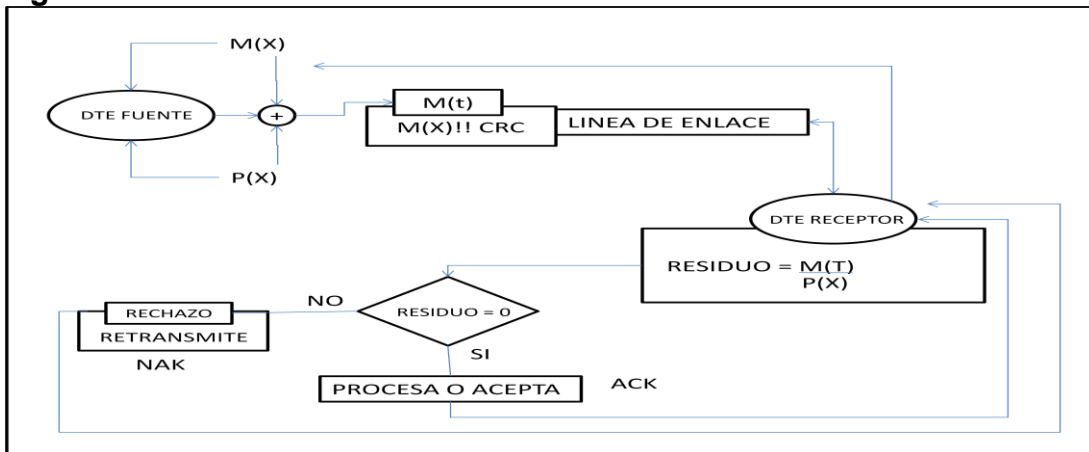
$$P(X) = \langle \text{CRC-1C} \rangle = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$$

$$P(X) = \langle \text{CRC-UIT} \rangle = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

$$P(X) = \langle \text{CRC-32} \rangle = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + 1$$

La figura 9, ilustra el proceso del CRC.

Figura 9: Proceso CRC



FUENTE: Aporte realizador

Con el siguiente ejemplo, se muestra como se genera el CRC, para ello:

$$M(X) = 8FC$$

$$P(X) = X^4 + X + 1$$

El cálculo del CRC, involucra:

❖ **FASE 1**

Se convierte $M(X)$ y $P(X)$ a Binario

$$M(X) = 8FC = 100011111100 \text{ (base 2)}$$

Se envía desde el nodo fuente, al ser recibido por el nodo respectivo, se repite el proceso y se valida el residuo, para generar el ACK o el NAK.

2.2 TEORIA DE REDES

2.2.1 CONCEPTO

Una red de computadores es un sistema de comunicación de datos que integra operacionalmente un conjunto de nodos con independencia de ubicación geográfica, y que cataloga el flujo de valores por la especificación de un modelo de enlace (SELDON, 2008).

Las características propias de la red son:

❖ INTEROPERABILIDAD

Múltiples sistemas operativos: LINUX, SOLARIS, AIX, LINUX, WINDOWS y MAC OS/X.

❖ GESTIONABILIDAD

Existir un sistema que orienta y define el flujo y categoriza las transacciones.

❖ SEGURIDAD

El flujo transaccional está garantizado, por la asociación de:

- Servicios de autenticación
- Servicios de autorización
- Servicios de confidencialidad
- Servicios de integridad
- Servicios de no repudio

❖ CAPACIDAD

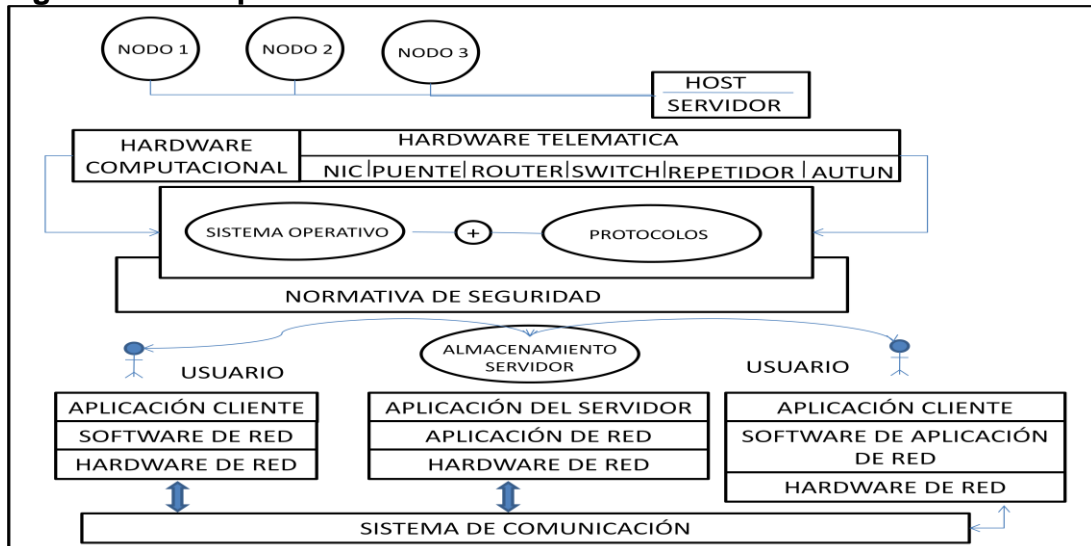
La tecnología de configuración, garantiza el proceso y almacenamiento transaccional con independencia de su nivel de complejidad y volumen a saber:

- FDDI
- Ethernet

- Ethernet rápida
- 100 BASE-X
- 100 VG Anylan
- ATM
- Frame relay
- Soporte óptico (WDM)

La figura 10, señala los componentes funcionales y estructurales de una red.

Figura 10: Componentes funcionales de la red



FUENTE: Aporte realizador

2.2.2 MODELO DE ESPECIFICACIÓN

En el léxico de la telemática y de los sistemas electrónicos de comunicación de datos, se entiende por modelo, el conjunto normativo que define y estructura los procesos de conexión, flujo, control, enrutamiento y verificación de integridad en una red x computadores (BURNETTS, 2011), manifestándose según su fuente o agencia de origen, tales como :

- ❖ OSI/ISO¹⁵
- ❖ DDN (TCP/IP)¹⁶
- ❖ APPLE TALK¹⁷

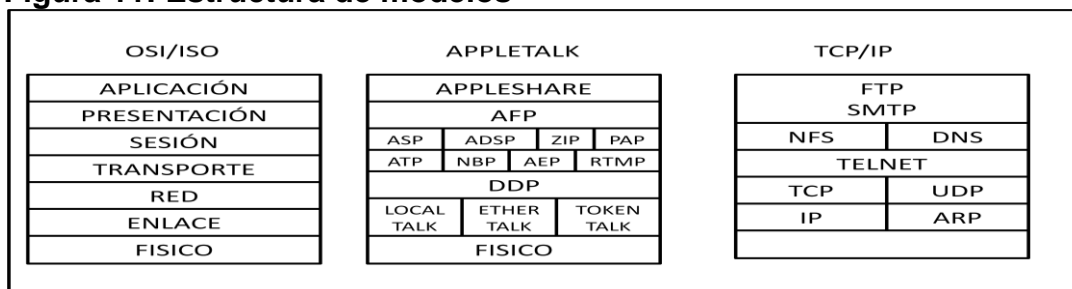
¹⁵ http://www.techbooksforfree.com/intro_to_data_com/page103.html

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_protocol_suite

❖ IEEE802¹⁸

La figura 11, ilustra la estructura por capas funcionales de los modelos OSI/ISO, TCP/IP y APPLETALK, mientras que por su carácter descriptivo, las especificaciones promulgadas por el instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE), en febrero de 1980, se citan a continuación algunas especificaciones:

Figura 11: Estructura de modelos



FUENTE: Reiss Levi. protocol and communications lan times

- 802.1 : Introducción Estándares de Trabajo
- 802.2 : Conexión Básica LLC
- 802.3: CSMA/CD¹⁹
- 802.4: Token bus
- 802.5: Token ring para LAN/MAN
- 802.6: Interconexión de alta velocidad LAN/MAN
- 802.7: Banda ancha²⁰
- 802.8: Fibra óptica²¹
- 802.9: Servicios de voz y datos
- 802.10: Seguridad en redes
- 802.11: Conexión inalámbrica
- 802.12: Acceso con petición de prioridad
- 208.14: banda ancha para canales de televisión por cable
- 802.15: WPAN o bluetooth²²
- 802.16: Wimax
- 802.17: Adillo (paquetes)
- 802.18: Normatividad de radio
- 802.19: Coexistencia

¹⁷ http://www.pulsewan.com/data101/apple_talk_basics.htm

¹⁸ <http://www.ieee802.org/meeting/index.html>

¹⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3

²⁰ <http://www.broadbandforamerica.com/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-banda-ancha>

²¹ <http://www.fibra-optica.org/servicios-fibra-optica/que-es-fibra-optica/fibra.asp>

²² <http://www.javvin.com/protocolBluetooth.html>

- 802.20: Redes móviles²³
- 802.21 :Multimedia
- 802.22: WRAM (redes inalámbricas metropolitanas)

Nota: la recomendación IEEE 802.13, no forma parte de este documento, dada la superstición que existe sobre este número.

2.2.3 MODELO DE OPERACIÓN

Conjunto de normas y especificaciones tecnológicas que controlan, supervisan y categorizan el estilo arquitectónico de un sistema tele informático (STALLINGS, 2009), señalando la relación existente entre los datos, el procesamiento y la interface de usuario, se definen seguidamente algunos de ellos:

❖ MODELO DE BUSQUEDA

- Estructura el proceso de interconexión relacional por proceso de búsqueda (ver figura 12).

❖ MODELO DE MONITOR TP

- Define la norma e manejo de transacciones distribuidas al relacionar la transacción con el servidor (ver figura 13).

❖ MODELO DE FACILITACIÓN

- Integra los tipos de comunicación middleware, diferenciando:
 - RCP²⁴: llamado a procedimientos remotos.
 - RMI²⁵: invocación a métodos remotos.
 - MOM²⁶: Middleware orientado a mensajes.

Este se presenta en la figura 14.

❖ MODELO DE VINCULACIÓN

²³ <http://www.esdirectorios.com/wireless-80220-mobile-broadband-wireless-access/>

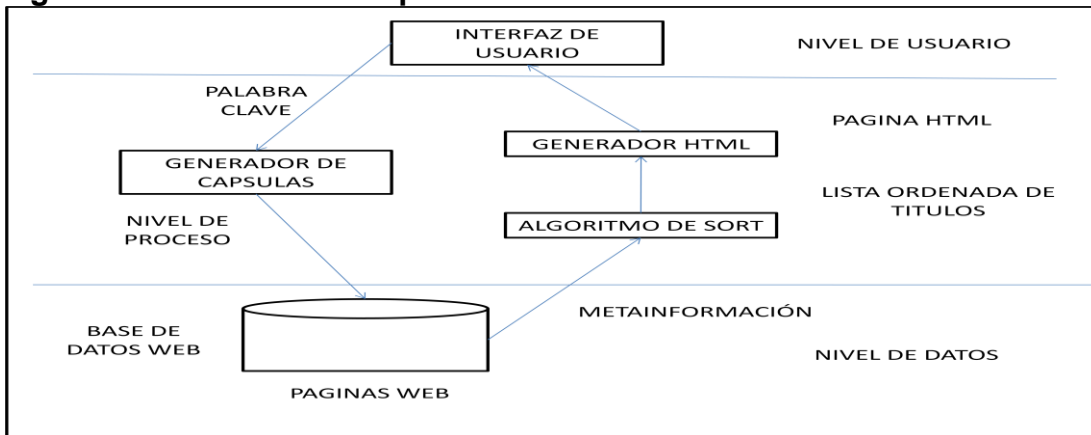
²⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_procedure_call

²⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Java_remote_method_invocation

²⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Message-oriented_middleware

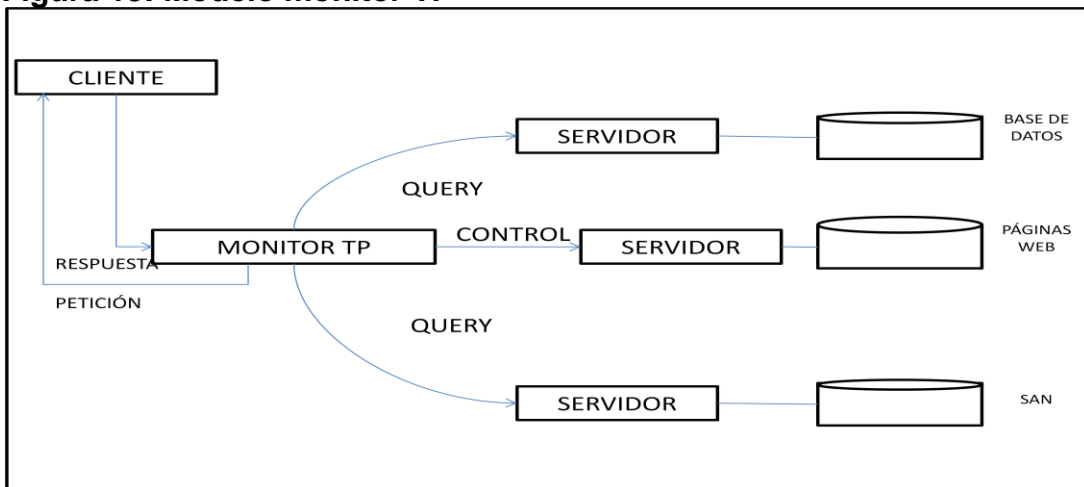
- Asocia la operación del DCE con el nivel de control del servidor, esto se observa en la figura 15.

Figura 12: Modelo de búsqueda



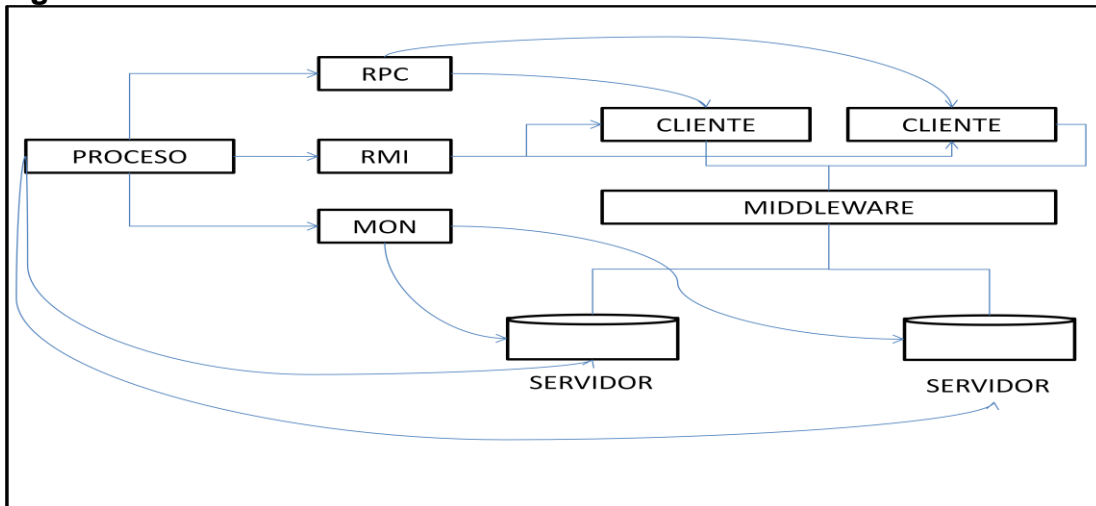
FUENTE: Tanebaun Andrew distributed systems

Figura 13: Modelo monitor TP



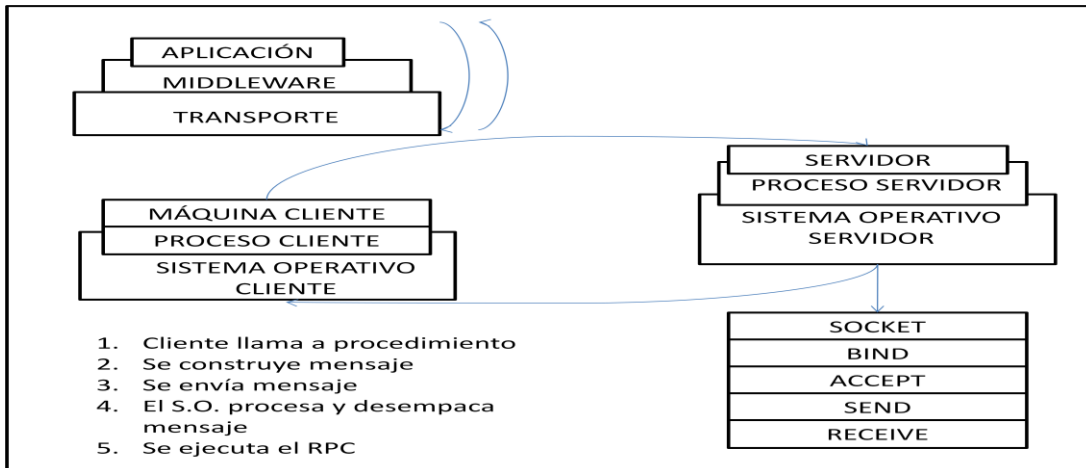
FUENTE: Tanebaun Andrew distributed systems

Figura 14: Modelo de facilitación



FUENTE: Tanebaun Andrew distributed systems

FIGURA 15: Modelo de facilitación



FUENTE: Tanebaun Andrew distributed systems.

2.2.4 HARDWARE TELEMATIC

Conjunto de dispositivos que configuran una función dentro del sistema telemático, para habilitar el intercambio de valores informáticos (KOHL, 2006).

Los principales elementos de este hardware son:

❖ **REPETIDORES**

- Amplifican y regeneran la señal.

❖ **PUENTES**

- Aíslan el tráfico y filtran las tramas por dirección física.

❖ **ENRUTADORES**

- Interconectan la red y realizan transformaciones operacionales.

❖ **CONCENTRADORES**

- Interconectan redes de distinto protocolo, gestiona la red y enlazan transacciones múltiples.

❖ **PASARELAS**

- Interconecta aplicaciones, equipos, sistemas heterogéneos para homologar requerimientos transaccionales.

❖ **OLT**

- Terminal de línea óptica, interconectan terminal físico con la fibra.

❖ **VSAT**

- Terminal de apertura pequeña que recibe microondas satelitales.

2.2.5 MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Los medios de transmisión o de comunicación de datos, son entidades que habilitan el reconocimiento del transmisor y receptor, permitiendo el flujo de valores informáticos (BELLICORS, 2006), si las ondas fluyen por un medio sólido, se identifican como medios guiados, pero si la atmósfera o el espacio exterior, se dice que son medios no guiados.

❖ **MEDIOS GUIADOS**

- Cable Coaxial

- Ancho de Banda: 350Mhz
- Repetidores: 1-10 km
- Razón x Datos: 500 Mbps
- Fibra Óptica
- Ancho de Banda: 2 GHz
- Repetidores: 10-100 Km
- Razón x Datos: 2-3 GBps en prueba 1Tbps.
- Par Trenzado
- UTP Ancho de banda: 3 GHZ
- STP Repetidores: 2-10 Km.
- FTP Razón x Datos: 4 Mbps

❖ MEDIOS NO GUIADOS

- Inalámbricos
- Direccional
- Omnidireccional
- Microondas Terrestres
- Distancia de Antenas
- $\alpha = (7.14\sqrt{kh})$
 h= altura
 k= constante de operación=4/3
- Banda de frecuencia 30.300 GHz
- Modulación FM/ PSK
- Ancho de banda: 1 GHz
- Razón de datos 750 Mbps

❖ MICROONDAS SATELITES

- Orbitales
- Geoestacionarios
 - LEO
 - MEO
 - HEO
- Distancia máxima 35784 Km

❖ CONFIGURACIÓN

- Simple
- VSAT
- Domestico
- Enlace

- Subida 4/6 GHz
- Bajada 12/14 GHz
- Infrarrojos
 - Transceiver
 - Modulación luz infrarrojo
 - No requiere ninguna frecuencia
 - Sin problema de seguridad por su distancia

Capítulo 3. COMUNICACIÓN SATELITAL: ESTRUCTURA FUNCIONAL

3.1 TEORIA DE ANTENAS

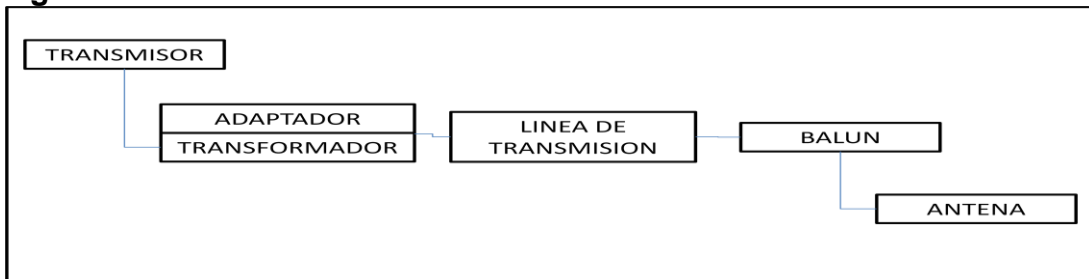
Para comprender el proceso de comunicación satelital se requiere en primer lugar el conocer y operar los conceptos relacionados con la radiación y sus patrones.

La guía de onda, resistencia de radiación, la clasificación de antenas y el soporte paramétrico asociado con su funcionamiento, conceptos que se presentan a continuación.

3.1.1 CONCEPTO DE ANTENA

Una antena es un elemento capaz de emitir o recibir ondas radioeléctricas (ROCA, 2010), validando funcionalmente la relación $C=\lambda F$ (velocidad de la luz= longitud de onda x frecuencia), su estructura operacional se muestra en la figura 16.

Figura 16: Modelo de facilitación

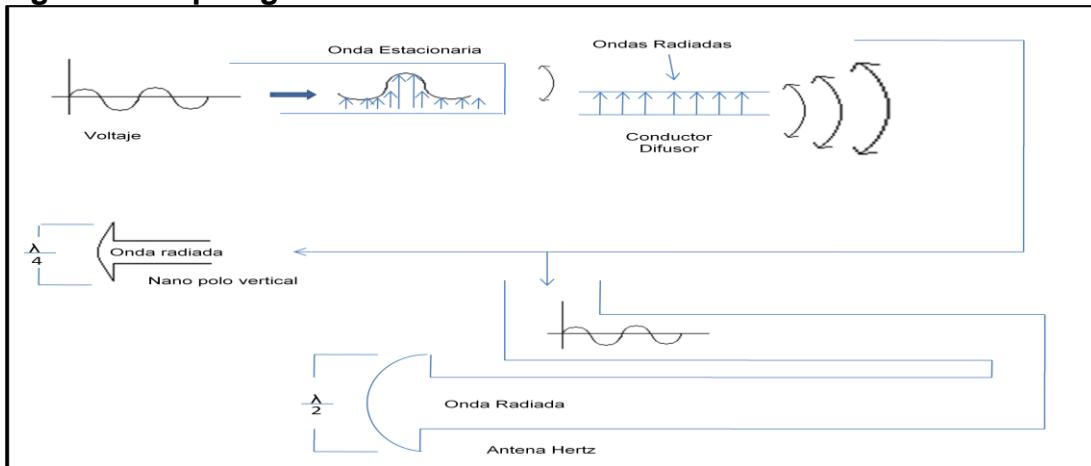


FUENTE: Roca Jofre Luis. Electrónica pádel N° 19

La antena se caracteriza por:

- ❖ Servir de interface entre el transmisor y el espacio libre.
- ❖ Acoplar energía entre el transmisor y la atmosfera.
- ❖ Permitir que la energía radiada se propague como ondas transversales (ver figura 17).
- ❖ La radiación de energía está en función de la separación de los conductores o guías de onda.

Figura 17: Tipología de radiación

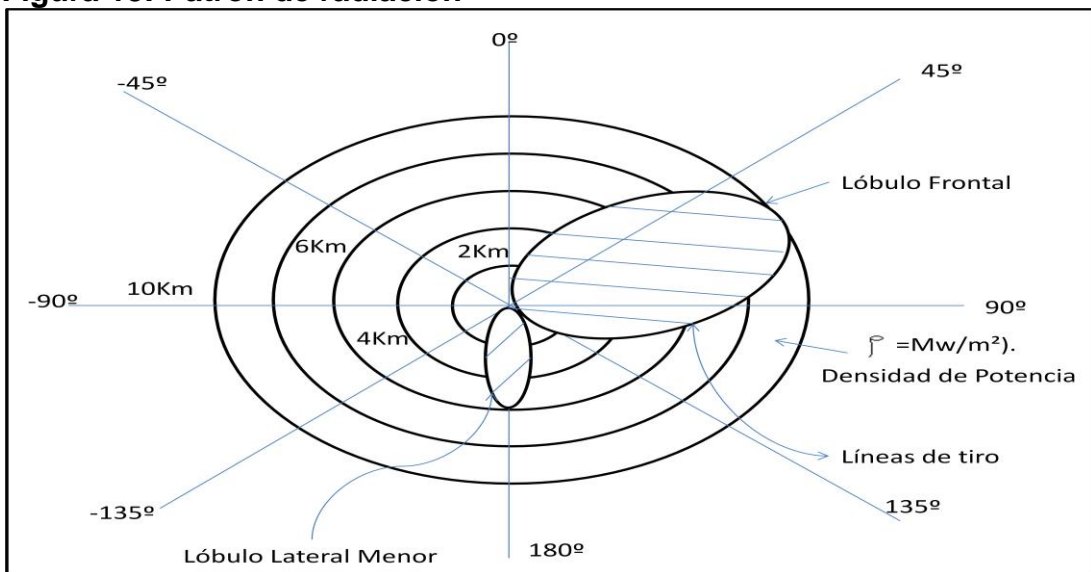


FUENTE: Aporte realizador. Modificación TOMASI HUAYUE

3.1.2 PATRÓN DE RADIACIÓN

Diagrama polar asociado con la intensidad del campo o con la densidad de potencia, cuyo parámetro se expresa en microvatios por metro cuadrado (Mw/m^2), se ilustra por concepto con la figura 18.

Figura 18: Patrón de radiación



FUENTE: Davis P. Wireless networks McGraw Hill.

3.1.3 EFICIENCIA Y RESISTENCIA

La resistencia de radiación de toda antena que integra un sistema telemático, se define como el cociente entre la potencia y la corriente de la antena (REEVE, 1995)

$$R = \frac{P}{i^2}$$

R= resistencia de radiación (OHMS = Ω)

P= potencia radiada (WATTS = W)

i= corriente de la antena (AMPERIOS = A)

La eficiencia de antena, se interpreta como la relación de la potencia radiada y la potencia disipada, su expresión matemática es:

$$m = \frac{P_r}{P_r + P_d} \times 100$$

m = eficiencia de antena²⁷

P_r= potencia radiada²⁸

P_d= potencia disipada²⁹

Se representa también por:

$$m = \frac{i^2 R_r}{i^2 (R_r + R_e)}$$

$$m = \frac{R_r}{R_r + R_e}$$

Para:

m = Eficiencia de antena

i = Corriente

R_r = Resistencia de radiación

R_e = Resistencia efectiva

²⁷ <http://www.antenna-theory.com/spanish/basics/gain.php>

²⁸ http://www.upv.es/antenas/Tema_3/Densidad_potencia_dipolo.htm

²⁹ <http://www.pacop.net/analogias-electromecanicas/potencia-y-energia.html>

3.1.4 PARAMETROS OPERACIONALES

❖ Ganancia Directiva

Relación de la densidad de potencia radiada en una dirección con la densidad existente en un punto de referencia (FREEMAN, 2002), su significado matemático es:

$$D = \frac{\rho}{\rho x}$$

D= Ganancia directiva

ρ = Densidad de potencia distribuida (w/m²).

ρx = Densidad de potencia de referencia (w/m²).

❖ Ganancia de potencia³⁰

Producto de la eficiencia por la ganancia directiva de la antena.

$$Ap = Dn$$
$$Ap = 10 \log + \frac{\rho n}{\rho x}$$

❖ EIRP³¹

La potencia radiada isotrópica efectiva es la potencia de transmisión equivalente del sistema telemático.

EIRP = PrAt

Pr = Potencia total

At = Ganancia directiva

$$EIRP(dbm) = 10 \log + \frac{Pr}{0.001} + 10 \log At$$

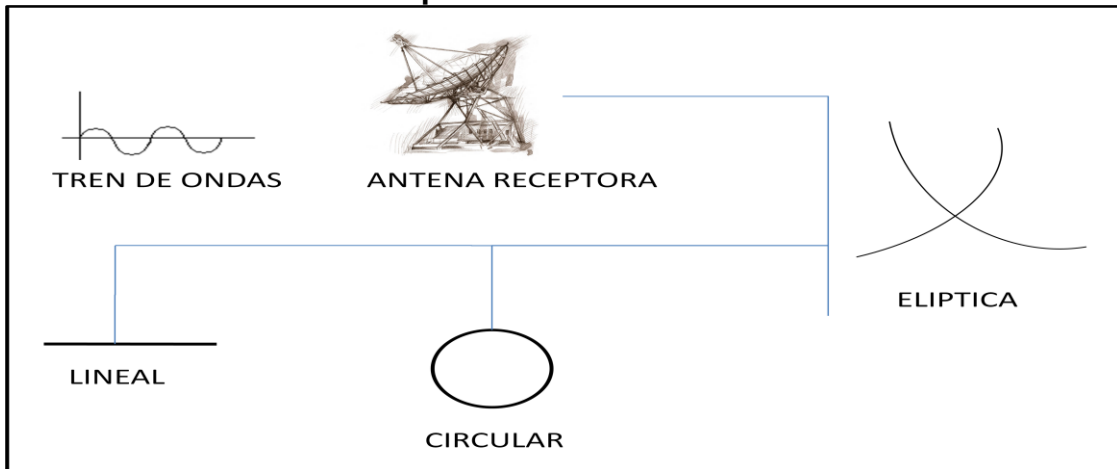
❖ Polarización

La polarización asocia la orientación del campo electrónico, bien sea lineal, elíptico o circular (ver figura 19).

³⁰ [http://es.wikipedia.org/wiki/Ganancia_\(electr%C3%B3nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ganancia_(electr%C3%B3nica))

³¹ <http://www.antenna-theory.com/definitions/eirp.php>

FIGURA 19: Orientación de polarización

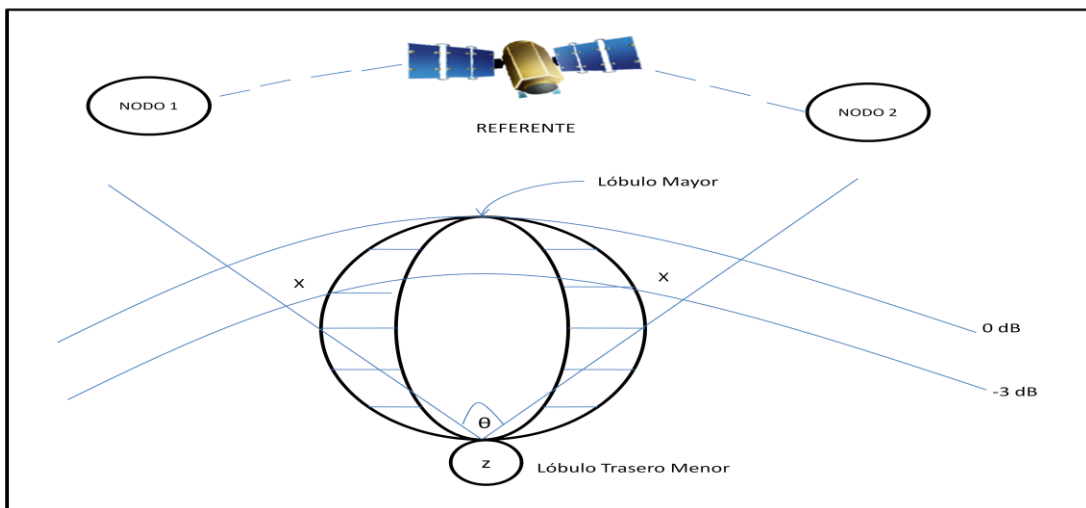


FUENTE: Aporte realizador

❖ **Ancho De Banda**

Rango de frecuencias que permiten que la operación de la antena sea optima, al calificar las variación de la impedancia (ver figura 20)

FIGURA 20: Ancho de banda



FUENTE: Aporte realizador

3.2 TIPOS DE ANTENAS³²

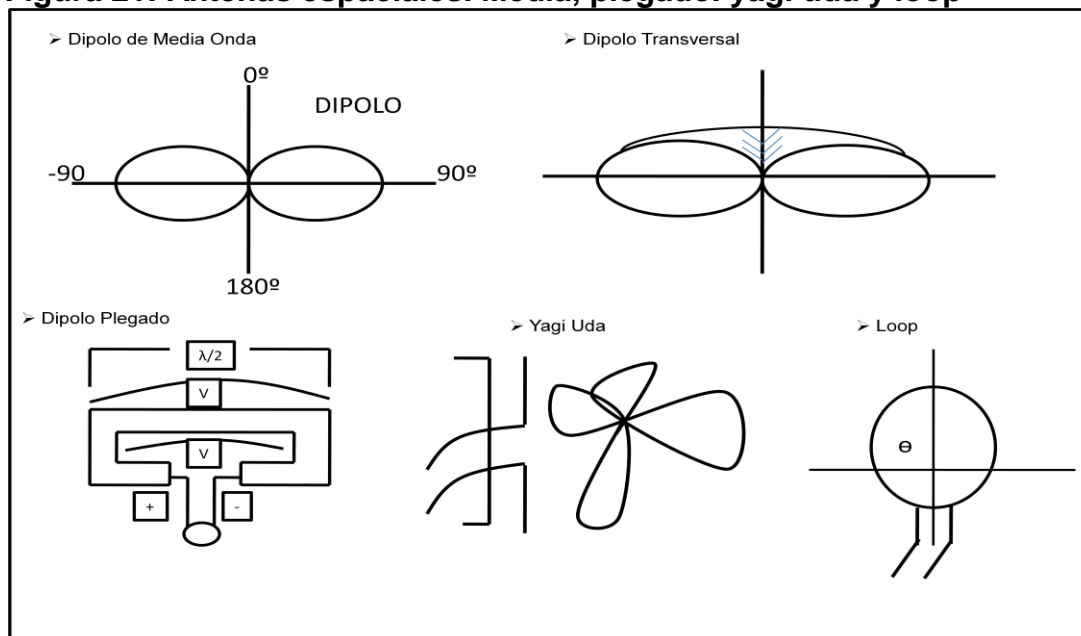
El escenario electrónico para las comunicaciones define múltiples clases de antenas, pero para los enlaces satelitales la más utilizada es la parabólica (FREEMAN, 2002), estas son:

- ❖ Doblete Elemental

$$i(t) = I \sin(2\pi ft + o)$$

- ❖ Dipolo de Media Onda (ver figura 21)
- ❖ Antena Aterrizada
- ❖ Dipolo Plegado (ver figura 21)

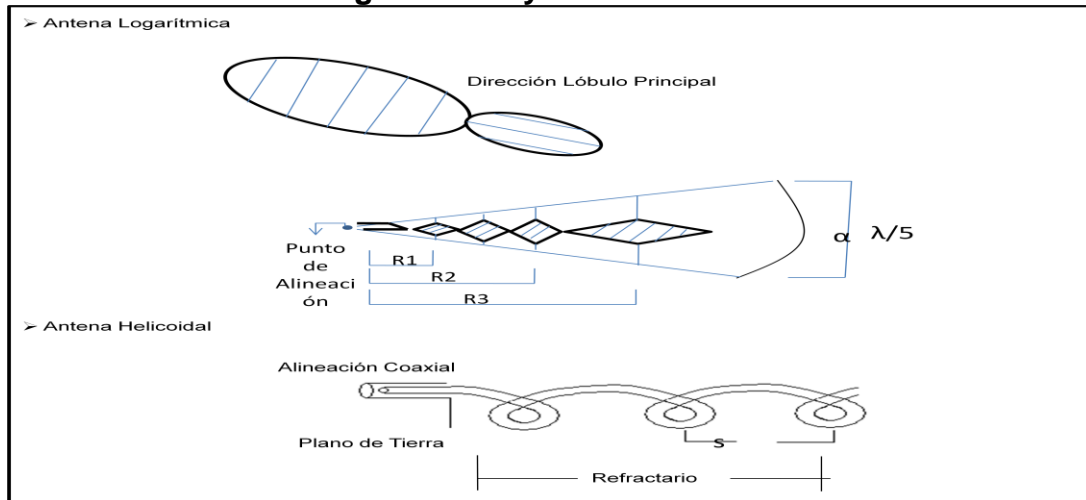
Figura 21: Antenas espaciales. Media, plegado. yagi uda y loop



FUENTE: Tommasi Wayne. Comunicaciones electrónicas

³² <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/tipos-antenas.pdf>

FIGURA 22: Antenas logarítmicas y helicoidal



FUENTE: Freeman R. Telecomunicaciones handbook

- ❖ Antena Yagi Uda³³ (figura 21)
- ❖ Antena logarítmica³⁴ (figura 22)
- ❖ Antena de Loop (figura 21)
- ❖ Antena de arreglo de fase
- ❖ Antena Helicoidal (figura 22)
- ❖ Antena de UHF³⁵

Por su interés para el trabajo se describe a continuación la antena reflectora parabólica, que recibe estas características:

- ❖ Proporcionar una ganancia y directividad muy altas que favorece la comunicación satelital.
- ❖ Se estructura con dos componentes, a saber:
 - Reflector parabólico
 - Mecanismo de alimentación
- ❖ Geométricamente define su operación según figura 23, verificando:

$FA+AA' = FB+BB' = FC+CC' = K$
 $FX = \text{Longitud De Foco De La Parábola}$
 $K = \text{Constante Para Parábola}$
 $W/2 = \text{Longitud de La Directriz}$

³³ http://en.wikipedia.org/wiki/Yagi-Uda_antenna

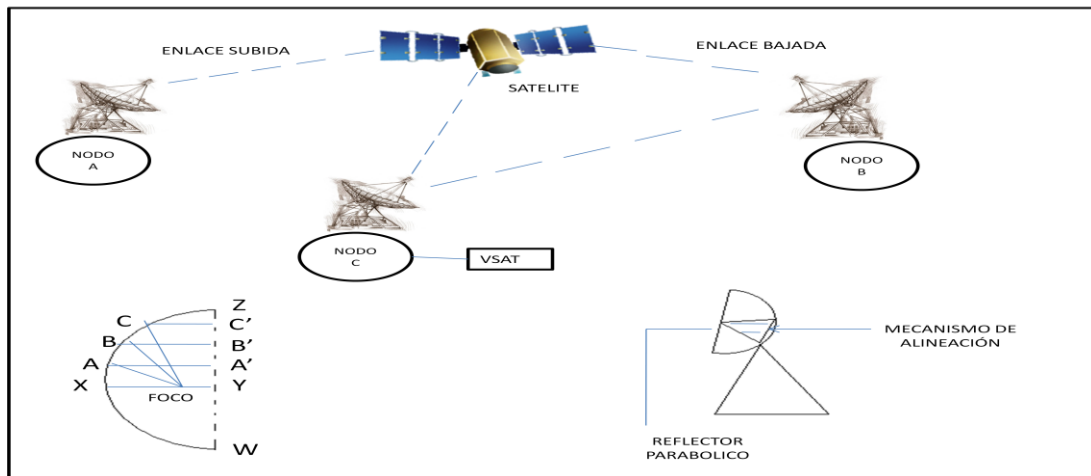
³⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>

³⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/UHF>

- La relación de apertura de la parábola es definida por

$$RA = m = \frac{\pi D^2}{4\pi}$$

Figura 23: Estructura antena parabólica



FUENTE: Aporte realizador

- El reflector parabólico³⁶, es iluminado con energía de microondas irradiada en el punto focal.
- Cada antena parabólica cumple el principio de reciprocidad en el tratamiento de ondas.
- El ancho de Haz³⁷ de la antena parabólica se define por:

$$\theta = \frac{70\lambda}{D} = \frac{70C}{\phi D}$$

θ = Ancho de Haz
 λ = Longitud de Onda
 C = Velocidad de la Luz
 D = Diámetro de Antena
 ϕ = Frecuencia

³⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Reflector>

³⁷ <http://www.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas.html>

- ❖ La ganancia de potencia³⁸ se expresa como

$$A_p = n \frac{(\pi D)^2}{\lambda}$$

A_p = Ganancia x potencia
 D = Diámetro de Antena
 n = Eficiencia de la Antena
 λ = Longitud de Onda

- ❖ El área de captura o área espectro de la antena parabólica es:

$A_c = KA$
 A_c = Área De Captura En Metros Cuadrados
 A = Área Real o De Referencia
 K = Constante Operacional = 0.6S

- ❖ La ganancia de toda antena receptora es:

$$A_p = \frac{4\pi A_c}{\lambda^2}$$

$$A_p = \frac{4\pi KA}{\lambda^2}$$

$$A_p = 6.4 \frac{D^2}{\lambda}$$

D = Diámetro Planar
 λ = longitud de Onda

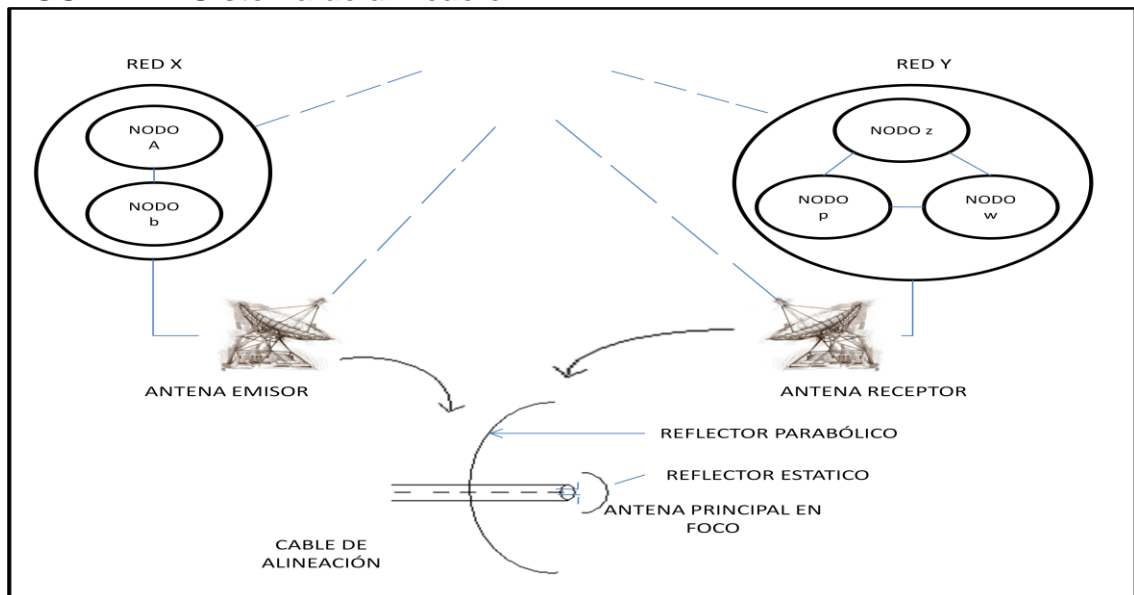
$$\begin{aligned}
 A_p(\text{dB}) &= 10 \log \left[6.4 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \right] \\
 &= 10 \cdot \left[\log 6.4 + \log \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \right] \\
 &= 10 \cdot \left[\log 6.4 + 2 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) \right] \\
 &= 10 \log 6.4 + 2 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right)
 \end{aligned}$$

- ❖ El sistema de alineación, tal como lo muestra la figura 24, incluye:

- Cable de Alimentación
- Antena de Foco
- Reflector esférico
- Reflector Parabólico

³⁸ http://www.satellite-audiovideo.com/antennas_ganancia_y_potencia_ham.htm

FIGURA 24: Sistema de alineación



FUENTE: Aporte realizador

El mecanismo de alineación, puede referenciarse como:

- Alimentación Central
- Alimentación Corneta
- Alimentación Cassegrain³⁹

❖ La alimentación Cassegrain, se caracteriza por llevar el nombre de un astrónomo del siglo XVIII, y su funcionamiento se apoya en la localización de la fuente de radiación en el vértice de la parábola y en un sub reflector localizado entre el vértice y el foco, permitiendo que los preamplificadores se coloquen antes del mecanismo de alimentación (POWERS, 1990); su configuración se observa en la figura 25.

❖ Los parámetros operacionales asociados con la guía de onda son:

- Velocidad de Fase

$$V_f = F\lambda$$

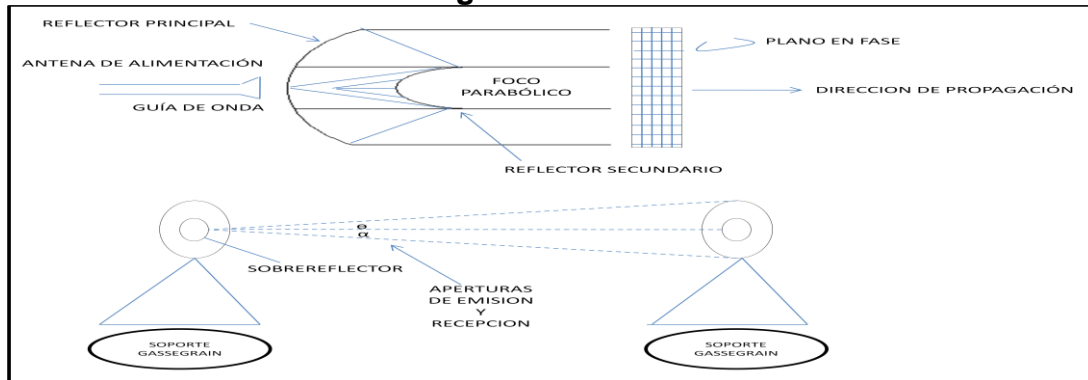
V_f = Velocidad de Fase

F = Frecuencia

λ = Longitud de Onda

³⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Cassegrain_reflector

FIGURA 25: Alineación Cassegrain



FUENTE: Aporte realizador

➤ Longitud de Onda de la Guía

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0 V_f}{C}$$

λ_g = Longitud de Onda de Guía

λ_0 = Longitud de Onda Espacio Libre

V_f = Velocidad de Fase

C = Velocidad de la Luz

Que puede mostrarse como:

$$\lambda_g = \frac{C}{\sqrt{f^2 - f_c^2}}$$

λ_g = Longitud de Onda de Guía

f = frecuencia de Operación

f_c = Frecuencia de Corte

C = Velocidad de la Luz

O por expresión directa:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - (f_c/f)^2}}$$

λ_g = Longitud de Onda de Guía

λ_0 = Longitud de Onda de Espacio libre

f = frecuencia

f_c = Frecuencia de Corte

- ❖ La impedancia característica es análoga a la impedancia de la línea de transmisión y se expresa como:

$$Z_0 = \frac{377}{\sqrt{1 - (fc/f)^2}}$$

$$Z_0 = 377 \frac{\lambda_0}{\lambda_c}$$

Z_0 = Impedancia en Ohms

fc = Frecuencia de Corte

f = Frecuencia de Operación

3.3 COMUNICACIÓN SATELITAL⁴⁰

3.3.1 CONCEPTO

Un satélite se considera tecnológicamente como un repetidor de radio en el espacio que integra tres elementos operacionales, a saber:

- Transponder⁴¹
- Estación Terrestre
- Red de Usuario

El transponder actúa como repetidor, la estación controla el funcionamiento y la red de usuarios es la unidad operacional de intercambio tele informático que definen la carga útil⁴² o simplemente el conjunto de información a transmitir.

3.3.2 HISTORIA DE LA COMUNICACIÓN SATELITAL

La comunicación satelital, desde su comienzo en el año de 1957, como producto directo de la llamada guerra fría, entre la desaparecida Unión Soviética y los Estados Unidos, registra los logros siguientes:

- ❖ 1957, el SPUTNIK I⁴³ primer satélite terrestre activo, trasmite información telemétrica a la URSS.

⁴⁰ <http://www.slideshare.net/lilyalex/comunicacin-satelital>

⁴¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Transponder>

⁴² <http://www.slideshare.net/xilvia/satelites>

⁴³ http://en.wikipedia.org/wiki/Sputnik_1

- ❖ Explorer I⁴⁴, lanzado por los ESTADOS UNIDOS, permanece durante 150 días enviando a Houston Texas información telemétrica, supera al Sputnik porque este solo permanece 21 días.
- ❖ 1958, el primer satélite repetidor retardado es puesto en órbita llevando el mensaje de saludo del presidente EISENHOWER para la navidad, el score⁴⁵, se convierte en el precursor de los re transmisores de información.
- ❖ La fusión de la NASA con los laboratorios BELL y el JPL (Jet Propulsion Laboratory), permitieron en 1960, la puesta en órbita de Echo⁴⁶ que reflejaba señales de radio desde una antena terrestre.
- ❖ En 1962, la compañía AT&T, lanza el TELSTAR I⁴⁷ que recibía y transmitía simultáneamente, fue destruido por los cinturones Van Allen⁴⁸.
- ❖ 1963, las transmisiones de teléfono, televisión, datos y telefacsimile se logran por el satélite TELSTAR II.
- ❖ El conocido relámpago o Mólniya⁴⁹, primer satélite con orbita no síncrona, se lanza desde BAIKONUR Rusia en 1963.
- ❖ El periodo 1963-1964, se conoce como el año del SYNCOM, pues en febrero de 1963 se lanza el SYNCOM 2⁵⁰ y para agosto de 1964, los juegos olímpicos de TOKIO se cubren para el mundo con el satélite SYNCOM 3⁵¹.

⁴⁴ <http://airandspace.si.edu/exhibitions/gal100/exp1.html>

⁴⁵ [http://es.wikipedia.org/wiki/SCORE_\(sat%C3%A9lite\)](http://es.wikipedia.org/wiki/SCORE_(sat%C3%A9lite))

⁴⁶ <http://www.astromia.com/glosario/echo.htm>

⁴⁷ <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1962-029A>

⁴⁸ <http://fisicadelcosmos.blogspot.com/2011/10/cinturones-de-van-allen.html>

⁴⁹ [http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3lniya_\(sat%C3%A9lite\)](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3lniya_(sat%C3%A9lite))

⁵⁰ <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1963-031A>

⁵¹ <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1964-047A>

- ❖ 1964, la organización satelital para telecomunicaciones internacionales, pone en órbita el EARLY BIRD I⁵², con 480 canales de voz.
- ❖ 1966-1987, el mundo recibe el impacto de la familia INTELSAT con 80000 canales de voz y sus misiones INTELSAT II, INTELSAT III, INTELSAT IV, INTELSAT V e INTELSAT VI⁵³
- ❖ 2008, VENEZUELA pone en órbita el satélite geoestacionario SIMON BOLIVAR.
- ❖ El día 17 de agosto del año 2010, pone en órbita el satélite llamado LA ESPERANZA (EL OMIDI), para fines de control militar.
- ❖ 2009, COLOMBIA valora la necesidad de contar con su propio satélite y proyecta su diseño con ayuda de simuladores del JPL.

3.3.3 TIPOLOGIA ORBITAL

Se denomina tipología orbital al segmento de recorrido y orientación que posee un satélite durante su desplazamiento, con la figura 26, se ilustra las siguientes órbitas:

- Ecuatorial
- Polar
- Inclinada

En dicha figura, se observa tanto el nodo ascendente⁵⁴ como el nodo descendente⁵⁵, cuya significancia es:

- Nodo Ascendente

Lugar donde la órbita corta el plano ecuatorial de sur a norte.

⁵² http://en.wikipedia.org/wiki/Intelsat_I

⁵³ http://en.wikipedia.org/wiki/Intelsat_VI

⁵⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita

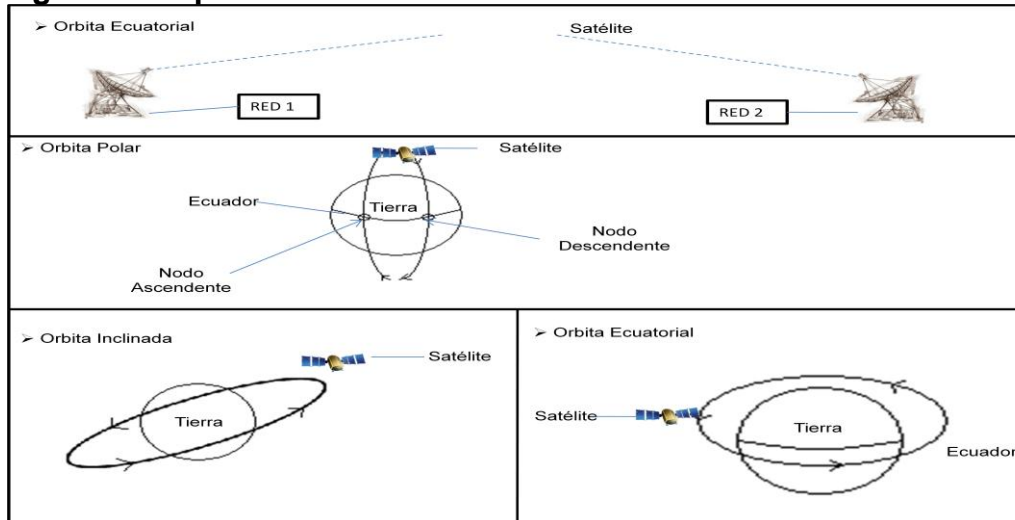
⁵⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita

➤ Nodo Descendente

Eje de referencia de corte orbital con el ecuador de norte a sur.

Geométrica, la unión lineal del nodo ascendente y el nodo descendente se conoce como línea de nodos⁵⁶.

Figura 26: Tipos de órbitas satelitales



FUENTE: Aporte realizador

3.3.4 MODIFICACIÓN DE INTENSIDAD

La intensidad de una onda propagada está directamente relacionada con el ángulo de elevación, pues de este factor depende que durante la transmisión se produzca pérdida de potencia por acción de la absorción atmosférica, de la absorción por neblina gruesa o la absorción por lluvia pesada, para ilustrar este problema, se ilustra en la figura 27 la acción de esta absorción.

Dicho fenómeno puede esquiparse de forma directa a la acción del ruido térmico, asociado con el movimiento Browniano de electrones, cuya densidad de potencia es:

$$N = KTW$$

K = Constante de Boltzmann = $1.3806503 \times 10^{-23}$ s / K

T = Temperatura

⁵⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita

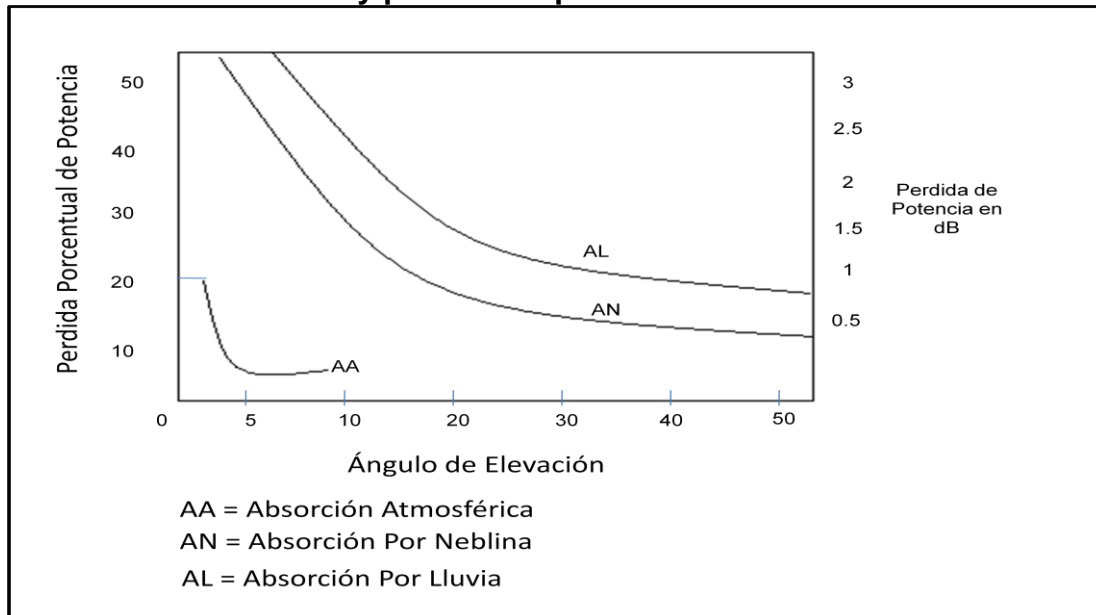
W = Ancho de Banda
Y con XXX

$$D = 10 \log \frac{P. Salida}{P. Entrada}$$

Que normativamente se enmarcan al trabajar la función de probabilidad Gaussiana (TOMASSI, 2009), cuyo comportamiento estructural se muestra en la figura 28.

En el escenario practico de la comunicación vía satélite, se debe considerar también el factor de distorsión armónica⁵⁷ o de amplitud, que referencia los múltiplos no deseados de la función seno que se presentan al amplificar la señal.

FIGURA 27: Absorción y pérdida de potencia



FUENTE: Tommasi Wayne. Comunicaciones electrónicas

⁵⁷ <http://jaimevp.tripod.com/Electricidad/armonicos.htm>

➤ Ganancia en potencia = 10 dB

Se calcula el factor de ruido y se reemplaza en FT, para este caso es $F_i = 2$

$$FT = 2 + \frac{2-1}{10} + \frac{2-1}{10^2} = 2 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100}$$
$$FT = 2 + \frac{1}{10} = 2.1$$

El índice de ruido es:

$$\begin{aligned} \text{NFT} &= 10 \log FT \\ &= 10 \log (2.1) \\ &= 10 (0.324) \\ &= 3.24 \text{ dB} \end{aligned}$$

Si se considera ahora que la señal generada por el satélite posee 10 cm watts de potencia y que por acción de la acción de absorción por lluvia gruesa o pesada la potencia es de 5 cm watts, el valor de pérdida de potencia será:

$$\begin{aligned} \text{Pérdida} &= 10 \log \frac{P_{\text{Salida}}}{P_{\text{Entrada}}} \\ &= 10 \log \frac{5 \text{ mw}}{10 \text{ mw}} \\ &= 10 \log (0.5) \\ &= 10(-0.3) \\ &= -3 \text{ dB} \end{aligned}$$

Debe aclararse que para señales limitadas en el tiempo y para señales periódicas, la potencia media se define como:

$$P = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} [x(t)^2] dt$$
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T [x(t)^2] dt$$

3.3.5 AYUDA DE LOCALIZACIÓN

Espacio geométrico visual que a partir del conocimiento de la longitud y latitud de la estación terrena y de la longitud asociada con el satélite se determina el ángulo de elevación y el Azimut. La figura 29, permite este proceso, tal figura se construye así:

1. Se identifican en el cuadrado operacional estos parámetros:

- ❖ Vertical Izquierdo
 - Angulo de elevación en grados
- ❖ Vertical Derecho
 - Latitud de estación terrena expresada en grados
- ❖ Horizontal Superior
 - Angulo de Azimut en grados
- ❖ Horizontal Inferior
 - Diferencia de longitud satelital y estación terrena ΔL

2. Se parametriza cada eje con estos valores:

- ❖ Vertical Izquierdo
 - 15° a 85° arriba-abajo
- ❖ Vertical Derecho
 - 0° a 70° abajo-arriba
- ❖ Horizontal Superior
 - 0° a 85° izquierda-derecha
- ❖ Horizontal Inferior
 - 0° a 90° izquierda-derecha

3. Se definen los factores de asociación

- ❖ Angulo de elevación $-\Delta L$

15-66
20-62
25-56
30-53
35-47
40-44
45-38
50-34
55-30
60-26
65-22
70-18

75-13
80-9
85-5

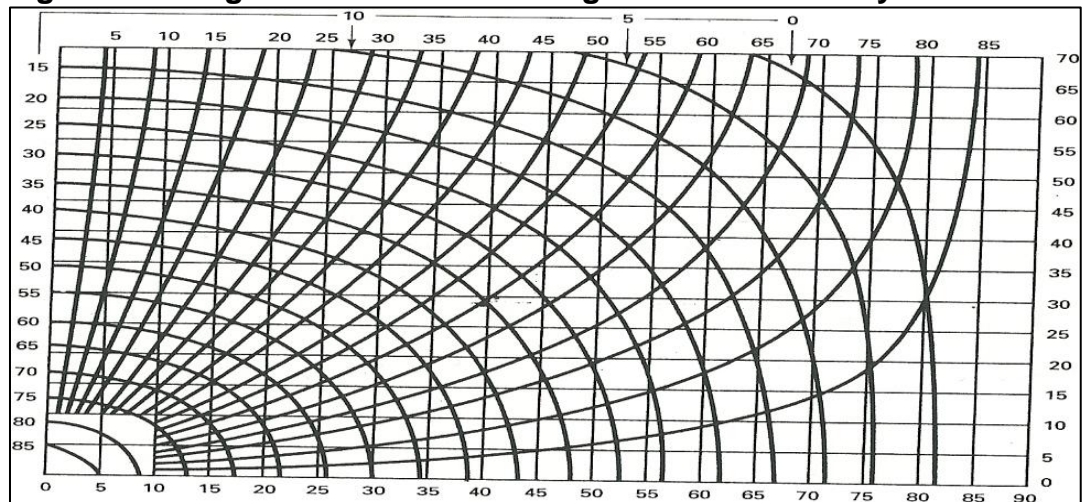
❖ Angulo de Azimut $-\Delta L$

5-78	}	0°-5° cuadrante 1
10-78		
15-78		
20-78		
25-78	}	5°-10° cuadrante 2
30-78		
35-78		
40-82	}	10°-15° cuadrante 3
45-82		
50-82		
60-82	}	10°-15° cuadrante 3
70-86		
75-87		
80-88		
85-89		

❖ Angulo de Azimut $-\Delta L$ (valores 25, 50 y 65)

25-72
50-75
65-82

Figura 29: Imagen de visualización ángulos de elevación y azimut



FUENTE: Telecommunications handbook

Por ejemplo al utilizar esta figura, se puede resolver este caso:

- ❖ Longitud satélite SATCON V 143° oeste
- ❖ Estación Terrena
 - Longitud 91° oeste
 - Latitud 20° norte

Para hallar el ángulo de elevación y el azimut se procede así:

- ❖ Se encuentra la diferencia de longitudes

$$\begin{aligned}\Delta L &= \text{Longitud satelital} - \text{Longitud Estación} \\ &= 143^\circ - 91^\circ \\ &= 52^\circ\end{aligned}$$

- ❖ Se localiza la intersección entre este valor y los valores de latitud es decir 52° y 20°

Leyéndose estos valores

- Angulo de elevación = 25°
- Angulo de Azimut = 75°

3.3.6 TIPOLOGIAS DE SATELITES

Operacionalmente los satélites, se clasifican de acuerdo con su órbita de ubicación y rotación en; LEO, MEO, HEO, SSO, los leo⁵⁸ (Low Earth Orbit), registran una órbita cuya distancia se ubica entre 160 y 2000 km, con un razón de giro de 90 minutos, poseyendo una latencia reducida, lo que permite su aplicación directa en el campo de la telefonía y las investigaciones geológicas; su referente tecnología es el conocido TELEDECIC, con 288 nodos o satélites que operan 12 planos con 24 unidades respectivamente, de esta forma Bill Gates se ha proyectado al espacio.

Los satélites de órbita elíptica elevada (HEO⁵⁹), cubren una órbita distanciada entre 100000 y 300000 kilómetros con inclinación de 60° y velocidades de hasta 30.000 kilómetros por hora; mientras que los

⁵⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Low_Earth_orbit

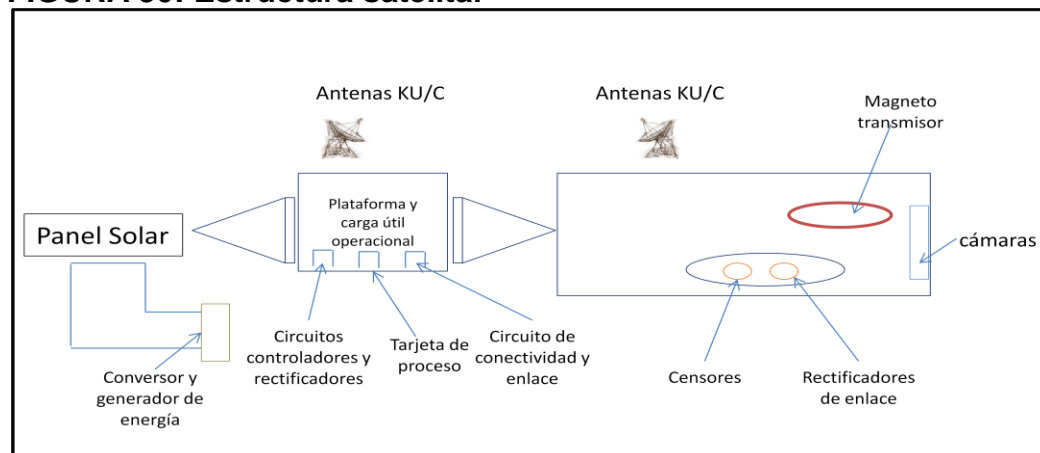
⁵⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Highly_elliptical_orbit

MEO⁶⁰ (Medium Earth Orbit), ofrecen desplazamientos orbitales entre 1075 y 20100km con inclinaciones de 45°, independientemente de su ubicación, los satélites geoestacionarios juegan un papel importante en el mundo de las TICS, pues gracias a su configuración y estructura electrónica los enlaces entre el transponder y la estación terrena son óptimos y efectivos, internet 2 con su ipv6 será una completa red con proyección al universo satelital.

3.3.7 ESTRUCTURA DEL SATELITE

En la figura 30 se muestran los componentes funcionales y operacionales de toda unidad satelital puesta en órbita, allí se muestra el panel solar⁶¹, las antenas KU, las antenas C, el soporte de antenas, el magneto transmisor y la plataforma de estructuración de carga útil, sus finalidades corresponden a la alimentación de energía, al intercambio transaccional de valores informáticos por envío y resección y los circuitos electrónicos que definen la funcionalidad y seguridad del proceso.

FIGURA 30: Estructura satelital



FUENTE: Aporte realizador

3.3.8 TÉCNICAS DE MODULACIÓN

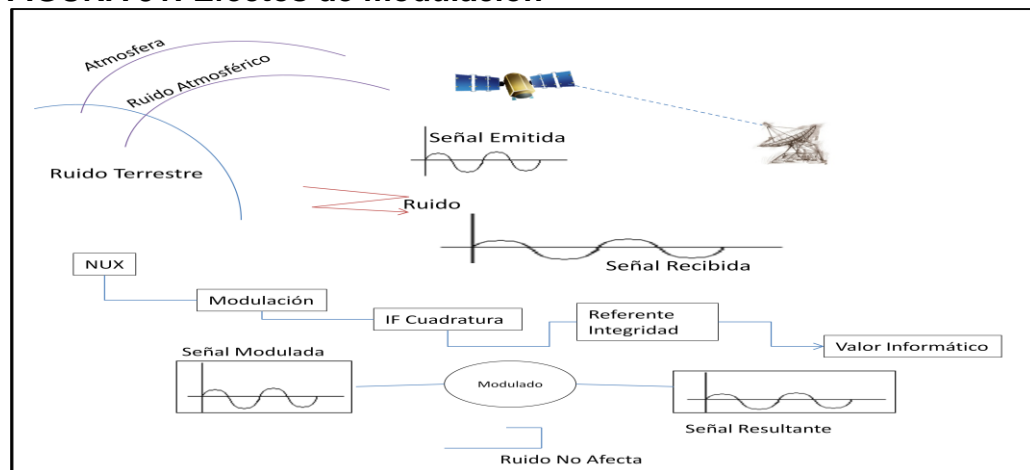
La modulación es la técnica o procedimiento que permite garantizar la integridad de la señal transportada durante el proceso de intercambio

⁶⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Medium_Earth_orbit

⁶¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_panels_on_spacecraft

transaccional, en el umbral satelital aunque es posible utilizar las modulaciones convencionales AM, FM y PSK, se precisa de cualificar una variante de integridad conocida como VPSK⁶², con su modificante 8-PSK⁶³, para evitar que la información enviada o recibida se distorsione, el enlace entre la antena y el transponder está sujeto a modificaciones propias del ruido tal como se puede observar en la figura 31.

FIGURA 31: Efectos de modulación



FUENTE: Aporte realizador

Las características correspondientes para cada una de estas técnicas se presentan a continuación:

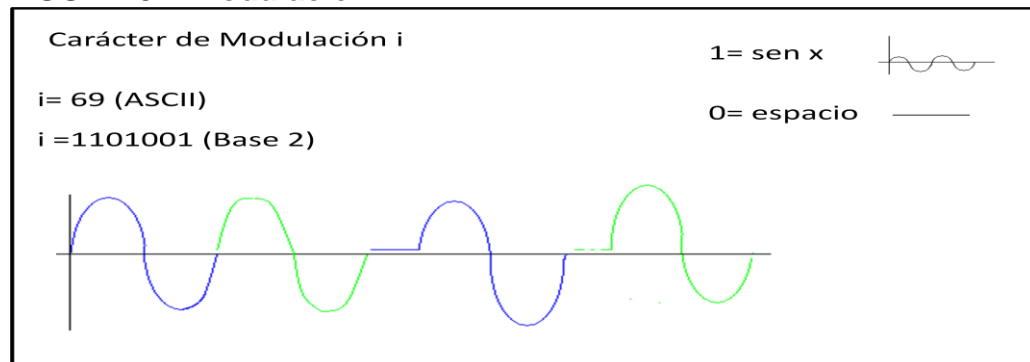
❖ MODULACIÓN EN AMPLITUD

La señal portadora a la cual se aplica el agente modulador se cuantifica por representación de el espacio para el valor 0 y el seno de x para cuantificar un 1 (ver figura 32)

⁶² http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying

⁶³ <http://www.tech-faq.com/8psk.html>

FIGURA 32: Modulación AM

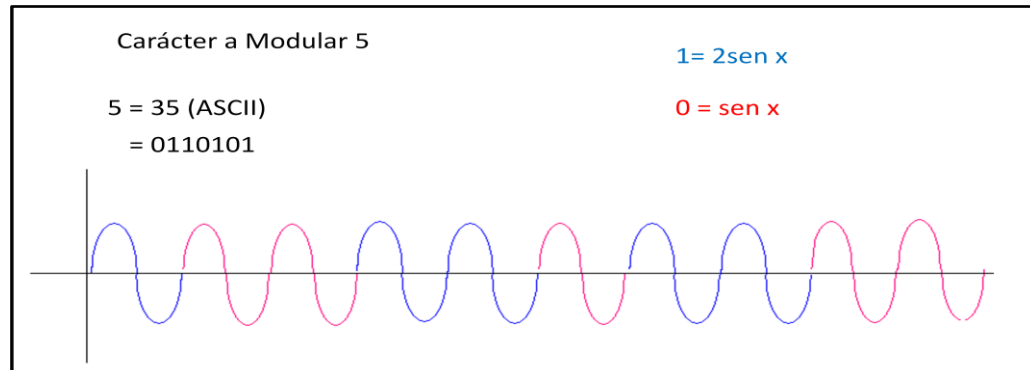


FUENTE: Aporte realizador

❖ MODULACIÓN EN FRECUENCIA

Con esta técnica el valor representado por 1, se escala mediante la función $2\text{sen}x$. Mientras que el 0 es representado simplemente por el $\text{sen}x$, tal como se observa en la figura 33.

FIGURA 33: Modulación FM

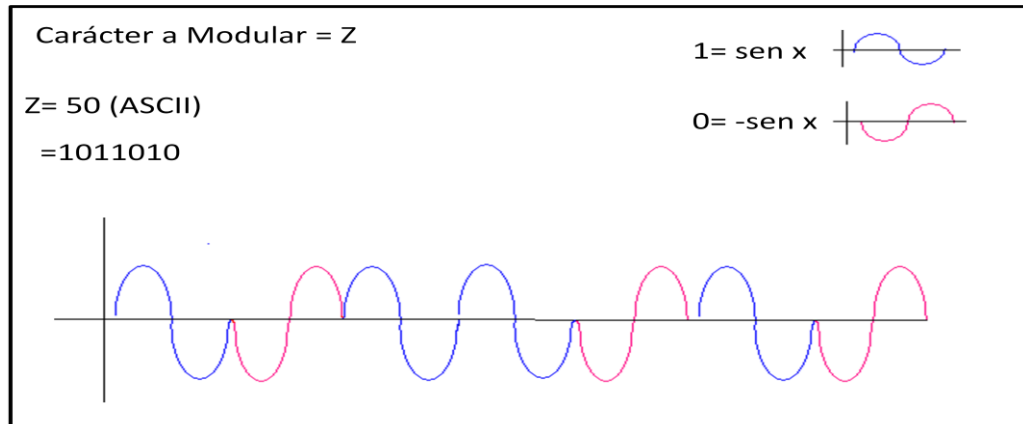


FUENTE: Aporte realizador

❖ MODULACIÓN EN FASE

Esta técnica permiten la convalidación de los valores 1 y 0 mediante la función $\text{sen}x$ y $-\text{sen}x$ tal como se registra en la figura 34

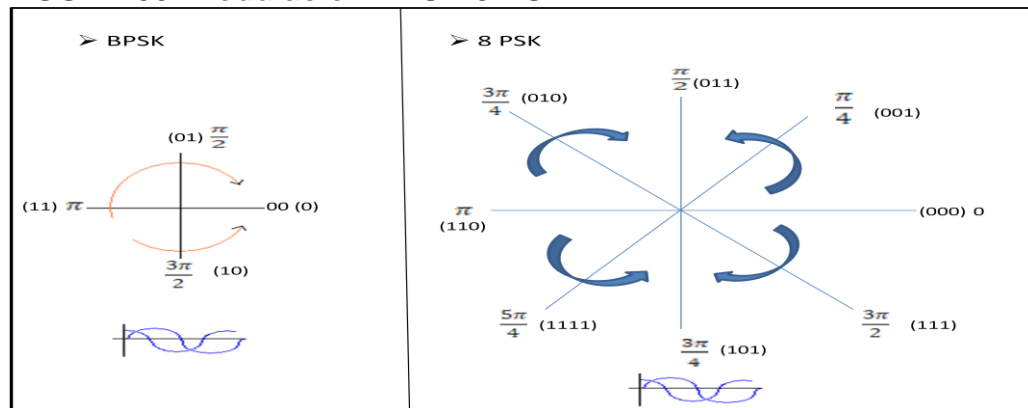
FIGURA 34: Modulación PSK



FUENTE Aporte realizador

Con estas formas de modulación, se cuantifican los valores definidos en el rango $0^\circ, \frac{\pi}{2}, \pi$ y $\frac{3\pi}{2}$ ampliándose con los referentes $\frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}$ y $\frac{5\pi}{4}$ para escalar los valores 00, 01, 10 y 11 junto con las triadas 000,001,011,010,110,111, tal como se aprecia en la figura 35.

FIGURA 35 Modulación BPSK 8-PSK



FUENTE: Aporte realizador

3.3.9 TÉCNICAS DE CORRECCION DE ERROR

La comunicación satelital por su integridad y costo demandado, requiere de la ausencia total de fallas en congruencias motivadas por la valoración equivocada de la información, para ello el proceso de comunicación está acompañado normativamente de la corrección de

error hacia adelante (FEC: FORWARD Y ERROR CORRECTION)⁶⁴, que basada en la trama de hamming, complemente el pi (π) detectado como error y evitando así la retransmisión inoficiosa.

La operación de la trama de hamming, que permite generar el mensaje o trama a transmitir, se procesa según especificación adjunta:

- ❖ Validación del numero de haming en la desigualdad

$2^K \geq K + L + 1$, en donde:

K = número de haming que pertenece los enteros positivos > 2

L = longitud en mensaje original

- ❖ Estructura de la trama de hamming

Cuya longitud es igual al número de haming (K) más la longitud del mensaje (L)

- ❖ Generación de los valores de hamming

Utilizando el operador XOR, se encuentran los bits de hamming que conformaran la trama a enviar

- ❖ Construcción del mensaje a transmitir

A nivel de ejemplo se procede a admitir el mensaje $M(x)=A53$, con el fin de construir el mensaje a transmitir y validar instrumentalmente la operación del FEC.

Se procede a encontrar la trama a transmitir siguiendo las fases anteriormente citadas.

➤ Fase 1 Valoración Del Numero De Hamming

$$2^K \geq K + L + 1$$

L= 12 Bits (5 A3 = 010110100011)

Para K = 2

$$2^2 \geq 2 + 12 + 1$$

$$4 \geq 15 \text{ No se cumple}$$

Para K = 3

⁶⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Forward_error_correction

$$2^3 \geq 3 + 12 + 1$$

$$8 \geq 16 \text{ No se verifica}$$

Para K = 4

$$2^4 \geq 4 + 12 + 1$$

$$16 \geq 17 \text{ No se verifica}$$

Para K = 5

$$2^5 \geq 5 + 12 + 1$$

$$32 \geq 18 \text{ Se cumple}$$

Luego el número de Hamming es 5

➤ **Fase 2 Construcción De La Trama De Hamming**

La longitud para este caso es

$$LH = K + L$$

$$= 5 + 12$$

$$= 17 \text{ bits}$$

En esta trama se dispondrán aleatoriamente 5 posiciones marcándose con h para señalar que son los bit de hamming, para este caso se seleccionan las posiciones 4, 8, 12, 13 y 15, en las posiciones restantes se coloca el equivalente binario del mensaje fuente aceptado (010 1101 00011). Ahora utilizando el operador XOR, se identifican los bits que están en 1, que para este caso son los que aparecen subrayados y ocupan las posiciones: 1, 2, 7, 10,11 y 16, esto se muestra así:

Se observa aquí, que la trama de hamming encontrada fue: 10101.

Ahora se toma cada uno de estos bits y se remplaza de izquierda a derecha en cada una de las h definidas quedando entonces la trama de hamming así como se muestra:

Bits

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	1	H	0	H	H	1	1	0	H	1	0	0	H	0	1	1

Bit 1 = 00001
 Bit 2 = 00010
 XOR 00011
 Bit 7 = 00111

XOR 00100
 Bit 10=01010
 XOR 01110
 Bit 11=01011
 XOR 00101
 Bit 16=10000
 XOR 10101
 17 16 (15) 14 (13) (12) 11 10 9 (8) 7 6 5 (4) 3 2 1
 0 1 H 0 H H 1 1 0 H 1 0 0 H 0 1 1

H H H H H
 17 16 (15) 14 (13) (12) 11 10 9 (8) 7 6 5 (4) 3 2 1
 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1
 O C E 4 B

M(t) = 0CE4B

➤ **Fase 3 Estructuración De La Trama A Transmitir**

El valor binario dispuesto en la tira de bits anteriormente, se convierte a hexadecimal obteniéndose que el valor a transmitir M (t)= 0CE4B.

Este valor informático se desplaza por la línea de comunicación pudiendo sufrir alguna perturbación que genere la modificación de 1 bit, por ejemplo si el nodo receptor captura el valor 0CE2B su equivalente en binario es siendo las posiciones de hamming aquellas que aparecen dentro del circulo y se marcan con la letra H, la trama de hamming fue 01100111000101011, y con ellas empieza esta operación que involucra los bits que están en 1 sin contar a los de hamming los cuales se subrayan y ocupan las posiciones 1,2,6,10,11y 16, quiere decir que algún bit fue modificado, en este caso después de tomar la trama de hamming y unirla mediante el operador XOR se va a detectar que el valor fue alterado al modificarse el bit numero 7, el cual como aparece en el mensaje recibido en M(t)=0CE2B, se complementa haciendo que el 0 se convierte en 1 y por ende se recupera el mensaje original 0C34B tal como se muestra

- $M(t) = 0CE4B\ 01100111001001011$
- $M(r) = 0CE2B\ 01100111000101011$

Luego el bit 7 que esta en 0 se complementa colocándose en 1 obteniéndose entonces el valor correspondiente.

3.4 SISTEMA SATELITAL

Se exponen a continuación los principios que fundamentan la teoría asociada con el cálculo del presupuesto del enlace satelital, en primer lugar se describen los aspectos relacionados con el lanzamiento satelital, para posteriormente exponer normativas lógicas electrónicas asociadas con el código Self ortogonal, los filtros, medición de potencia, ganancia de antena, el Pire y la capacidad de recepción, para entrar luego en detalle a presentar formalmente el cálculo de enlace y el acceso múltiple.

3.4.1 LANZAMIENTO: CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS

El lanzamiento del satélite, es el proceso que permite fijar en órbita a la unidad repetidora, siendo un proceso con alto riesgo pues por cada 25 lanzamientos se presenta una falla (González, 2006); en la actualidad este proceso es llevado a cabo por empresas de reconocida prestancia tales como:

- Ariane⁶⁵
Lanzador europeo ubicado en la Guayana francesa.
- Atlas Centaurus⁶⁶
Compañía norteamericana que opera con Cabo Cañaveral
- Protón⁶⁷
Lanzador Ruso
- Long March⁶⁸
Lanzador Chino

⁶⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ariane>

⁶⁶ <http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas-Centaur>

⁶⁷ [http://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n_\(cohetes\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n_(cohetes))

⁶⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Long_March

- H-II⁶⁹
Lanzador Japonés

Esta operación involucra las actividades que se listan a continuación (TRIT, 2006):

- Inyección órbita de transferencia
- Adquisición órbita

Cada una de ellas, registra.

- Lanzamiento
- Posición del AMF(Apogee Motor Firing)
- Posición satélite-cohete (Orbita de Parqueo)⁷⁰
 - Perigeo 185 km
 - Apogeo 220 km
- Adquisición posición de giro del satélite

3.4.1.1 ADQUISICIÓN ÓRBITA SINCRÓNICA⁷¹

El satélite se ubica en la órbita geostacionaria, integra los procesos listados:

- Primer AMF
- Determinación posición órbita
- Segundo AMF
 - Disparo motor de apogeo AKM⁷²
- Reorientación del plano de órbita
- Corrección de errores
- Despliegue de giro y despliegue OMMI
- Despliegue de antenas
- Circulación y sincronización⁷³
- Ubicación Este-Oeste

⁶⁹ <http://electronica.cicese.mx/interes/lanzador.html>

⁷⁰ <http://www.astromia.com/glosario/estaciorbita.htm>

⁷¹ <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/Education/Msynch.html>

⁷² http://en.wikipedia.org/wiki/Apogee_kick_motor

⁷³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Sincronizaci%C3%B3n>

Todas las operaciones de control, se realizan por acción directa de las unidades definidas por Intelsat⁷⁴, como responsables a saber:

- CSM⁷⁵
 - Communication System Monitoring
- TOCC⁷⁶
 - Technical Operation and Control Center
 -

La figura 36, resume el proceso de lanzamiento y sus actividades operacionales complementarias.

3.4.2 ESTRUCTURA OPERACIONAL DEL SATELITE

- Antenas
- Transponder
 - Amplificadores
 - Convertidores (up/down)
 - Moduladores / demoduladores
 - Equipos de multiplicación
- Bus del satélite
 - Control térmico
 - Alimentación de energía
 - Control de altitud
 - Tele medida, telemando y telemetría
 - Propulsión

En el subsistema de alimentación de energía, se tienen como fuentes de potencia las celdas solares y las baterías, estas se clasifican así:

- Silver-Zinc⁷⁷
 - Alta energía
 - Bajo peso
 - Vida corta

⁷⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Intelsat>

⁷⁵ <http://www.satservicegmbh.de/en/products/communication-system-monitoring-csm.html>

⁷⁶ <http://www.math.sintef.no/home/MARINTEK-old/MARINTEK-Publications/MARINTEK-Review-No-3---June---2005/TOCC--Technical-Operations-Competence-Centre/>

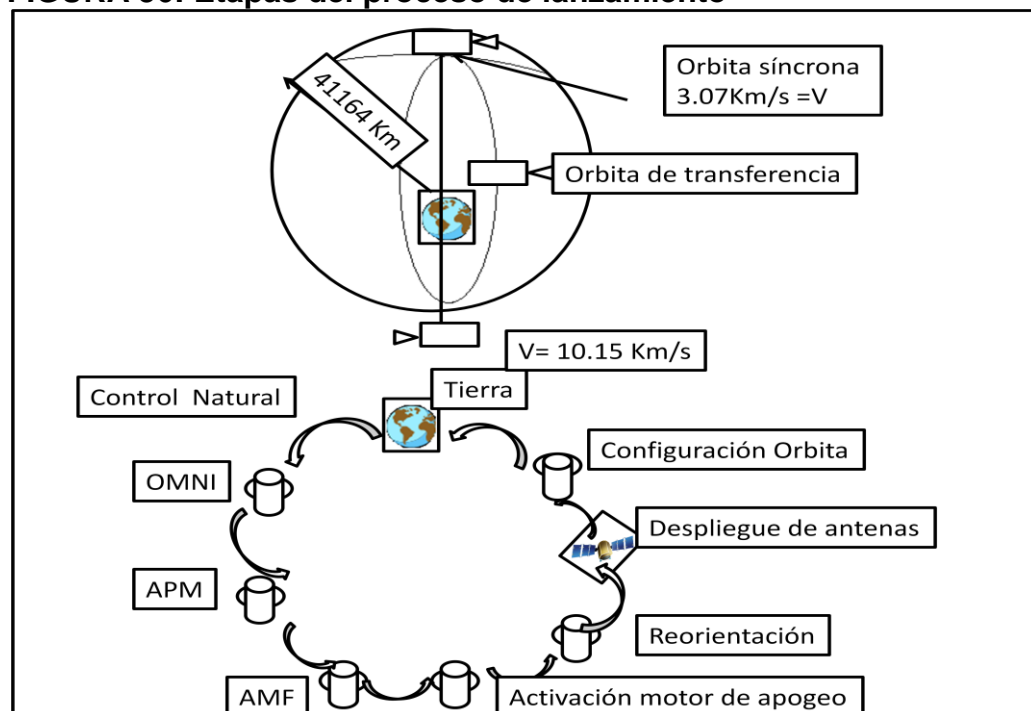
⁷⁷ http://www.saftbatteries.com/Technologies_Silver_AgZn_333/Default.aspx

- Nickel Cadmiun⁷⁸
 - Larga duración
 - Alta profundidad de descarga
- Nickel-hidrogeno⁷⁹
 - Alto porcentaje de descargue
 - Mínimo factor de disminución de ciclo de vida

El subsistema de telemetría, realiza estas tareas:

- Transmite comandos y verifica respuesta
- Localiza, rastrea y predice órbitas
- Recibe y demodula
- Transfiere señales
- Supervisa funciones de telecomunicaciones

FIGURA 36: Etapas del proceso de lanzamiento



FUENTE: Tri T. Digital satellite commnucations

⁷⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%E2%80%93cadmium_battery

⁷⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_n%C3%ADquel_e_hidr%C3%B3geno

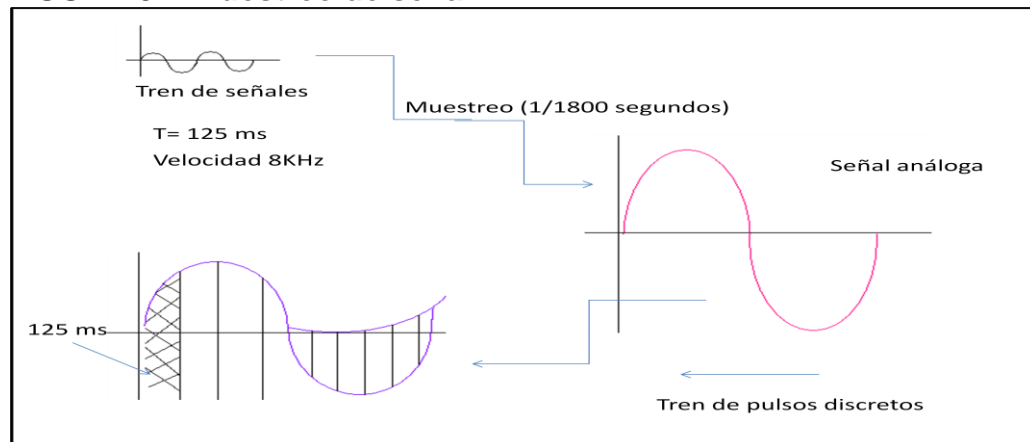
3.4.3 CONFIGURACIÓN DE ESTACIÓN TERRENA

La estación terrena es la unidad encargada de transmitir y recibir la señal de intercomunicación con el transponder, está conformada por la lista de equipos que se referencian:

- Sistema de antena
- Amplificadores
 - LNA⁸⁰ (potencia de recepción)
 - HPA⁸¹ (Potencia de recepción)
- Convertidores y módems
- Equipos de multiplexación y demultiplexación
- Equipos de conexión
- Soporte de alimentación de energía

La figura 37, muestra la estructura de la estación terrena.

FIGURA 37: Muestreo de señal



FUENTE: Aporte realizador

3.4.4 MODULACIÓN POR CODIFICACIÓN DE PULSON (PCM)⁸²

Las comunicaciones satelitales permiten el envío de señales de voz, razón por la cual, se requiere emplear el método que toma la señal

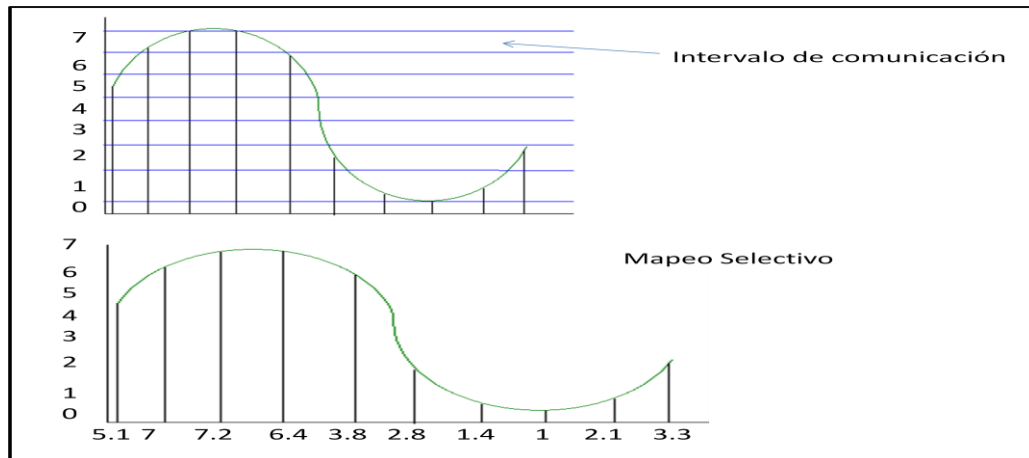
⁸⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Low-noise_amplifier

⁸¹ http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo5_b99.00/ESTACIONES.htm

⁸² http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados

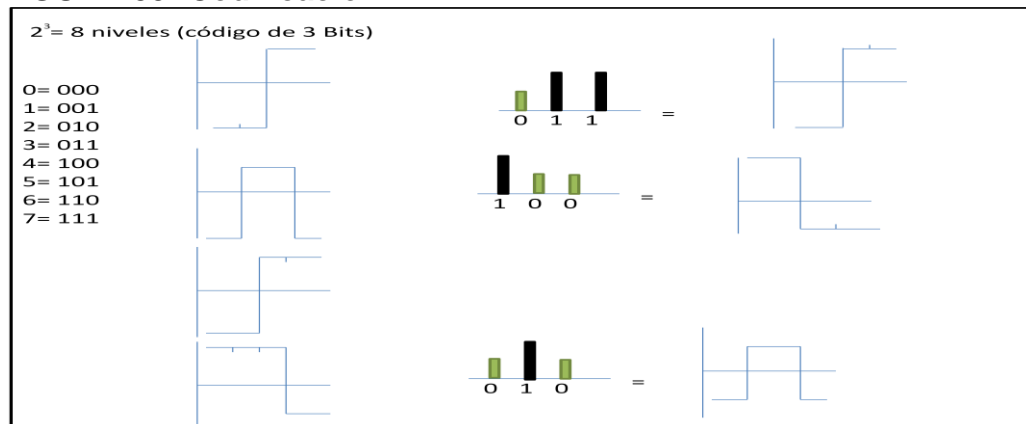
análoga, la pasa a digital y la transmite como pulsos, para ello se requiere el muestreo (figura 38), cuantificación (figura 39) y codificación de señal (figura 40)

FIGURA 38: Cuantificación



FUENTE: Tri T. Digital satellite communications

FIGURA 39: Codificación



FUENTE: Aporte realizador

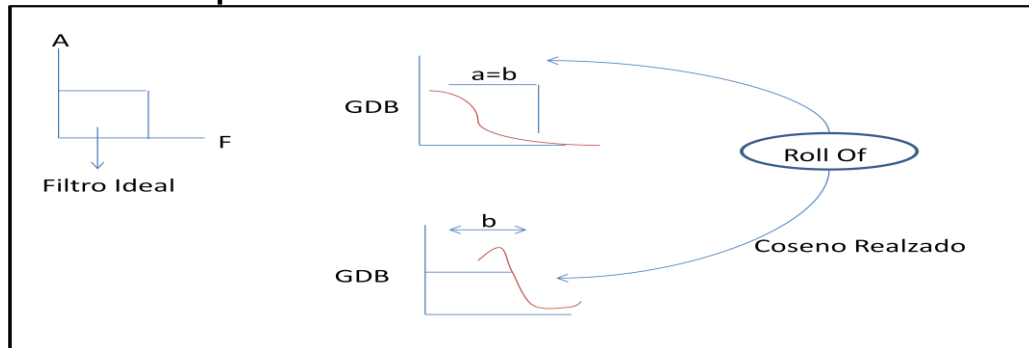
3.4.5 NORMATIVIDAD ELECTRÓNICA FUNCIONAL

En este numeral, se presentan los conceptos relacionados con el marco lógico operativo electrónico del satélite, que conlleva describir el filtro, la potencia, la ganancia de antena, el patrón e radiación y su capacidad de transmisión (PIRE) y la capacidad de recepción (G/T).

3.4.5.1 FILTROS⁸³

Dispositivo responsable de reducir las armónicas y lóbulos laterales de la señal modulada, eliminando la interferencia y minimizando el ruido, operando bajo el esquema del factor de roll of⁸⁴, su funcionalidad se ilustra con la figura 40.

FIGURA 40: Operación del filtro



FUENTE: Gonzales Elizabeth. Comunicaciones satelitales POTENCIA

El proceso satelital requiere del control de la potencia al integrar la operación del atenuador y el amplificador, dando como resultado una potencia equivalente a la suma de:

$$P = \sum PA_i - P_{Atenuador}$$

PA_i= potenciador amplificador

Cuyo equivalente se parametriza así:

3dB =2watts	10 x log 2 = 3dB
6dB =4watts	10 x log 4 = 6dB
9dB =8watts	10 x log 8 = 9dB
12dB =16watts	10 x log 16 = 12dB

⁸³ http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_electr%C3%B3nico

⁸⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/Roll-off>

3.4.5.2 FLUJO DE ANTENA

La irradiación de la antena que permite que la energía fluya en todas direcciones, se conoce como Isotrópica, cuyo valor es:

$$F = \frac{\pi}{4\pi R^2} + (\text{Watts}/m^2)$$

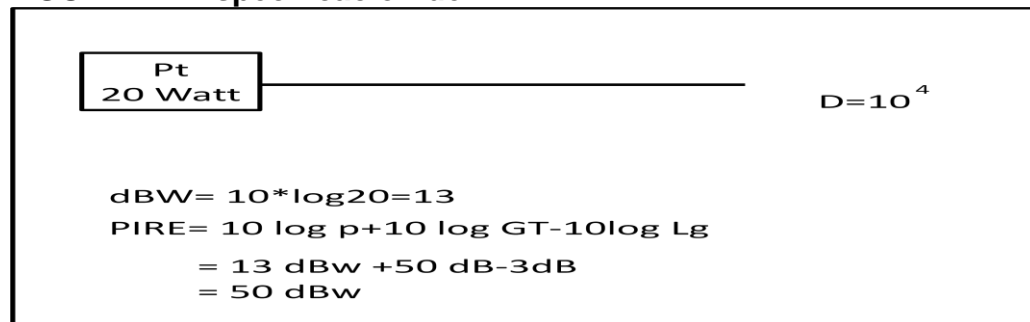
La ganancia equivalente esta expresada por

$$G = m(\pi Dm/\lambda)^2 * 1/lf$$
$$G = 10 \log m + 10 \log \pi + 20 \log. (\pi Dm/\lambda)$$

3.4.5.3 PIRE⁸⁵ CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN

La potencia isotrópica radiada efectivamente se define como el producto P6Log cuyo valor se expresa en decibelios, tal como se ejemplifica seguidamente con la figura 41.

FIGURA 41: Especificación del PIRE



FUENTE. Gonzales Elizabeth. Comunicaciones satelitales

3.4.5.4 CAPACIDAD DE RECEPCIÓN

Con el fin de controlar la relación entre la ganancia y la temperatura, se requiere evaluar el parámetro G/T, que integra (TOMASI, 2009).

- G = ganancia en recepción
- T = Temperatura
- N = Densidad de ruido

⁸⁵ http://www.upv.es/satelite/trabajos/sat_tv/facto.htm

- K = constante de Boltzman
- T = temperatura Kelvin
- W = Ancho de banda

Y se define así:

$$\frac{G}{T} = (G - T) \frac{dB}{K}$$

$$N = 10 \log K + 10 \log T + 10 \log w$$

3.4.6 PARÁMETROS DEL SISTEMA SATELITAL

Se denomina parámetro a cada factor que contribuye a establecer el presupuesto de enlace (TOMASI, 2009), su estructura matemática correspondiente se presenta a continuación:

- Energía por Bit

$$E_B = P_T T_b \left(\frac{\text{Joules}}{\text{Bit}} \right)$$

P_t = Potencia total de portadora (Watts)

T_b = Tiempo de transmisión de 1 Bit (segundos)

- Potencia radiada isotrópica efectiva (PIRE)

- PIRE = $P_R A_t$

A_t = Ganancia antena Transmisora

P_R = Potencia Total Radiada

- PIRE = $P_T - L_B - L_f + P_R$

P_t = Potencia de salida del transmisor (DBW)

L_B = Perdida por Respaldo (dB)

L_F = Perdida de alimentador (dB)

A_R = Ganancia antena transmisora (dB)

- Temperatura de Ruido

$T = N/KB$

N = Potencia

K = constante de Boltzmann

B = Ancho de Banda

- Densidad de Ruido

$$N_o = \frac{N}{B} = 10 \log N - 10 \log GB$$

$$= 10 \log K - 10 \log GT$$

N = Potencia de Ruido (watts)
 B = Ancho de Banda

- Relación Portadora Ruido

$$\frac{C}{N_o} = \frac{C}{KT}$$

$$\frac{C}{N_o} (dB) = C (dBw) - N_o / dBw$$

- Relación Ganancia Temperatura

$$\frac{G}{T} = \frac{A_r + A(LNA)}{T}$$

$$\frac{G}{T} = A (dB) + A(LNA) dB - T (dBK)$$

- Ecuación de Subida

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_T P_R (L_P L_U) A_R}{K T_e}$$

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_T P_R (L_P L_U) A_R}{K} * \frac{G}{T_e}$$

$$\frac{C}{N_o} = PIRE (DBW) - L_P (DB) + \frac{G}{T_e} (dBK^{-1}) - L_u (dB) - K (dBWk)$$

- Ecuación de Bajada

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_T P_R (L_P L_d) A_r}{K T_e}$$

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_T P_R (L_P L_d)}{K} * \frac{G}{T_e}$$

$$\frac{C}{N_o} = 10 \log A_T P_R - 20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) + 10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right) - 10 \log L_d - 10 \log K$$

$\frac{C}{N_o} = PIRE \text{ Satellite} - \text{Perdida de Trayectoria} + \text{Satellite } \frac{G}{T} - \text{Perdidas Atmosfericas} - \text{constante de Boltzmann}$

Técnicamente todo satélite parametriza como unidad de cálculo los factores siguientes (HOLLMUD, 2008).

➤ Subida

- Ganancia de antena
- Ganancia antena receptora
- Potencia de salía
- Perdida de respaldo estación terrena
- Perdida de ramificación
- Perdida de proyección
- Perdida alimentador satélite
- Temperatura de ruido

➤ Bajada

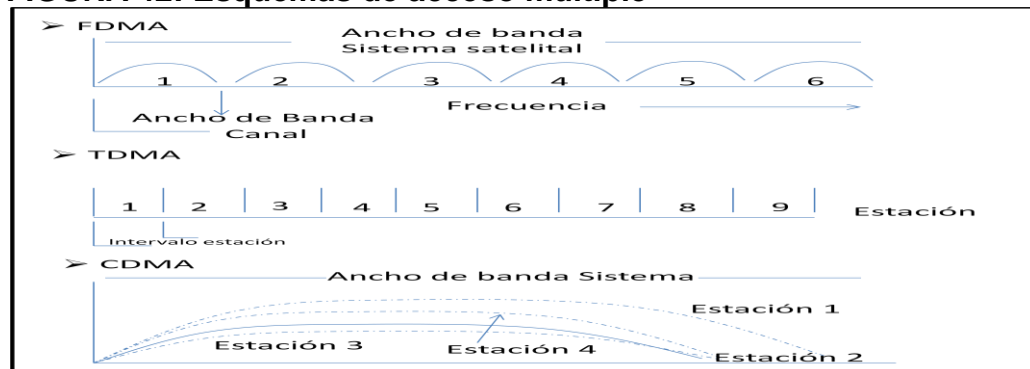
- Saturación
- Perdida respaldo satelital
- Perdida atmosférica
- Ganancia antena satélite
- Ganancia antena receptora
- Perdida de ramificación y alimentación estación terrena
- Temperatura de ruido estación terrena

Formalmente entonces el presupuesto de enlace está definido por los valores asociados con estos factores en el eje de subida y bajada.

- Esquema de modulación
- Tasa de Bits
- Relación G/T estación terrena
- Temperatura de ruido
- Perdida de ramificación
- Ganancia de antena
- Perdida de trayectoria
- Ganancia antena transmisora
- Perdida de ramificación
- Perdida de respaldo
- Potencia de salida del transmisor
- Perdida atmosférica

Con estos 12 parámetros los ingenieros expertos en comunicación satelital proceden a realizar los cálculos requeridos para el presupuesto. Debe aclararse entonces que el presupuesto de enlace es independiente del tipo de acceso al satélite, simple o múltiple, considerando que este último permite la catalogación por división de frecuencia (FDMA)⁸⁶, por división de tiempo (TDMA)⁸⁷ y por división de códigos (CDMA)⁸⁸, caracterizándose esta por permitir que todas las estaciones terrenas transmitidas están en la misma banda, si verse limitados por la frecuencia de la portadora (ver figura 42).

FIGURA 42: Esquemas de acceso múltiple



FUENTE. Tomasi Wayne. Electronic communications

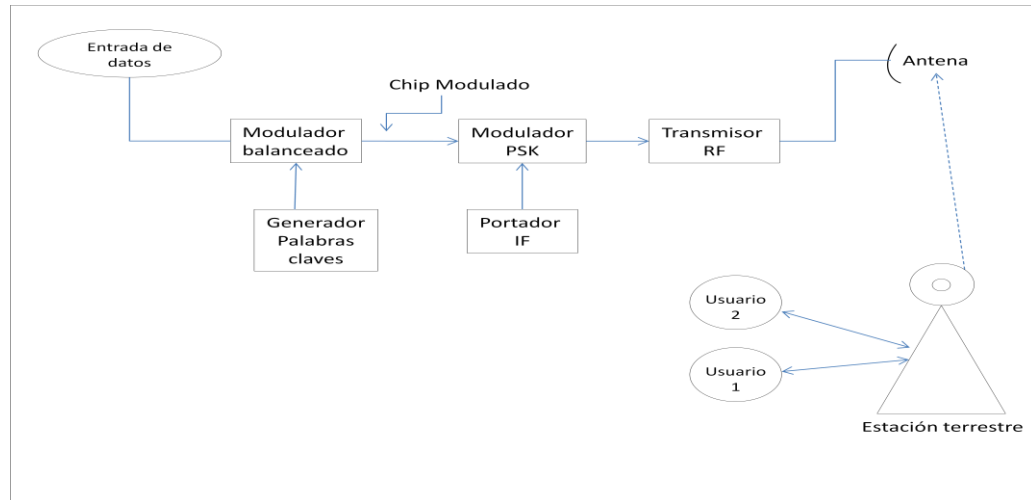
Operacionalmente, el acceso múltiple por división de códigos, es producto de la acción de un codificador (figura 43) y de un decodificador (figura 44), pues todas las estaciones terrenas pueden transmitir al mismo tiempo, es decir un receptor de la estación terrena puede recibir señales PSK codificadas simultáneamente desde más de un transmisor, hecho que se optimiza cuando se opera con el salto de frecuencia, momento en el cual a cada estación se le asigna un patrón distinto para realizar el salto de frecuencia

⁸⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencia

⁸⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_tiempo

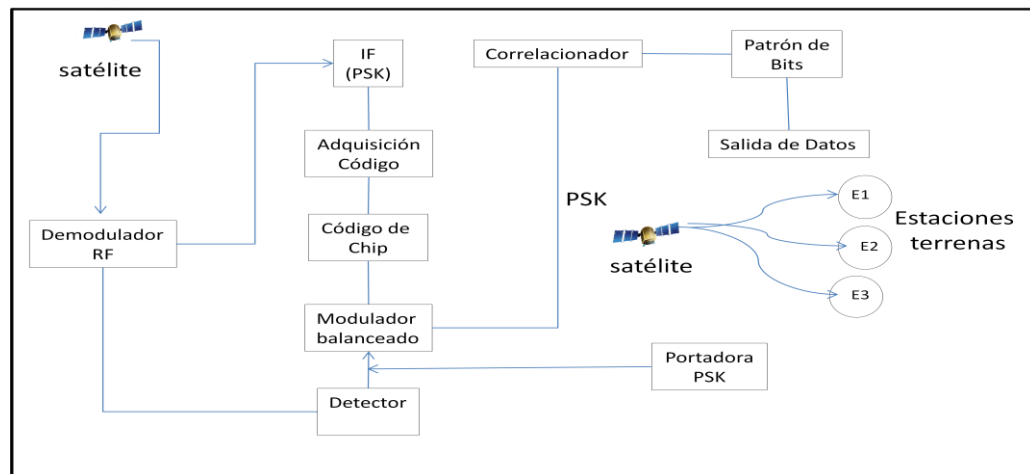
⁸⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_c%C3%B3digo

FIGURA 43: Estructura codificador



FUENTE. Lorentz H. Satelital communication

FIGURA 44: Estructura decodificador



FUENTE. Lorentz H. satelital communication

3.4.7 ALGORITMO CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE ENLACE

Independientemente de la jerarquía digital existente para operar sistemas digitales de gran capacidad a saber: Japonés, Americanos y Europeos (BRUNO, 2006) y de la normatividad operacional definida, por los referentes que se listan:

América y Japón:

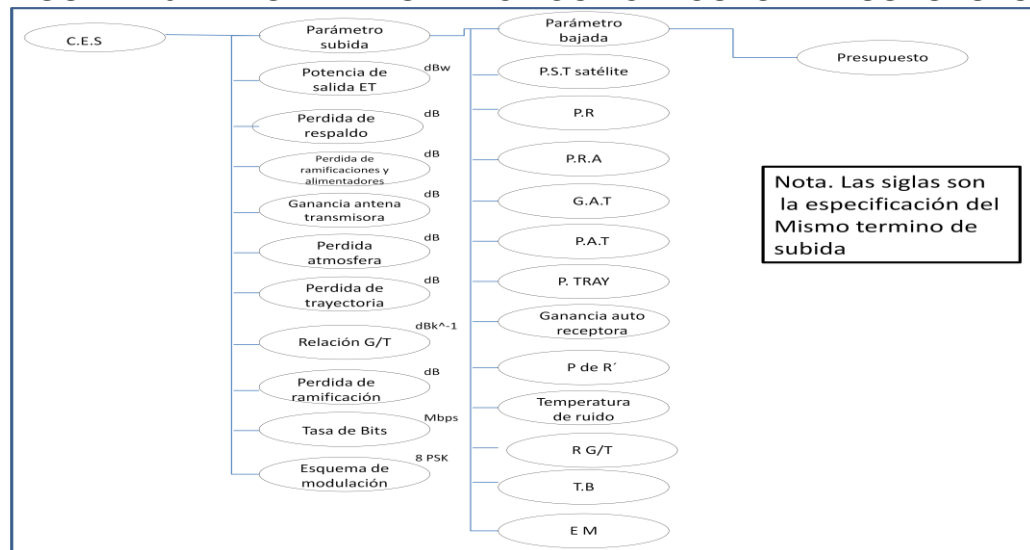
- G733⁸⁹
- G734
- G743
- G746
- G752

Uso europeo

- G732
- G735
- G736
- G737
- G742
- G744
- G745
- G751
- G753
- G754

El proceso de formalización del presupuesto de enlace, se puede esquematizar mediante un autómata propuesto por el realizador cuyo diagrama sintáctico se ilustra en la figura 45, especificando los estados el reconocimiento, despliegue y cálculo

FIGURA 45: DIAGRAMA SINÁCTICO: CÁLCULO PRESUPUESTO

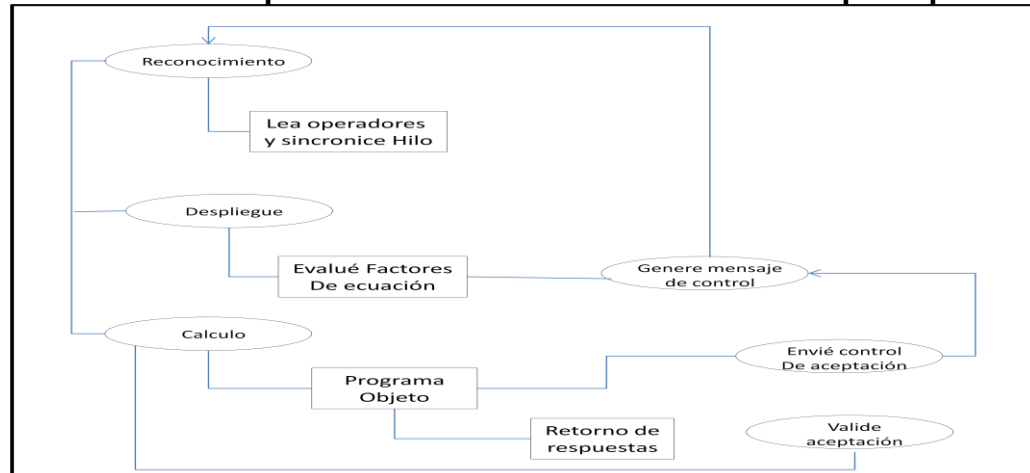


FUENTE: Aporte realizador

⁸⁹ <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/es>

El reconocimiento implica la identificación del operador, el despliegue señala la contextualización de la ecuación de control y el cálculo señala la producción de la respuesta correspondiente, cuyo proceso se muestra en la figura 46.

FIGURA 46: Esquematación automática calculo de presupuesto



FUENTE: Aporte realizador

El proceso mostrado en la figura anterior se homologa fácilmente al trabajo de hilos concurrentes en java, que se implementa a continuación:

Class presupuesto implements runnable

```

{
    Presupuesto()
    {
        Thread subida= thread.currentthread();
        Thread bajada= new thread(this, " cálculo presupuesto");
        System.out.println("proceso active="+subida);
        System.out.println("proceso llamado"+bajada);
        bajada_start();
        Try {
            Thread.sleep(3000);
            {
            Catch (interrupted exception e)
            {
                System.out.println("calculo interrumpido");
            }
            System.out.println("proceso de cálculo bajada termino");
        }
    }
}
  
```

```

}

Public void run()
{
    Try
    {
        For ( int x=0; x<=20; x++)
        System.out.println("operacion="+x);
        }
        Thread.sleep(2000);
    }

    Catch(interrupted excepción e)
    {
        System.out.println("cálculo subida de interrumpido");
        {
        System.out.println("presupuesto se finalizo con éxito");
        }
    }
}

Public static radio(string args)
{
    New presupuesto();
}
}

```

4. CONCLUSIONES

- ❖ La comunicación satelital, dado su amplio espectro se convierte en la plataforma básica y fundamental para el desarrollo de las TICS y su consolidación como elemento formal de desarrollo en la sociedad colombiana.

- ❖ El cálculo del presupuesto satelital, presupone del conocimiento de la teoría de señales, los procesos de modulación, la teoría del ruido y los agentes estructurales para la comunicación y el intercambio de valores informáticos en toda red de computadores.

- ❖ La estación terrena, el transponder y la carga útil, definen el escenario formal, normativo, teórico y experimental para convalidar logísticamente las características asociadas con el tipo de órbita del satélite y para validar con ayuda de software especializado, su ubicación a nivel de ángulo de elevación y azimut.

- ❖ Los conocimientos impartidos en el diplomado Cisco cursado, permitieron comprender que la teoría de comunicaciones y el dominio instrumental de los sistemas telemáticos, son un elemento diferenciador y ponderador de calidad en la formación del ingeniero de sistemas.

5. BIBLIOGRAFÍA

❖ Textos y Publicaciones

- Bellcors J. Architecture of satellite systems proceeding XXVIII congress of space technologies, New York 2008.
- Burnetts Watson. Satellite system principles and technologies. Intelsat press 2007.
- Bruno Patton. Satellite systems for the computer interaction and global networks. XXX Symposium of advanced technology, New York 2008
- Freeman S. Satellital System a Practice Approach. Editorial Press Intelsat, 2004.
- Gonzales Elizabeth. Principios de Comunicación Satelital Documento Telecom, 2006.
- Holland James. Satellite Communications a mathematical Approach. Pres Intel Sat, 2008.
- Powers M. Modern communication System, XV symposium san Diego California 2008.
- Novoa Norverto, Rojas Álvaro y Velásquez Juan. Teoría de Comunicación y Sistemas Telemáticos Editorial Unilibre, 2011.
- Seldom W. Teoría de Comunicaciones y Redes de Computadores Satelitales. Editorial Addison Wesley, 2008.
- Stallings Willian. Redes y Comunicación. Editorial Prentice Halm, 2009.
- Tanenbaun Andrew. Arquitectura y redes de computadores. Editorial Prentice Halm, 2009.
- Tommasi Wayne. Sistemas Electrónicos de Telecomunicación. Editorial Prentice Halm, 2009.
- Tri Thompson. Digital Satellite Communications Intel Sat press, 2010.

❖ INFOGRAFÍA (Buzones Web)

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/negro/espectro/espectro.htm>. Consultado: 2012-06-7
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Radar>. Consultado: 2012-06-7
- http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/learn_ir/. Consultado: 2012-06-7
- http://en.wikipedia.org/wiki/Visible_spectrum. Consultado: 2012-06-8
- http://www.ecured.cu/index.php/Luz_ultravioleta. Consultado: 2012-06-8
- http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_02.html. Consultado: 2012-06-8
- http://www.windows2universe.org/physical_science/magnetism/. Consultado: 2012-06-8
- http://astroverada.com/ /Main/T_raycosm.html. Consultado: 2012-06-8
- <http://www.elcodigoascii.com.ar/>. Consultado: 2012-06-9
- <http://en.wikipedia.org/wiki/EBCDIC>. Consultado: 2012-06-9
- http://www.unicrom.com/dig_codigo-BCD.asp. Consultado: 2012-06-9
- http://www.jcee.upc.es/JCEE2006/PDFs/JCEE06_14_12_T2.pdf. Consultado: 2012-06-10
- http://www.techbooksforfree.com/intro_to_data_com/page103.html. Consultado: 2012-06-10
- http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_protocol_suite. Consultado: 2012-06-10
- http://www.pulsewan.com/data101/apple_talk_basics.htm. Consultado: 2012-06-15
- <http://www.ieee802.org/meeting/index.html>. Consultado: 2012-06-15
- http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3. Consultado: 2012-06-15
- <http://www.broadbandforamerica.com/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-banda-ancha>. Consultado: 2012-06-15

- <http://www.fibra-optica.org/servicios-fibra-optica/que-es-fibra-optica/fibra.asp>. Consultado: 2012-06-15
- <http://www.javvin.com/protocolBluetooth.html>. Consultado: 2012-06-15
- <http://www.esdirectorios.com/wireless-80220-mobile-broadband-wireless-access/>. Consultado: 2012-06-15
- http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_procedure_call. Consultado: 2012-06-15
- http://en.wikipedia.org/wiki/Java_remote_method_invocation. Consultado: 2012-06-17
- http://en.wikipedia.org/wiki/Message-oriented_middleware. Consultado: 2012-06-17
- <http://www.antenna-theory.com/spanish/basics/gain.php>. Consultado: 2012-06-17
- http://www.upv.es/antenas/Tema_3/Densidad_potencia_dipolo.htm. Consultado: 2012-06-17
- <http://www.pacop.net/analogias-electromecanicas/potencia-y-energia.html>. Consultado: 2012-06-26
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Ganancia_\(electr%C3%B3nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ganancia_(electr%C3%B3nica)). Consultado: 2012-06-26
- <http://www.antenna-theory.com/definitions/eirp.php>. Consultado: 2012-06-26
- <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/tipos-antenas.pdf>. Consultado: 2012-06-26
- http://en.wikipedia.org/wiki/Yagi-Uda_antenna. Consultado: 2012-06-26
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>. Consultado: 2012-06-27
- <http://es.wikipedia.org/wiki/UHF>. Consultado: 2012-06-27
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Reflector>. Consultado: 2012-06-28
- <http://www.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/antenas.html>. Consultado: 2012-06-28
- http://www.satellite-audiovideo.com/potencia_ham.htm. Consultado: 2012-07-3

- http://en.wikipedia.org/wiki/Cassegrain_reflector. Consultado: 2012-07-3
- <http://www.slideshare.net/lilyalex/comunicacin-satelital>. Consultado: 2012-07-3
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Transponder>. Consultado: 2012-07-3
- <http://www.slideshare.net/xilvia/satelites>. Consultado: 2012-07-3
- http://en.wikipedia.org/wiki/Sputnik_1. Consultado: 2012-07-6

- <http://airandspace.si.edu/exhibitions/gal100/exp1.html>. Consultado: 2012-07-6
- [http://es.wikipedia.org/wiki/SCORE_\(sat%C3%A9lite\)](http://es.wikipedia.org/wiki/SCORE_(sat%C3%A9lite)) . Consultado: 2012-07-15
- <http://www.astromia.com/glosario/echo.htm>. Consultado: 2012-07-15
- <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1962-029A>. Consultado: 2012-07-17
- <http://fisicadelcosmos.blogspot.com/2011/10/cinturones-de-van-allen.html>. Consultado: 2012-07-17
- [http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3niya_\(sat%C3%A9lite\)](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3niya_(sat%C3%A9lite)) . Consultado: 2012-07-22
- <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1963-031A>. Consultado: 2012-07-22
- <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1964-047A>. Consultado: 2012-07-28
- http://en.wikipedia.org/wiki/Intelsat_I. Consultado: 2012-07-28
- http://en.wikipedia.org/wiki/Intelsat_VI. Consultado: 2012-07-28
- http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita. Consultado: 2012-08-3
- http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita. Consultado: 2012-08-3
- http://es.wikipedia.org/wiki/Nodos_de_la_%C3%B3rbita. Consultado: 2012-08-6

- <http://jaimevp.tripod.com/Electricidad/armonicos.htm>. Consultado: 2012-08-6
- http://en.wikipedia.org/wiki/Low_Earth_orbit. Consultado: 2012-08-15
- http://en.wikipedia.org/wiki/Highly_elliptical_orbit. Consultado: 2012-08-15
- http://en.wikipedia.org/wiki/Medium_Earth_orbit. Consultado: 2012-08-16
- http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_panels_on_spacecraft. Consultado: 2012-08-16
- http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying. Consultado: 2012-08-23
- <http://www.tech-faq.com/8psk.html>. Consultado: 2012-08-23
- http://en.wikipedia.org/wiki/Forward_error_correction. Consultado: 2012-08-23
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ariane>. Consultado: 2012-08-27
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas-Centaur>. Consultado: 2012-08-27
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n_\(cohete\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%B3n_(cohete)). Consultado: 2012-09-4
- http://en.wikipedia.org/wiki/Long_March. Consultado: 2012-09-4
- <http://electronica.cicese.mx/interes/lanzador.html>. Consultado: 2012-09-4
- <http://www.astromia.com/glosario/estaciorbita.htm>. Consultado: 2012-09-4
- <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/Education/Msynch.html>. Consultado: 2012-09-5
- http://en.wikipedia.org/wiki/Apogee_kick_motor. Consultado: 2012-09-10
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Sincronizaci%C3%B3n>. Consultado: 2012-09-10
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Intelsat>. Consultado: 2012-09-13
- <http://www.satservicegmbh.de/en/products/communication-system-monitoring-csm.html>. Consultado: 2012-09-13

- <http://www.math.sintef.no/home/MARINTEK-old/MARINTEK-Publications/MARINTEK-Review-No-3---June---2005/TOCC--Technical-Operations-Competence-Centre/>. Consultado: 2012-09-13
- http://www.saftbatteries.com/Technologies_Silver_AgZn_333/Default.aspx. Consultado: 2012-09-16
- http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%E2%80%93cadmium_battery. Consultado: 2012-09-16
- http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_n%C3%ADquel_e_hidr%C3%B3geno. Consultado: 2012-09-16
- http://en.wikipedia.org/wiki/Low-noise_amplifier. Consultado: 2012-09-19
- http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo5_b99.00/ESTACIONES.htm. Consultado: 2012-09-19
- http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_impulsos_codificados. Consultado: 2012-09-25
- http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_electr%C3%B3nico. Consultado: 2012-09-25
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Roll-off>. Consultado: 2012-09-25
- http://www.upv.es/satelite/trabajos/sat_tv/facto.htm Consultado: 2012-10-2
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencia Consultado: 2012-10-2
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_tiempo Consultado: 2012-10-5
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_c%C3%B3digo Consultado: 2012-10-5
- <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/es> Consultado: 2012-10-8