

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

INSTITUTO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRONICA



COMUNICACION VIA SATELITE

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y
COMUNICACIONES

PRESENTA

Juan Carlos Meorano Ortiz

AGOSTO DE 1977

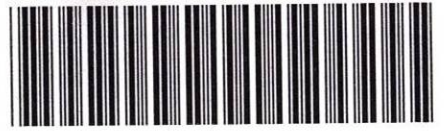
T
TK5104
M447
1997
c.1

PK5104

4447

997

C.1



1080096931

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



COMUNICACION VIA SATELITE

QUE PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO EN ELECTRONICA
Y COMUNICACIONES

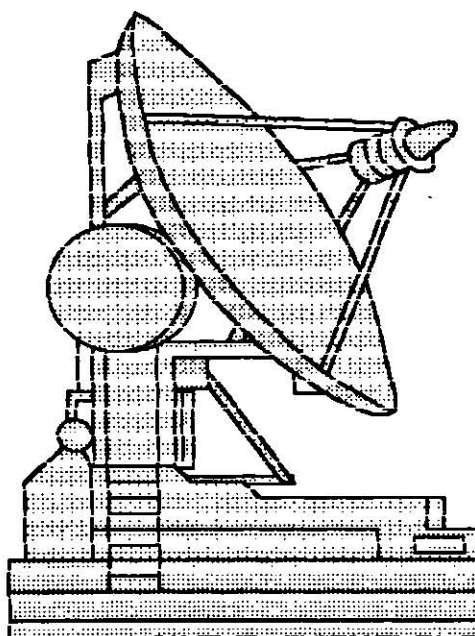
PRESENTA:

Juan Carlos Medrano Ortiz

AGOSTO DEL 97

T
TK5104
M447
1997

COMUNICACION VIA SATELITE



INDICE

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION

RESEÑA HISTORICA SOBRE LAS COMUNICACIONES	2
CONSIDERACIONES SOBRE LOS MEDIOS DE COMUNICACION (PREVIOS A LOS SATELITES)	4

CAPITULO II

HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITE

EL ORIGEN DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES	8
BREVE HISTORIA DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES	8

CAPITULO III

CARACTERISTICAS DE LA SEÑAL DEL SATELITE

DEFINICION DE SATELITE	14
LA COMUNICACION VIA SATELITE UNA NECESIDAD	14
VENTAJAS DE LA COMUNICACION VIA SATELITE	16
CLASIFICACION DE LOS SATELITES	18

CAPITULO IV

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITES DE GRAN ALTURA (SINCRONICOS)

SATELITES DE GRAN ALTURA, EL SATELITE DE COMUNICACIONES	22
PERIODO ORBITAL	23
LA ORBITA GEOESTACIONARIA	24
AREA DE COBERTURA	25

PERDIDAS DE TRANSMISION Y ASIGNACION DE FRECUENCIAS	26
CONCEPTOS GENERALES DEL SISTEMA	28

CAPITULO V

DÉSCRIPCION A CUADROS DE UN SATELITE TIPICO

EL INTELSAT III	31
ANTENA	33
DIPLEXER DE RECEPCION	33
AMPLIFICADOR A DIODO TUNEL	34
MEZCLADOR	34
TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE BAJA POTENCIA	35
TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE ALTA POTENCIA	35
DIPLEXER DE TRANSMISION	35

CAPITULO VI

EL ENLACE TIERRA - SATELITE - TIERRA

CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA	37
-----------------------------------	----

CAPITULO VII

ACCESO MULTIPLE

DEFINICION	41
CLASIFICACION	41
VENTAJAS Y DESVENTAJAS RELATIVAS	42
RUIDO DE INTERMODULACION	43

CAPITULO VIII
SATELITES SOLIDARIDAD

GENERALIDADES	45
OBJETIVOS	46
VENTAJAS TECNOLOGICAS	48
BIBLIOGRAFIA	53

CAPITULO I

INTRODUCCION

RESEÑA HISTORICA SOBRE LAS COMUNICACIONES

TAL VEZ LAS COMUNICACIONES A LARGA DISTANCIA TUVIERON SU ORIGEN HACE MUCHISÍMO TIEMPO, CUANDO ALGÚN GRUPO DE CAZADORES SALIÓ A LA PERSECUCIÓN DE UNA FIERA DE GRAN TAMAÑO, LA ACORRALÓ Y, POR FIN, LOGRÓ MATARLA A PEDRADAS. ALGUIEN ENCENDIÓ ENTONCES UNA HOGUERA PARA AVISAR A LAS MUJERES Y LOS NIÑOS DEL CAMPAMENTO QUE LA CAZA HABÍA CONCLUÍDO, O QUIZÁS GOLPEÓ CON UN GARROTE UN TRONCO DE ÁRBOL AHUECADO, PARA LLAMARLOS AL FESTÍN.

LA HISTORIA NO REGISTRA EL DÍA EN QUE EL HOMBRE APRENDIÓ A COMUNICARSE, POR LA VISTA Y EL OÍDO, A TRAVÉS DE GRANDES DISTANCIAS. SIN EMBARGO, ES INDUDABLE QUE ELLO ERA TAN NATURAL PARA EL HOMBRE PRIMITIVO COMO RECONOCER EL TRUENO O EL RELÁMPAGO ANUNCIABAN TORMENTA Y TAMBIÉN, LA COMUNICACIÓN, ERA IGUALMENTE NECESARIA PARA QUE PUDIERA SOBREVIVIR.

LA CAPACIDAD DE COMUNICARSE CON EL VECINO AMPLIÓ EL HORIZONTE Y LOS CONOCIMIENTOS DEL HOMBRE. POR MEDIO DE LAS SEÑALES SE PODÍA ADVERTIR ACERCA DE ALGÚN PELIGRO QUE SE APROXIMARA, INDICAR DÓNDE PODÍA ENCONTRAR ALIMENTO, PEDIR AUXILIO Y SUMINISTRAR UN FARO A LOS PERDIDOS. MIENTRAS MAYOR FUESE LA DISTANCIA A QUE SE PUDIERA VER O ESCUCHAR LAS SEÑALES, MÁS ÚTILES RESULTABAN.

ASÍ, EN EL TRANSCURSO DE LAS ERAS, SUCEDIERÓN A LOS TRONCOS DE ÁRBOL LOS TAMBORES, LOS BONGÓS Y, MÁS TARDE, EL CAÑON. AL FUEGO SUCEDIERON LAS SEÑALES DE HUMO, AL BRILLO DE ESPEJOS, EL SEMÁFORO DE LÁMPARA Y EL COHETE DE SEÑALES. HASTA EL SIGLO XIX EL CORREO ERA LO QUE IMPERABA. A PIE, A CABALLO O EN BARCO, ERA QUIEN LLEVABA LOS MENSAJES LARGA DISTANCIA. PORQUE LOS SISTEMAS DE SEÑALES TAL COMO SE CONOCÍAN ENTONCES, SE LIMITABAN AL ALCANCE DEL OÍDO O DE LA VISTA.

PERO TODO CAMBIÓ EN FORMA TAN RÁPIDA. LA TECNOLOGÍA DE ADELANTÓ AL CORREO. SAMUEL MORSE, NORTEAMERICANO, INVENTÓ EL TELÉGRAFO EN 1837. ALEJANDRO GRAHAM BELL, FUÉ INICIADOR DE LA ERA DE TRANSMISIÓN DE LA VOZ, EN 1876. CON EL TELÉFONO. GUILLERMO MARCONI SIGUIÓ EN 1895 CON LA RADIO Y EN 1901 LOGRÓ LAS PRIMERAS SEÑALES DE RADIOTELEGRAFÍA ATRAVESARAN EL ATLÁNTICO.

LA PRIMERA VEZ CRUZÓ LOS MARES EN 1915. CON LA AYUDA DE LA MARINA DE GUERRA DE LOS ESTADOS UNIDOS, EL SISTEMA TELEFÓNICO BELL HIZO ESE AÑO ENSAYOS VENTUROSOS CON UNA CONEXIÓN DE RADIO Y TELÉFONO ENTRE HONOLULÚ, WASHINGTON, D.C. Y PARÍS.

EL SERVICIO COMERCIAL DE RADIOTELÉFONO SE ESTABLECIÓ EN 1927 ENTRE EUROPA Y AMÉRICA Y NO TARDÓ EN EXTENDERSE A AMÉRICA LATINA Y EL LEJANO ORIENTE.

EL RADIOTELÉFONO PODÍA VIAJAR EN TORNO DEL MUNDO, PERO TENÍA DEFECTOS, PRINCIPALMENTE EN LA RECEPCIÓN A CAUSA DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS. LA RESPUESTA PARECÍA HALLARSE EN UN CABLE SUBMARINO. SIN EMBARGO, FUÉ NECESARIO UN ADELANTO TECNOLÓGICO PARA INSTALAR EN EL CABLE PEQUEÑOS REPETIDORES SUFICIENTEMENTE DIGNOS DE CONFIANZA PARA QUE DURARAN 20 AÑOS SIN REQUERIR ATENCIÓN. REPETIDORES QUE TRANSMITIERAN LAS SEÑALES SONORAS POR CABLES SUBMARINOS A TRAVÉS DE VARIOS MILES DE KILÓMETROS. TAL COSA SE LOGRÓ POR FIN EN 1956 AL TENDER LOS ESTADOS UNIDOS UN CABLE TELEFÓNICO ENTRE TERRANOVA Y ESCOCIA, EN COLABORACIÓN CON CANADÁ Y GRAN BRETAÑA. AL POCO TIEMPO SE TENDIERÓN CABLES A ALASKA, A HAWAI Y EL JAPÓN, A LA ANTILLAS Y A EUROPA CONTINENTAL.

EN 1927, PRIMER AÑO SE SERVICIO COMERCIAL ENTRE ESTADOS UNIDOS Y EUROPA, HUBO 11,000 LLAMADAS TRANSOCÉANICAS. EN 1961, EL VOLÚMEN HABÍA AUMENTADO A MÁS

DE 4 MILLONES DE LLAMADAS, Y EL AUMENTO PROSIGUE A RAZÓN DE CERCA DEL 20 PORCIENTO AL AÑO.

SURGEN NUEVAS NACIONES, LA POBLACIÓN VA EN AUMENTO, LAS BARRERAS COMERCIALES CAEN Y EL COMERCIO INTERNACIONAL SE ENCUENTRA EN ASCENSO. SE HACE INEVITABLE LA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN INTERCONTINENTAL Y DE DATOS DE COMPUTADORAS DE ALTA VELOCIDAD. EN TODO EL HORIZONTE SE OBSERVA LA IMPEROSA NECESIDAD DE MÁS CANALES DE COMUNICACIÓN.

ELLO HA PROVOCADO LA EXPANSIÓN DE LOS SISTEMAS CLÁSICOS DE COMUNICACIONES EL ÁMBITO ESPACIAL.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS MEDIOS DE COMUNICACION (PREVIOS A LOS SATELITES)

EL EXTRAORDINARIO INCREMENTO DE LAS NECESIDADES DE CANALES EN LAS COMUNICACIONES MUNDIALES, URGIÓ AL HOMBRE DURANTE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS, A CREAR NUEVOS MÉTODOS Y SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, CAPACES DE INCREMENTAR LA CANTIDAD DE INFORMACIÓN TRANSMITIDA EN FORMA SEGURA, EFICIENTE, Y EN LO POSIBLE, CON UNA RENTABILIDAD SUPERIOR.

PODEMOS DIVIDIR LOS SISTEMAS DE OPERATIVIDAD INTERCONTINENTAL EN DOS GRUPOS:

- A) ENLACES RADIOELÉCTRICOS ONDA CORTA Y MICROONDAS.
- B) ENLACES POR LINEA FÍSICA

CONSIDERAMOS PRIMERO LA RADIOCOMUNICACIÓN POR ONDA CORTA, QUE SOLO PUEDE PROPORCIONAR UN NÚMERO LIMITADO DE CANALES, DEBIDO A LA ESTRECHEZ DE ESPECTRO UTILIZABLE Y QUE EN LA ACTUALIDAD YA ESTÁ SATURADO, DECRECIENDO RÁPIDAMENTE SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN. ADEMÁS ESTOS ENLACES

ESTÁN AFECTADOS POR FACTORES ALEATORIOS YA QUE DEPENDEN DE LA IONÓSFERA, LA CUAL ESCENCIALMENTE ES IRREGULAR Y CAMBIANTE INTRODUCIENDO EN CONSECUENCIA UN IMPORTANTE PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE. TAMBIÉN DEBEMOS CONSIDERAR QUE ADMITEN INTERFERENCIAS Y BLOQUEO COMO ASIMISMO LA PRESENCIA DE UN IMPORTANTE NIVEL DE RUIDO.

DENTRO DE LOS MEDIOS RADIOELECTRICOS DEBEMOS CONSIDERAR LOS ENLACES POR MICROONDAS QUE SI BIEN ES CIERTO CONSTITUYEN UN MEDIO DE GRAN CONFIABILIDAD Y CAPAZ DE MANEJAR MUCHOS CANALES, NO ES FACTIBLE SU EMPLEO EN ENLACES INTERCONTINENTALES POR LA IMPOSIBILIDAD DE INSTALAR REPETIDORES CON LAS CARACTERÍSTICAS QUE ELLOS EXIGEN, EN MEDIO DE LOS OCÉANOS. ELIMINADA ESTA DIFICULTAD, ECONÓMICAMENTE SON CONVENIENTES.

LOS ENLACES NOMBRADOS EN SEGUNDO TÉRMINO (LÍNEA FÍSICA), SON LOS CABLES SUBMARINOS DE BANDA ANCHA, MUY SEGUROS, QUE RESULTAN UN SISTEMA EFICAZ, PERO UNA SOLUCIÓN PARCIAL ENTRE ESTADOS UNIDOS Y EUROPA, CON DERIVACIONES EN ALASKA, HAWAI Y OTROS LUGARES. LA EXTENSIÓN DE ESTE MEDIO ES SOLO UNA FUNCIÓN DEL COSTO Y DEL TIEMPO, RESULTANDO CASI IMPOSIBLE PROLONGARLOS AL ÁFRICA, ASIA Y OTROS PUNTOS.

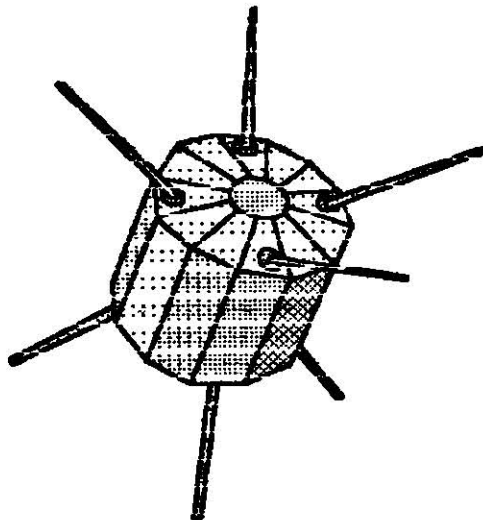
DEL ANÁLISIS EFECTUADO SURGE UNA TERCERA ALTERNATIVA COMO SOLUCIÓN DEL PROBLEMA PLANTEADO Y CONSISTE EN ESTABLECER LAS COMUNICACIONES MEDIANTE EL USO DE OBJETOS SITUADOS FUERA DE LA TIERRA Y MÁS ALLÁ AÚN DE LA MISMA ATMÓSFERA. DICHOS OBJETOS, CONOCIDOS CON EL NOMBRE DE SATÉLITES, PERMITEN LA ACCESIBILIDAD DE LAS COMUNICACIONES A CUALQUIER PARTE DE GLOBO TERRESTRE.

LA UTILIZACIÓN DE SATÉLITES, YA SEA REFLECTORES O REVELADORES RADIOELÉCTRICOS, HACE FACTIBLE EL USO DE LAS MICROONDAS CON LAS VENTAJAS INHERENTES A LAS MISMAS, EN CUANTO A LA CAPACIDAD Y CONFIABILIDAD, ENTRE DOS PUNTOS

SITUADOS SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE, AGREGÁNDOSE A ESTO LA VENTAJA QUE SIGNIFICA LA NECESIDAD DE POSEER SÓLO UNA ESTACIÓN TERRENA EN UNA DETERMINADA ZONA, PARA ENLAZAR ÉSTA, A TRAVÉS DEL SATÉLITE, CON CUALQUIER OTRO CENTRO PRODUCTOR DE TRÁFICO QUE POSEA IGUAL FACILIDAD, AÚN CUANDO EL MISMO ESTÉ SITUADO A DISTANCIAS CONSIDERABLEMENTE GRANDES. EL COSTO DE EXPLOTACIÓN DE UN CANAL RESULTA INDEPENDIENTE DE LA DISTANCIA EXISTENTE ENTRE DOS ESTACIONES TERRENAS QUE ESTÉN DENTRO DE LA ZONA ILUMINADA, O SEA LA ZONA DE ACCIÓN DE UN MISMO SATÉLITE.

CAPITULO II

HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITE



EL ORIGEN DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES.

LA MAYORÍA DE LOS EXPERTOS DAN CRÉDITO A ARTHUR C. CLARKE, FAMOSO ESCRITOR BRITÁNICO DE CIENCIA FICCIÓN Y AUTOR DE 2001: SPACE ODYSSEY, POR SU ORIGINAL IDEA DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIONES GEOESTACIONARIOS. EN 1945 CLARKE CONCLUYÓ QUE UN SATÉLITE CON ÓRBITA CIRCULAR, ECUATORIAL Y CON UN RADIO APROXIMADO DE 42242 KM. DEBERÍA TENER UNA VELOCIDAD ANGULAR IGUAL A LA DE LA TIERRA. ESTO HARÍA VER AL SATÉLITE COMO UN PUNTO FIJO EN EL ESPACIO CON RESPECTO A UN OBSERVADOR EN LA TIERRA Y EL SATÉLITE PODRÍA RECIBIR Y RETRASMITIR SEÑALES DESDE CASI CUALQUIER PUNTO DEL HEMISFERIO. CON TRES SATÉLITES ESPACIADOS ENTRE SÍ 120 GRADOS SE PODRÍA CUBRIR PRÁCTICAMENTE TODO EL GLOBO, YA QUE CLARKE CONSIDERÓ LA POSIBILIDAD DE QUE LAS SEÑALES PUDIERAN SER RETRANSMITIDAS ENTRE SATÉLITES.

COMO GENERALMENTE SUCEDE CON LOS AUTORES DE CIENCIA FICCIÓN, CLARKE TUVO SU IDEA FUERA DE TIEMPO, Y NO FUÉ SINO HASTA 1957, CUANDO LA TECNOLOGÍA DE LOS COHETES ESTUVO DISPONIBLE, QUE RUSIA LANZÓ EL SPUTNIK I, (OCT 4 DE 1957).

BREVE HISTORIA DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES.

LAS REFLEXIONES EN LA LUNA APLICANDO LAS TÉCNICAS DE RADAR FUERON REPETIDAMENTE DEMOSTRADAS EN LOS FINALES DE LOS 40'S E INICIOS DE LOS 50' S. EN JULIO DE 1954, EL PRIMER MENSAJE DE VOZ FUE TRANSMITIDO POR LA MARINA DE LOS ESTADOS UNIDOS, MEDIANTE EL TRAYECTO TIERRA- LUNA. EN 1956 UN SERVICIO RELEVADOR LUNAR DE LA MARINA DE E.U., FUÉ ESTABLECIDO ENTRE WASHINGTON D.C. Y HAWAI , EL CIRCUITO OPERÓ HASTA 1962, OFRECIENDO UNA COMUNICACIÓN DE LARGA DISTANCIA DIGNA DE CONFIANZA LIMITADA SOLAMENTE POR LA

DISPONIBILIDAD DE LA LUNA EN LOS SITIOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN. LA POTENCIA USADA FUÉ DE 100 Kw, CON ANTENAS DE 26 MTS. DE DIÁMETRO A 430 MHZ.

UN GLOBO METALIZADO PUESTO EN ÓRBITA POR UN COHETE, PUEDE SER USADO COMO UN REFLECTOR DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS GENERADAS POR UN TRANSMISOR TERRESTRE. PARTE DE ENERGÍA PUEDE SER RECOGIDA POR ESTACIONES RECEPTORAS EN ALGÚN PUNTO DE LA TIERRA, DESDE EL CUAL EL GLOBO ES VISIBLE, OBTENIENDO DE ESTE MODO UN SISTEMA PASIVO DE COMUNICACIÓN POR SATÉLITE.

A TRAVÉS DE LA ACCIÓN CONJUNTA DE LOS LABORATORIOS BELL, LA NASA Y LA JET PROPULSION, EL PROYECTO "ECHO" FUE REALIZADO.

EL SATÉLITE CUYA FORMA ERA UN GLOBO, TENÍA UN DIAMETRO DE 30 MTS Y ESTABA CUBIERTO DE NYLON CON LÁMINA DE ALUMINIO. SU ÓRBITA ERA CIRCULAR INCLINADA Y DE ALTITUD DE CERCA DE 1500 K. EN 1960 SE LOGRÓ LA TRANSMISIÓN DE TELEFONÍA, GRACIAS AL SISTEMA DE FM EN LA BANDA DE 960 MHZ Y 2290 MHZ; MEDIANTE LA CUAL SE INVESTIGARON SUS PROPIEDADES.

AUNQUE LOS SATÉLITES PASIVOS TIENEN CAPACIDAD INFINITA PARA COMUNICACIONES DE ACCESO MÚLTIPLE, SON GRAVEMENTE OBSTACULIZADOS POR EL USO INEFICIENTE DE LA POTENCIA TRANSMITIDA. EN EL EXPERIMENTO ECHO, POR EJEMPLO, SOLO UNA PARTE DE 10 DE LA POTENCIA TRANSMITIDA (10 Kw) ES RETORNADA A LA ANTENA RECEPTORA. PUESTO QUE LA SEÑAL SE VE AFECTADA POR EL RUIDO QUE LLEGA DESDE VARIAS FUENTES, PARA COMPENSAR ESTO, SE DEBE UTILIZAR EN EL RECEPTOR UN AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO.

LA VENTAJA DE LOS SATÉLITES PASIVOS, ES QUE NO REQUIEREN EQUIPO ELECTRÓNICO SOFISTICADO A BORDO. SE USA PARA RASTREO, UN RADIO-FARO, PERO EN GENERAL NO ES NECESARIA ELECTÓNICA COMPLICADA. TAL SIMPLICIDAD, MAS LA

CARENCIA DE ELECTRÓNICA ESPACIAL EN LOS FINES DE LO 50'S, HIZO INTERESANTE, EL SISTEMA PASIVO EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA COMUNICACIÓN POR SATÉLITE. UNA VEZ QUE EN CORTO TIEMPO LA ELECTRÓNICA ESPACIAL LLEGA A ESTAR DISPONIBLE LOS SISTEMAS PASIVOS FUERON REEMPLAZADOS POR LOS SISTEMAS ACTIVOS.

EL LANZAMIENTO DEL SPUNTIK I EN 1957 FUÉ SEGUIDO POR LA CARRERA ESPACIAL Y ESTO FUÉ REFLEJADO CON EL LANZAMIENTO DEL SCORE (SIGNAL COMMUNICATING BY ORBITING RELAY EQUIPAMENT) POR LA FUERZA AÉREA DE LOS ESTADOS UNIDOS EN DICIEMBRE 18 DE 1958. EL SCORE FUÉ COLOCADO EN UNA ÓRBITA ELÍPTICA BAJA CON UN PERIGEO DE 182 KM Y UN APOGEO DE 1048 KM Y UN PERÍODO DE 101 MINUTOS. SU MODO NORMAL DE OPERACIÓN CONSISTÍA EN GRABAR EL MENSAJE ENVIADO DESDE LA TIERRA MIENTRAS PASABA SOBRE UNA ESTACIÓN TERRENA (TRANSMISORA) Y RETRANSMITIRLO CUANDO LO REQUERÍA OTRA ESTACIÓN TERRENA (RECEPTORA). LA LONGITUD MÁXIMA DEL MENSAJE ERA DE 4 MINUTOS Y SU CAPACIDAD ERA DE UN CANAL DE VOZ Ó 70 CANALES DE TELETIPO DE 60 PALABRAS POR MINUTO RECIBIENDO SEÑALES DESDE LAS ESTACIONES TERRENAS A 150 MHZ Y RETRANSMITIENDOLAS A 132 MHZ.

*

EL EQUIPO DE COMUNICACIONES ESTUVO ENERGIZADO CON BATERÍAS. DESPUÉS DE 12 DÍAS DE OPERACIÓN ESTABAN COMPLETAMENTE DESCARGADAS Y SE DETUVO LA TRANSMISIÓN.

DESPUÉS DE INDAGAR POR PRIMERA VEZ EN EL ESPACIO CON LOS SATÉLITES SPUNTIK, EXPLORER Y VANGUARDIA, INCLUYENDO LOS PROYECTOS SCORE Y COURIER EL MAYOR PASO EXPERIMENTAL EN TECNOLOGÍA DE SATÉLITES DE COMUNICACIÓN ACTIVOS, SE REALIZA TELESTAR, RELAY Y EL SYNCOM.

EL PROYECTO TELESTAR ES EL MÁS CONOCIDO DE LOS ANTERIORES PROBALEMENTE PORQUE FUÉ EL ÚNICO CAPAZ DE RETRANSMITIR PROGRAMAS DE TV A TRAVÉS DEL ATLÁNTICO. EL PRIMER TELESTAR SE LANZÓ DESDE CABO CAÑAVERAL EL 10 DE

JULIO DE 1962. ERA UNA ESFERA DE APROXIMADAMENTE 87 CM DE DIÁMETRO PESANDO 80 KG. EL VEHÍCULO UTILIZADO DE LANZAMIENTO FUE UN COHETE THOR-DELTA EL CUAL SITUÓ AL SATÉLITE EN UNA ÓRBITA ELÍPTICA CON UN APOGEO DE 5,600 KM CON UN PERÍODO DE 2.5 HORAS

EL TELESTAR II SE CONSTRUYÓ CON UNA MAYOR RESISTENCIA A LA RADIACIÓN, PERO POR LO DEMÁS FUÉ IDÉNTICO A SU PREDECESOR. SE LANZÓ EL 7 DE MAYO DE 1963.

LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN DE LOS TELESTAR I Y II ERA DE 2.25 WATTS PROPORCIONADA POR UN TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS (TWT) CON UN ANCHO DE BANDA DE 50 MHZ A 6 Y 4 GHZ. AMBOS FUERON DE ESTABILIDAD POR GIRO. LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN ERA DE 600 CANALES TELEFÓNICOS Ó UN CANAL DE TV.

EL TELESTAR SE DISEÑO COMO UN EXPERIMENTO Y NO FUÉ DESTINADO PARA OPERACIÓN COMERCIAL. ENTRE OTRAS COSAS, LA ÓRBITA USADA HIZO AL SATÉLITE "VISIBLE" SOLAMENTE POR PERÍODOS BREVES. UN PROYECTO CON OBJETIVOS SIMILARES, EL PROYECTO RELAY FUÉ DESARROLLADO POR RADIO-CORPORATION OF AMÉRICA , BAJO CONTRATO CON LA NASA, SIENDO IGUALMENTE EXITOSO.

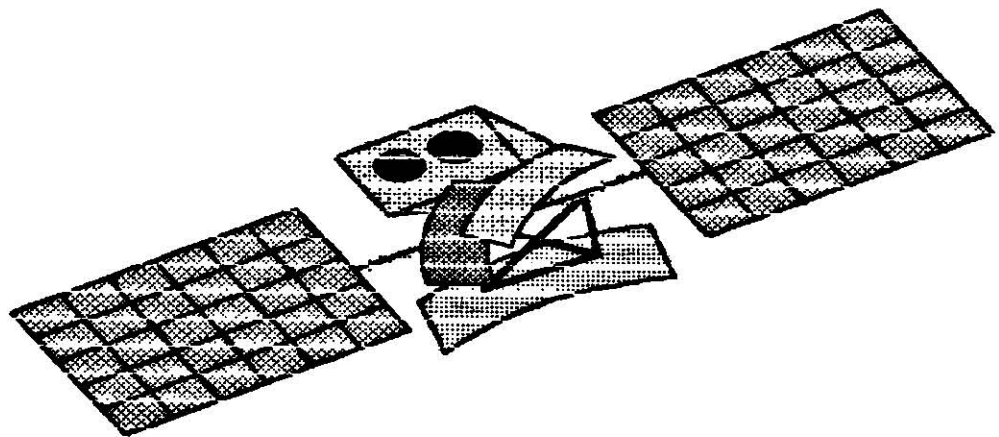
LOS EU HAN DESEMPEÑADO UN PAPEL MUY IMPORTANTE DESDE EL PRINCIPIO EN CUANTO SE REFIERE AL CAMPO DE LA COMUNICACIÓN POR SATÉLITE, PERO LA URSS TAMBIÉN LANZÓ EN MAYO DE 1965 SU PRIMER SATÉLITE DE COMUNICACIÓN MOLNIYA DE ÓRBITA ELÍPTICA CON UN APOGEO DE 39152 Y UN PERÍODO DE 11 HRS. CON 38 MINUTOS.

EL PRIMER SATÉLITE COMERCIAL GEOESTACIONARIO FUÉ EL INTELSAT I DESARROLLADO POR COMSAT PARA INTELSAT. LANZADO EN ABRIL 6 DE 1965 PERMANECIÓ ACTIVO HASTA 1969. OPERÓ CON DOS TRANSPONDERS DE 25 MHZ DE ANCHO DE BANDA CON SU

PORTADORA ASCENDENTE CENTRADA EN 6301 MHZ PARA EUROPA Y 6390 MHZ PARA ESTADOS UNIDOS. LAS FRECUENCIAS DESCENDENTES ERAN 4081 MHZ PARA ESTADOS UNIDOS Y 4161 MHZ PARA EUROPA.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL DEL SATELITE



DEFINICION DE SATELITE:

UN SATÉLITE NO ES MÁS QUE UNA REPETIDORA PUESTA EN EL ESPACIO EN EL RANGO DE LAS MICROONDAS. UN SATÉLITE NO CREA TRANSMISIONES POR SÍ MISMO, SOLO RETRASMITE Ó RELEVA LO QUE RECIBE DE LA TIERRA. EL SATÉLITE RECIBE LA SEÑAL PROVENIENTE DE LA TIERRA EN LA BANDA LLAMADA UP-LINK Y LA REGRESA EN LA BANDA DOWN-LINK PRODUCIENDOSE UN RETARDO DE APROXIMADAMENTE 0.26 SEGUNDOS.

§

LA COMUNICACION VIA SATELITE UNA NECESIDAD

COMO SE MENCIONÓ EN EL CAPÍTULO I ALGUNAS FORMAS DE COMUNICACIÓN PREVIAS A LA COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE LO FUERON LAS ONDAS DE RADIO EN LA BANDA HF, EL CABLE Y LAS REDES TERRENAS DE MICROONDAS.

EN LO QUE RESPECTA A LAS RADIOCOMUNICACIONES POR ONDA CORTA (BANDA HF) ESTAS SOLO PUEDEN PROPORCIONAR UN NÚMERO LIMITADO DE CANALES DEBIDO A LA ESTRECHEZ DEL ANCHO DE BANDA UTILIZABLE. HAY QUE RECORDAR, QUE A MAYOR FRECUENCIA PORTADORA SE DISPONE DE UN MAYOR ANCHO DE BANDA Y POR LO TANTO DE MAYOR CAPACIDAD; EN LA ACTUALIDAD LA BANDA YA ESTÁ SATURADA. ADEMÁS LA PROPAGACIÓN EN ESTA BANDA ESTÁ AFECTADA POR FACTORES ALEATORIOS YA QUE DEPENDE DE LA IONÓSFERA, LA CUAL ES ESCENCIALMENTE IRREGULAR Y CAMBIANTE INTRODUCIENDO EN CONSECUENCIA UN IMPORTANTE PORCENTAJE DE INCERTIDUMBRE.

AL CONSIDERAR LOS ENLACES DE MICROONDAS EN REDES POR TIERRA LOS PROBLEMAS DE ANCHO DE BANDA (CAPACIDAD) Y LA INCERTIDUMBRE POR LA IONÓSFERA SON AMPLIAMENTE SUPERADOS CONSTITUYENDO UN MEDIO DE GRAN CONFIABILIDAD Y CAPAZ DE

MANEJAR UNA GRAN CAPACIDAD DE INFORMACIÓN (TANTO EN TELEFONÍA COMO EN TV). SIN EMBARGO NO ES FACTIBLE SU EMPLEO EN ENLACES INTERCONTINENTALES POR LA IMPOSIBILIDAD DE INSTALAR REPETIDORAS QUE ELLAS EXIGEN, EN MEDIO DE LOS OCÉANOS (YA QUE LAS MICROONDAS SOLO SE PROPAGAN EN LÍNEA DE VISTA). FUERA DE ESTA DIFICULTAD, ECONÓMICAMENTE SON CONVENIENTES.

EN LO QUE RESPECTA A LOS CABLES (SUBMARINOS) TIENEN UN ANCHO DE BANDA, QUE AUNQUE ES AMPLIO, ES LIMITADO Y SU COSTO AUMENTA LÓGICAMENTE CON LA EXTENSIÓN.

DEL ANÁLISIS EFECTUADO ANTERIORMENTE SURGIÓ UNA ALTERNATIVA COMO SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS PLANTEADOS Y CONSISTE EN ESTABLECER LA COMUNICACIÓN MEDIANTE EL USO DE UNA REPETIDORA COLOCADA EN EL ESPACIO : EL SATELITE.

LA UTILIZACIÓN DEL SATÉLITE HACE FACTIBLE EL USO DE LAS MICROONDAS CON LAS VENTAJAS INHERENTES A LAS MISMAS EN CUANTO A CAPACIDAD, AGREGÁNDOSE A ESTO LA VENTAJA QUE SIGNIFICA EL PODER UTILIZAR UNA SOLA REPETIDORA PARA ENLAZAR DOS PUNTOS SITUADOS A DISTANCIAS CONSIDERABLEMENTE GRANDES EN VEZ DE UNA RED DE 30 O MÁS REPETIDORAS. POR OTRA PARTE EL SATÉLITE PERMITE EL "SALTO" DE LOS OCÉANOS PARA LOGRAR LA COMUNICACIÓN INTERCONTINENTAL DE ALTA CAPACIDAD.

AUNQUE LA COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE NACIÓ COMO UNA NECESIDAD PARA COMUNICAR LUGARES MUY DISTANTES, COMO POR EJEMPLO: UN CONTINENTE CON OTRO CONTINENTE, HOY DÍA SE UTILIZA PARA COMUNICAR LUGARES SITUADOS EN EL MISMO CONTINENTE Y AÚN DENTRO DEL MISMO PAÍS.

VENTAJAS DE LA COMUNICACION VIA SATELITE

A).- SIMPLIFICACION DEL SISTEMA

DEBIDO A SU GRAN ALTURA, APROXIMADAMENTE 36,000 KM, SE TIENE LÍNEA DE VISTA ENTRE EL SATÉLITE Y CUALQUIER ESTACIÓN TERRENA QUE ESTÉ DENTRO DE SU AREA DE COBERTURA LA CUAL PUEDE LLEGAR A SER TAL, QUE SE CUBRIRÁ PRÁCTICAMENTE EL 40% DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA CON UN SOLO SATÉLITE. ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE EL SISTEMA YA QUE EL SATÉLITE SUSTITUYE A LAS REDES DE MICROONDAS CON LAS VENTAJAS TÉCNICAS COMO ECONÓMICAS.

B).- MAYOR CALIDAD

DEBIDO A QUE CUALQUIER PROCESO ELECTRÓNICO DEGRADA LA SEÑAL AL AGREGAR ALGO DE RUIDO (AUNQUE SEA DE GRADO MÍNIMO), DEBEMOS CONSIDERAR LA GRAN VENTAJA DE MANEJAR UN ENLACE A TRAVÉS DE UNA SOLA REPETIDORA (EL SATÉLITE), Y POR LO TANTO UNA SOLA FUENTE DE RUIDO, COMPARADO CONTRA UN ENLACE UTILIZANDO UNA RED DE MICROONDAS DE 20 O MÁS REPETIDORAS, POR LO TANTO 20 O MÁS FUENTES DE RUIDO. DEFINITIVAMENTE LA CALIDAD DE LA SEÑAL EN UN ENLACE VÍA SATÉLITE ES MUCHO MÁS ALTA QUE UN ENLACE A TRÁVES DE UNA RED DE MICRONDAS.

C).- MAYOR CONFIABILIDAD

OTRA CONSECUENCIA DEL HECHO DE UTILIZAR UNA SOLA REPETIDORA, EN VEZ DE DE UNA RED DE ELLAS EN LOS ENLACES VÍA SATÉLITE ES LA REDUCCIÓN DE LA POSIBILIDAD DE FALLAS A UNA SOLA (EL SATÉLITE), LO CUAL DA UNA GRAN CONFIABILIDAD

AL SISTEMA. ADEMÁS HAY QUE CONSIDERAR LAS NORMAS MÁS ESTRUCTURADAS QUE CONTROLAN LA FABRICACIÓN DEL SATÉLITE, LO QUE PERMITE LA SEGURIDAD DE SU FUNCIONAMIENTO DURANTE SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL, PERO AÚN DEBEMOS AGREGAR A ESTO, EL HECHO DE QUE LOS FABRICANTES DE LOS SATÉLITES PROVEEN A ÉSTE DE EQUIPO REDUNDANTE PARA LAS PARTES MÁS SUSCEPTIBLES DE DAÑO LO QUE DEFINITIVAMENTE GARANTIZA SU FUNCIONAMIENTO.

D).- ALTA CAPACIDAD (VENTAJA PROPIA DE LAS MICRONDAS)

AQUÍ PODRÍAMOS HACER ÉNFASIS EN LA VENTAJA DE UTILIZAR LAS MICROONDAS COMO FRECUENCIAS PORTADORAS, LO QUE PERMITE DISPONER DE UN ANCHO DE BANDA AMPLIO Y POR LO TANTO EL TENER UNA GRAN CAPACIDAD DE MANEJO DE INFORMACIÓN. DE HECHO, LOS SATÉLITES ACTUALES TIENEN LA CAPACIDAD PARA MANEJAR HASTA 24 CANALES DE TV SIMULTÁNEAMENTE O SU EQUIVALENTE EN TELEFONIA, APROXIMADAMENTE 960 CANALES TELÉFONICOS POR CADA CANAL DE TV, POR CADA BANDA QUE DISPONGA, C Y/O KU.

E).- VENTAJAS DE TIPO SOCIAL

POR MEDIO DE LOS SATÉLITES SE TIENE ACCESO A LUGARES QUE POR MEDIO DE OTROS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN NO SE PODRÍA, ESTE ES EL CASO DE REGIONES PANTANOSAS, BOSQUES, ISLAS, ETC.

CLASIFICACION DE LOS SATELITES

1.- DE ACUERDO A SU PRINCIPIO DE OPERACION

SE CLASIFICAN EN :

- A).- PASIVOS .- UN SATÉLITE SE CONSIDERA PASIVO SI ACTÚA SOLAMENTE COMO SUPERFICIE REFLECTORA.
- B).- ACTIVOS .- UN SATÉLITE SE CONSIDERA ACTIVO SI SE INVOLUCRA UN PROCESO ELECTRÓNICO EN ÉL (GRABACIÓN REPRODUCCIÓN, AMPLIFICACIÓN , ETC.)

2.- DE ACUERDO A SU APLICACION

SE CLASIFICAN EN :

- A).- CIVILES.- DENTRO DE ESTOS SE PUEDEN INCLUIR LOS DE COMUNICACIONES, LOS METEOROLOGICOS LOS DE INVESTIGACIÓN, ETC.
- B).- MILITARES

3.- DE ACUERDO A SU COBERTURA

- A).- GEOESTACIONARIOS.+ UN SATÉLITE GEOESTACIONARIO ES AQUEL QUE PERMANECE FIJO CON RESPECTO A LA TIERRA, ES DECIR, VISTO DESDE LA TIERRA APARECERÁ COMO UN PUNTO FIJO EN EL CIELO.

B).- NO GEOESTACIONARIO.- UN SATÉLITE NO GEOESTACIONARIO APARECERÍA SIEMPRE EN MOVIMIENTO CON RESPECTO A LA TIERRA, COMO POR EJEMPLO DE ESTO ES LA LUNA.

6.- DE ACUERDO A SU COBERTURA

A).- GLOBALES.- UN SISTEMA SERÁ GLOBAL CUANDO SU TRANSMISIÓN CUBRA TODO EL ESPACIO SOBRE LA TIERRA, DE ACUERDO A LA LÍNEA DE VISTA, EN LA PRÁCTICA UN 40% DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA ES VISTA DESDE UN SATÉLITE GEOESTACIONARIO.

B).- DOMESTICOS.- UN SATÉLITE SERÁ DE COBERTURA DOMÉSTICA CUANDO SU TRANSMISIÓN CUBRA SOLO UN ÁREA ESPECÍFICA QUE PUEDE SER GRANDE O PEQUEÑA SEGÚN SEAN LOS REQUERIMIENTOS (POR EJEMPLO UN PAÍS).

C).- REGIONALES.- ES UN SATÉLITE CON COBERTURA INTERMEDIA ENTRE LA GLOBAL Y LA DOMÉSTICA, CUYO OBJETIVO ES CUBRIR A VARIAS ZONAS ESPECÍFICAS, POR EJEMPLO VARIOS PAÍSES O ALGUNA REGIÓN DE ELLOS PERO SIN INTENTAR CUBRIR TODA EL ÁREA QUE CUBRE UN GLOBAL, UN EJEMPLO DE ESTO SON LOS SOLIDARIDAD I Y II DE MÉXICO CON COBERTURA EN AMÉRICA CENTRAL Y DEL SUR, ASÍ COMO ESTADOS UNIDOS PARCIALMENTE.

TÉCNICAMENTE LA DIFERENCIA ENTRE UN SATÉLITE Y OTRO ES SOLAMENTE LA ANTENA QUE ES LA QUE DEFINE EL TIPO DE COBERTURA. EN EL CASO DE UN SATÉLITE DE COBERTURA GLOBAL, POR EJEMPLO LOS INTELSAT DE USO INTERNACIONAL, LA ANTENA COMUNMENTE UTILIZADA ES DE TIPO CORNETA, MIENTRAS QUE LOS DE COBERTURA DOMÉSTICA, LOS MORELOS POR EJEMPLO, LA ANTENA ES DE TIPO PARÁBOLA. LOS SISTEMAS GLOBALES SON PARA COMUNICACIONES INTERNACIONALES E INTERCONTINENTALES, MIENTRAS QUE LOS DOMÉSTICOS SON PARA COMUNICACIONES LOCALES, (DENTRO DEL MISMO PAÍS).

CAPÍTULO IV

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITES DE GRAN ALTURA GEOESTACIONARIOS (SINCRONICOS)

SATELITES DE GRAN ALTURA, EL SATELITE DE COMUNICACIONES

CONVIENE RESALTAR, QUE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIONES ACTUALES SON ACTIVOS, GEOESTACIONARIOS CON COBERTURA TANTO GLOBAL COMO DEMÉSTICA Ó REGIONAL. EN BASE A ÉSTO, UBIQUEMOS PRIMERO LA POSICIÓN QUE DEBE GUARDAR EL SATÉLITE EN EL ESPACIO PARA LUEGO PASAR A LA EXPLICACIÓN DE LA FORMA EN QUE SE ESTABLECE LA COMUNICACIÓN POR SATÉLITE, EL PROCESO QUE SUFRE LA SEÑAL, LAS BANDAS DE FRECUENCIAS UTILIZADAS, ETC.

DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES, SISTEMAS DE GRAN ALTURA SON AQUELLOS EN QUE LOS SATÉLITES ESTÁN COLOCADOS EN ÓRBITAS CUYAS DISTANCIAS DESDE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA SUPERAN LOS 20,000 KM.

COMO UN PROYECTO PARTICULAR TOMAREMOS EL PROYECTO SYNCOM POR SER ESTE SISTEMA UN CASO TÍPICO, ADEMÁS DE PERTENECER A LOS LLAMADOS SATÉLITES DE GRAN ALTURA (36,000 KM APROXIMADAMENTE). SE LE LLAMO " SYNCOM " PORQUE TIENE UNA VELOCIDAD ANGULAR IGUAL A LA DE ROTACIÓN DE LA TIERRA, EN CONSECUENCIA SE MANTIENE CASI ESTACIONARIO EN UN DETERMINADO PUNTO DEL ESPACIO ELEGIDO CONVENIENTEMENTE A FIN DE SATISFACER LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. LAS DOS VENTAJAS FUNDAMENTALES QUE OFRECE ESTE SISTEMA SON:

- A).- PERMITE EL USO DE ANTENAS TERRESTRES ESTACIONARIAS.
- B).- EL SATÉLITE ES VISIBLE DESDE CASI LA MITAD DE LA SUPERFICIE TERRESTRE.

ASÍ COMO POR EJEMPLO, EL SYNCOM II QUE ESTUVO COLOCADO A 22 GRADOS DE LONGITUD OESTE, PUDO "VERSE" DESDE UN GRAN NÚMERO DE PAÍSES CORRESPONDIENTES A LOS CONTINENTES DE AMÉRICA DEL NORTE, AMÉRICA CENTRAL, EUROPA Y AFRICA.

EL EXPERIMENTO SYNGOM COLOCÓ UN SATÉLITE A 36,000 KM ARRIBA DEL ECUADOR DE LA TIERRA Y APUNTÓ LA DIRECCIÓN DE AVANCE DEL SATÉLITE A LO LARGO DE UNA LÍNEA IDÉNTICA A LA DE ROTACIÓN DE LA TIERRA SOBRE SU EJE. CONTROLANDO CUIDADOSAMENTE (DESDE LA TIERRA A TRAVÉS DE SISTEMAS DE MANDO POR RADIO) LA VELOCIDAD DE AVANCE DEL SATÉLITE Y SINCRONIZÁNDOLA A LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LA TIERRA SOBRE SU EJE, EL SATÉLITE ALCANZÓ LO QUE SE CONOCE COMO ORBITA GEOESTACIONARIA. ESTO ES, EL SATÉLITE SE MUEVE AL FRENTE CON LA MISMA VELOCIDAD QUE LA TIERRA SOBRE SU EJE, Y ESTO SIGNIFICA QUE PARA UNA ESTACIÓN TRANSMITIENDO O RECIBIENDO LOCALIZADA EN LA TIERRA, EL SATÉLITE SIEMPRE ESTARÁ SITUADO EN EL MISMO PUNTO RELATIVO EN EL CIELO. SE REQUIERE DE UN SISTEMA MUY CUIDADOSAMENTE DISEÑADO PARA EL LANZAMIENTO Y PUESTA EN ÓRBITA DEL SATÉLITE.

PERIODO ORBITAL

EN ESTE SISTEMA EL SATÉLITE CONSERVA UNA ÓRBITA ECUATORIAL APROXIMADAMENTE DE 24 HORAS, DE PERÍODO ORBITAL. ESTE PERÍODO ORBITAL, PARA EL CASO DE UNA ÓRBITA CIRCULAR, SE ENCUENTRA DEFINIDO POR LA LEY DE KEPLER, QUE ENUNCIA LO SIGUIENTE:

$$P_0^2 = \frac{4(\pi)^2 (R + H)^2}{\mu}$$

DONDE:

- P₀ = PERÍODO ORBITAL (SEG)
- R = RADIO DE LA TIERRA (M)
- H = ALTURA DEL SATÉLITE
- μ = CONSTANTE DE KEPLER

EL VALOR DE LA CONSTANTE DE KEPLER ES $3.99 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{seg}^2$

ECUACIÓN DERIVADA DE LOS CRITERIOS DE EQUILIBRIO ENTRE LAS FUERZAS CENTRÍFUGAS Y DE ATRACCIÓN GRAVITACIONAL. PARA UN PERÍODO ORBITAL APROXIMADAMENTE DE 24 HORAS, EL SATÉLITE SE ENCUENTRA EN UNA ALTURA APROXIMADA DE 35,890 KM., TOMANDO AUTOMÁTICAMENTE LA CONDICIÓN ESTACIONARIA, PARA EL OBSERVADOR DESDE LA TIERRA. EL PERÍODO RELATIVO SE DETERMINA POR LA SIGUIENTE RELACIÓN:

$$P = \frac{24 P_0}{24 - P_0}$$

DONDE P ESTA DEFINIDO COMO PERÍODO RELATIVO. SE OBSERVA EN ESTA ECUACIÓN QUE EL PERÍODO RELATIVO DE UN SATÉLITE DE PERÍODO ORBITAL DE 24 HORAS ES INFINITO.

LA ORBITA GEOESTACIONARIA

CONDICIONES PARA QUE EL SATÉLITE GUARDE UNA ÓRBITA GEOSTACIONARIA SON LOS SIGUIENTES :

- A). → LA ÓRBITA DEBE DE SER CIRCULAR
- B). → LA ÓRBITA DEBE SER ECUATORIAL
- C). - LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DEBE SER 35,890 KM.
- D). → EL SATÉLITE DEBE DESPLAZARSE EN EL MISMO SENTIDO DE ROTACIÓN DE LA TIERRA.

AL CUMPLIR CON ESTAS CONDICIONES SE LOGRA UN PERÍODO DE 24 HORAS LO CUAL AUNADO A LA ÓRBITA ECUATORIAL ALREDEDOR DEL MISMO EJE DE ROTACIÓN DE LA TIERRA PERMITE LA SINCRONIZACIÓN Y POR LO TANTO LA ÓRBITA GEOESTACIONARIA LO CUAL ES DERIVADA DE LOS CRITERIOS DE EQUILIBRIO ENTRE

LAS FUERZAS CENTRÍFUGA Y DE ATRACCIÓN MECÁNICA ESPACIAL LA CUAL RIGE EL MOVIMIENTO DE LOS PLANETAS Y DE NUESTROS SATÉLITES ARTIFICIALES. UNA VEZ QUE EL SATÉLITE SE FIJA EN SU POSICIÓN, ES NECESARIO ESTABILIZARLO Y CORREGIR SU POSICIÓN CONSTANTEMENTE YA QUE EXISTEN FUERZAS EXTERNAS QUE SE ENCARGAN DE MOVERLO. LOS SUBSISTEMAS DE PROPULSIÓN SON LOS ENCARGADOS DE REALIZAR ESTAS MANIOBRAS. LOS MOTORES DE MANIOBRA Y LOS MOTORES DE ORIENTACION SON ALIMENTADOS NORMALMENTE POR COMBUSTIBLES QUE OPERAN PROPULSORES QUÍMICOS, EL MAS UTILIZADO ES LA HIDRAZINA MONOPROPELENTE AUNQUE LA TENDENCIA APUNTA HACIA LA UTILIZACION DE SISTEMAS BIPROPELENTE (CON DOS PROPELENTE DISTINTOS, UN COMBUSTIBLE Y UN OXIDANTE). DE HECHO, ES ESTE COMBUSTIBLE EL QUE DETERMINA LA VIDA ÚTIL DEL SATÉLITE EL CUAL EN PROMEDIO ES DE 10 A 14 AÑOS.

AREA DE COBERTURA

SON TRES LOS SATÉLITES REQUERIDOS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN GLOBAL A NIVEL MUNDIAL CON ESTE TIPO DE SATÉLITES, CON UN ÁNGULO DE COBERTURA SOBRE EL ECUADOR DE LA TIERRA DE 162.6 GRADOS VISTO DESDE EL SATÉLITE. EN EL SISTEMA DE COBERTURA GLOBAL; LOS TRES SATÉLITES SE ENCUENTRAN CON UNA SEPARACIÓN APROXIMADA DE 120 GRADOS ENTRE ELLOS.

EN EL CASO DE LOS SISTEMAS INTELSAT PARA COMUNICACIONES INTERNACIONALES, LOS PUNTOS ESTRATÉGICOS DONDE SE ENCUENTRAN LOS SATÉLITES SON: SOBRE EL OCÉANO ATLÁNTICO, PACÍFICO E INDICO.

Y

EL MAYOR PROBLEMA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN QUE OPERA CON SATÉLITES GEOESTACIONARIOS O FIJOS, ES EL RETARDO DE LA SEÑAL, ALREDEDOR DE 0.26 SEGUNDOS, PARA UNA COMUNICACIÓN DE UN SALTO, ES DECIR, ESTACIÓN

TERRENA-SATÉLITE-ESTACIÓN TERRENA.

PERDIDAS DE TRANSMISION Y ASIGNACION DE FRECUENCIAS

LOS SATÉLITES EN GENERAL, COMO PARTE DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES, TIENEN COMO FINALIDAD RETRASMITIR LAS SEÑALES ENVIADAS DESDE LA TIERRA. PARA EL CASO DE LOS SATÉLITES GEOESTACIONARIOS, POR LA DISTANCIA QUE CONSERVAN RESPECTO A LA TIERRA (35, 890 KM), REQUIEREN DE DISPOSITIVOS ADICIONALES QUE PERMITAN COMPENSAR LAS PÉRDIDAS OCASIONADAS EN EL ESPACIO LIBRE.

SE PUEDE OBSERVAR EN LA ECUACIÓN SIGUIENTE QUE LA POTENCIA RECIBIDA DESDE UNA ESTACIÓN ESPACIAL(SATÉLITE), ES INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA DISTANCIA O INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LAS PÉRDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE.

$$P_r = P_T G_T G_R \left[\frac{\lambda}{4\pi d} \right]^2$$

DONDE:

P_T = POTENCIA DE TRANSMISIÓN

G_T = GANANCIA DE ANTENA DE TRANSMISIÓN

G_R = GANANCIA DE ANTENA DE RECEPCIÓN

λ = LONGITUD DE ONDA

d = DISTANCIA ENTRE EL SATÉLITE Y LA ESTACIÓN TERRENA

Y

$$\left[\frac{4\pi d}{\lambda} \right]^2$$

DETERMINA LAS PÉRDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE

DISPOSITIVOS ACTIVOS, COMO AMPLIFICADORES A DIODO TÚNEL, GAASFET Y TUBOS DE ONDA PROGRESIVA DE ALTO Y BAJO NIVEL, PERMITEN COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE MENCIONADAS. SE INCLUYEN, ÁDEMÁS DE ESTE TIPO DE DISPOSITIVOS, OSCILADORES Y MEZCLADORES PARA TRANSPONDER O ABATIR LAS FRECUENCIAS RECIBIDAS DE LAS TRANSMITIDAS, CON OBJETO DE EVITAR INTERFERENCIAS SUFRIDAS EN EL SATÉLITE POR EL USO DE UNA MISMA FRECUENCIA PARA TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN. DE ESTA FORMA UN SATÉLITE GEOESTACIONARIO, COMO PARTE INTEGRAL DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES, TIENE LA SIGUIENTE CARACTERÍSTICA:

$$F_T \neq F_R$$

DONDE:

F_T = FRECUENCIA DE TRANSMISIÓN

F_R = FRECUENCIA DE RECEPCIÓN

LA DESIGNACIÓN DE LAS PRIMERAS BANDAS DE FRECUENCIAS, DADAS A CONOCER EN LA CONFERENCIA EXTRAORDINARIA RADIOADMINISTRATIVA, CELEBRADA EN GÉNOVA, EN 1963, DESPUÉS DE CONSIDERAR QUE EN FRECUENCIAS MENORES DE 1 GHZ EL RUIDO ESTÁTICO Y CÓSMICO AUMENTA Y QUE A FRECUENCIAS MAYORES DE 10 GHZ LAS ONDAS SON ABSORBIDAS POR EL OXIGENO Y EL VAPOR EXISTENTE EN EL AIRE CUANDO PASAN A TRAVÉS DE LA ZONA ATMOSFÉRICA Y CONSIDERANDO QUE EL RUIDO ES UN COEFICIENTE QUE DEPENDE DE LA ELEVACIÓN SOBRE UN PLANO HORIZONTAL, ACORDÓ FINALMENTE APTA LA GAMA DE FRECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 1 Y 10 GHZ (REFERIDAS COMO RADIOVENTANA); PARA SER UTILIZADAS EN COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE, QUEDANDO DESIGNADAS PARA USARSE EN EL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE LAS FRECUENCIAS DE 5,925 A 6,425 MHZ PARA LA TRANSMISIÓN DE SATÉLITE A TIERRA (HOY CONOCIDA COMO BANDA " C "). POSTERIORMENTE CON EL DESARROLLO DE NUEVA TECNOLOGÍA ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS

EXISTENTES FUERA DEL RANGO DE 1 A 10 GHZ HAN SIDO DEBIDAMENTE COMPENSADOS (SOBRE TODO CON EL DESARROLLO DE DISPOSITIVOS DE BAJO NIVEL DE RUIDO) DE MODO QUE ACTUALMENTE SE MANEJAN ADICIONALMENTE OTRAS BANDAS.

EN CONCLUSIÓN, LOS SATÉLITES, EN GENERAL, TIENE COMO FINALIDAD RETRANSMITIR LAS SEÑALES ENVIADAS DESDE LA TIERRA (SEÑAL UP-LINK), PARA RETORNARLAS EN OTRA BANDA DE FRECUENCIAS (SEÑAL DOWN-LINK). LAS BANDAS MÁS UTILIZADAS SON LAS SIGUIENTES:

	BANDA "C" MHZ	BANDA "Ku" MHZ	BANDA "KA" MHZ
ASCENDENTE (UP-LINK)	5,925 A 6,425	14,000 A 14,500	27,500 A 31,000
DESCENDENTE (DOWN-LINK)	3,700 A 4,200	11,700 A 12,200	17,700 A 21,200

CONCEPTOS GENERALES DEL SISTEMA

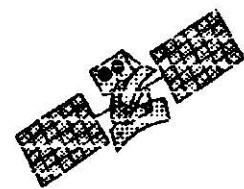
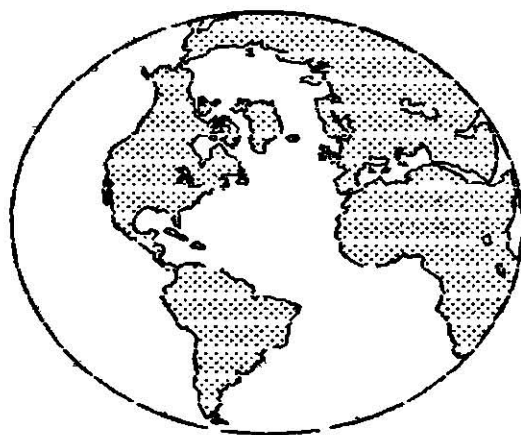
EL SISTEMA EN SÍ MISMO ES UN SISTEMA COMPLEJO QUE DEBE SER CREADO SU PROPIA POTENCIA Y FIJARSE O AJUSTARSE POR SÍ MISMO CUANDO LAS FUERZAS GRAVITACIONALES DE LA LUNA, LA TIERRA CAMBIAN. LOS SATÉLITES MODERNOS PESAN ENTRE 1800 Y 4000 LIBRAS. CONTIENEN UNA SERIE DE RECEPTORES DE RADIO/TELEVISIÓN LOS CUALES RECOGEN LAS TRANSMISIONES ENVIADAS DESDE LA TIERRA (SEÑALES ASCENDENTES O UP-LINK) UNA SERIE DE CONVERTIDORES DE FRECUENCIA QUE CAMBIAN LAS SEÑALES UPLINK A UNA NUEVA BANDA DE FRECUENCIAS PARA SU VIAJE DE REGRESO A LA TIERRA (SEÑALES DESCENDENTES O

DOWN-LINK), UNA SERIE DE TRANSMISORES LOS QUE AMPLIFICAN LA POTENCIA DE LAS SEÑALES DOWNLINK Y UNA SERIE DE COMPLEJAS ANTENAS TRANSMISORAS Y RECEPTORAS. TODO ESTO VA COLOCADO EN UNA FORMA RECTANGULAR DE APROXIMADAMENTE 2 METROS POR LADO. A BORDO HAY TAMBIÉN PANALES DE CELDAS SOLARES LAS QUE DEBEN ESTAR DIRIGIDAS HACIA EL SOL PARA RECIBIR LOS RAYOS SOLARES LOS QUE SERÁN CONVERTIDOS A POTENCIA ELÉCTRICA PARA OPERAR EL EQUIPO ELECTRÓNICO QUE SE ENCUENTRAN A BORDO, ADEMÁS, BATERÍAS PARA ALMACENAR DICHA POTENCIA PARA LOS PERÍODOS OCASIONALES CUANDO LA TIERRA SE ATRAVIESA ENTRE EL SOL Y EL SATÉLITE. CUANDO EL SATÉLITE TIENDE A SALIRSE DE SU PUNTO EN LA ÓRBITA ASIGNADA, UNA SERIE DE COHETES MINIATURA DE EMPUJE (NORMALMENTE 12) QUE SON CONSTRUÍDOS EN LA SUPERFICIE DEL SATÉLITE A SU POSICIÓN CORRECTA EN LA ÓRBITA.

EL SATÉLITE CONTINUAMENTE ENVÍA UNA SERIE DE MENSAJES HACIA LA TIERRA A UN CONTROLADOR DE VUELO Y UNA SERIE DE COMPUTADORAS COSTANTEMENTE ANALIZAN TODO LO QUE ESTÁ SUCEDIENDO A BORDO DESDE LAS CONDICIONES DE LOS COHETES DE EMPUJE HASTA LA TEMPERATURA EN LA SUPERFICIE DEL SATÉLITE Y LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS TRANSMISORES Y RECEPTORES DEL SATÉLITE. CUANDO ALGO SE SALE DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS, EL CONTROLADOR TRANSMITE ORDENES DESDE LA TIERRA AL SATÉLITE PARA HACER LOS AJUSTES CORRESPONDIENTES EN LA OPERACIÓN DEL SATÉLITE.

CAPITULO V

DESCRIPCION A CUADROS DE UN SATELITE TIPICO



DESCRIPCION A CUADROS DE UN SATELITE TIPICO

EL INTELSAT III

LA FIGURA 5.1 MUESTRA EL DIAGRAMA A CUADROS DE UN SATÉLITE DE LA SERIE INTELSAT III DONDE LA RUTA DE TRANSMISIÓN-RECEPCIÓN SE CONOCE CON EL NOMBRE DE TRANSPONDER EL CUAL RECIBE LAS PORTADORAS DE RADIOFRECUENCIA (RF) EN EL ORDEN DE LOS 6 GHZ Y LAS CONVIERTE A 4 GHZ (SUPONIENDO BANDA C) AMPLIFICADAS ANTES DE SER RETRANSMITIDAS, CON OBJETO DE AUMENTAR LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN EN EL SATÉLITE POR ASIGNACIÓN A CADA TRANSPONDER DE UAN FRACCIÓN DE LA BANDA TOTAL.

LA EVUALUACIÓN GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO MONTADO EN EL SATÉLITE, ASÍ COMO EL CONTROL DEL MISMO, SON FACTORES IMPORTANTES PARA PREDECIR SU TIEMPO DE VIDA ÚTIL. ESTOS SON DATOS CONOCIDOS EN LA TIERRA A TRAVÉS DE UNA ESTACIÓN MONITORA DENOMINADA DE TELECOMANDO Y CONTROL CUYA FUNCIÓN ES INTERPRETAR LAS SEÑALES DE TELECOMANDO Y CONTROL RECIBIDAS DESDE EL SATÉLITE Y TRANSFERIR CODIFICADAS LAS INSTRUCCIONES NECESARIAS PARA CORREGIR UN DESARROLLO ANORMAL IMPREVISTO.

HACIENDO REFERENCIA A LA FIGURA, ESTAS SEÑALES SON RECIBIDAS POR LA ANTENA OMNIDIRECCIONAL DEL SATÉLITE (ANTENA DE MONITOREO), PASAN POR EL AMPLIFICADOR A DIODO TÚNEL, EL CONVERTIDOR DE FRECUENCIAS (FORMADO POR EL MEZCLADOR Y EL OSCILADOR LOCAL) Y EL TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE BAJA POTENCIA, E INSERTADAS AL DECODIFICADOR DE TELECOMANDO, A TRAVÉS DE UN FILTRO ACOPLADOR. AHÍ SON PROCESADAS ANTES DE APLICARSE AL CIRCUITO DE CONTROL QUE PUEDE SER EL ENCENDIDO DEL MOTOR DE APOGEO PARA CORREGIR LA ÓRBITA, ENCENDER UN AMPLIFICADOR A TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS, ETC.

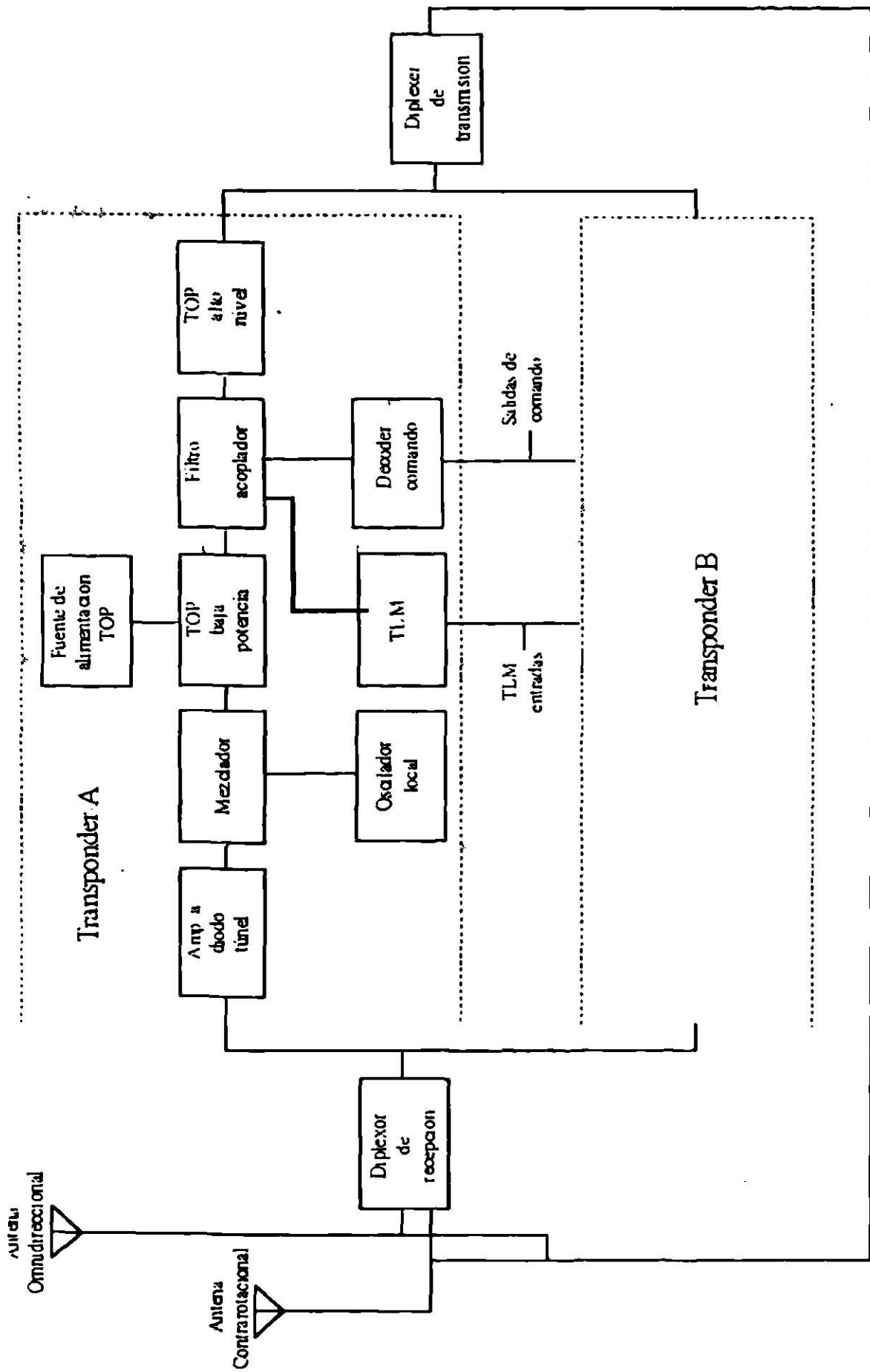


Figura No. 5.1

A CONTINUACIÓN SE DELINEA EL FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN LA TRAYECTORIA DE LA SEÑAL DE COMUNICACIONES.

A).- ANTENA

LAS SEÑALES DE COMUNICACIONES ENVÍADAS DESDE LA ESTACIÓN TERRENA EN FRECUENCIA DEL ORDEN DE LOS 6 GHZ, SON RECIBIDAS POR LA ANTENA CONTRARROTACIONAL (ESTE SISTEMA DE ANTENA PERMITE MAYOR ESTABILIDAD AL SATÉLITE) Y PASADAS AL DIPLEXER DE RECEPCIÓN.

DEBEMOS ACLARAR, QUE EL SATÉLITE INTELSAT III FUE UN SATÉLITE DE CUERPO CILÍNDRICO ESTABILIZADO POR GIRO (SEMEJANTE A LOS MORELOS MEXICANOS) LO QUE CONSECUENTEMENTE OBLIGA A UTILIZAR UNA ANTENA CONTRARROTACIONAL, CON GIRO CONTRARIO AL DEL SATÉLITE PARA PODERLA ORIENTAR. AUNQUE ESTAMOS DESCRIBIENDO AL INTELSAT III, EL DIAGRAMA ES VÁLIDO PARA UN SATÉLITE CUALQUIERA DE LOS ACTUALES SOLO CON LA CONSIDERACIÓN, EN ESTE PUNTO DE QUE LA ANTENA NO SERÍA CONTRARROTACIONAL PARA UN MODELO DE CUERPO CÚBICO CON ALETAS DONDE SOLO NOS REFERIRÍAMOS A LA ANTENA COMO LA "ANTENA DE COMUNICACIONES" PARA DIFERENCIARLA DE LA DE MONITOREO (LA OMNIDIRECCIONAL).

B).- DIPLEXER DE RECEPCION

EN EL DIPLEXER DE RECEPCIÓN SON SEPARADAS LAS DIFERENTES BANDAS (O PORTADORAS) DE COMUNICACIÓN PARA SER ALIMENTADAS A SU RESPECTIVO TRANSPONDER O CANAL.

C).- AMPLIFICADOR A DIODO TUNEL

SIGUIENDO LA TRAYECTORIA DE LA SEÑAL DE UN TRANSPONDER, OBSERVAMOS QUE ESTA ES AMPLIFICADA EN EL AMPLIFICADOR A DIODO TÚNEL QUE TIENE APROXIMADAMENTE 31 DB DE GANANCIA Y UNA FIGURA DE RUIDO DE 4.3 DB.

NUEVAMENTE DEBEMOS MENCIONAR AQUÍ, QUE SI QUEREMOS GENERALIZAR EL DIAGRAMA, ES CONVENIENTE REFERIRNOS A ÉSTE AMPLIFICADOR COMO UN LNA (AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO) Y CONSIDERAR QUE LA MAYORÍA DE LOS SATÉLITES MODERNOS SE UTILIZAN COMO DISPOSITIVOS ACTIVOS LOS TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO DE ARSENIURO DE GALIO O GAAsFET.

D).- MEZCLADOR

EN ESTA PARTE SON MEZCLADAS LAS SEÑALES DE 6 GHZ, PARA CONVERTIRLAS EN SEÑALES DE ORDEN DE LOS 4 GHZ (ABATIDAS O TRANSPUESTAS 2225 MHZ EN BANDA C), EN ESTA MISMA PARTE SE CUENTAN CON FILTROS QUE ELIMINAN LAS SEÑALES ESPURIAS INDESEABLES, PRODUCTO DE LA MEZCLA, PERMITIENDO EL ACCESO AL AMPLIFICADOR DE TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS (TWT) A LAS SEÑALES ÚTILES DE COMUNICACIONES.

EN EL CASO DE QUE LA BANDA UTILIZADA FUERA LA BANDA "KU" EL CAMBIO DE LA FRECUENCIA EN EL MEZCLADOR ES DE 2300 MHZ. EN CUALQUIERA DE LOS CASOS OBSERVE QUE LA FRECUENCIA DE BAJADA SIEMPRE SERÁ MENOR QUE LA DE SUBIDA. ÉSTO ES ASÍ POR EL HECHO DE QUE LA SEÑAL DE BAJADA ESTÁ LIMITADA EN CUANTO A SU POTENCIA POR LA CAPACIDAD DE LAS CELDAS SOLÁRES QUE SON LA ÚNICA FUENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA DISPONIBLE EN EL SATÉLITE Y CONSIDERANDO QUE A MAYOR FRECUENCIA EXISTEN MÁS PÉRDIDAS DE PROPAGACIÓN ES PREFERIBLE SELECCIONAR LA QUE TENGA MENOS PÉRDIDAS (LA DE MENOR FRECUENCIA) PARA LA BAJADA Y LOGRAR QUE LLEGUE A TIERRA

CON MAYOR NIVEL DE POTENCIA QUE SI SE ESCOGIERA LA DE MAYOR FRECUENCIA. EN EL CASO DE LA SEÑAL DE SUBIDA, EL PROBLEMA NO ES TAN CRÍTICO YA QUE EN TIERRA SE DISPONE DE OTRAS FUENTES DE ENERGÍA PARA, PREVIAMENTE, COMPENSAR LAS POSIBLES PÉRDIDAS.

E).- TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE BAJA POTENCIA

LAS SEÑALES DE COMUNICACIONES SON AMPLIFICADAS EN ESTA PARTE DEL EQUIPO.

F).- TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE ALTA POTENCIA

AQUÍ LAS SEÑALES DE COMUNICACIÓN SON FINALMENTE AMPLIFICADAS AL NIVEL ADECUADO DE TRANSMISIÓN.

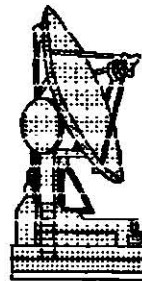
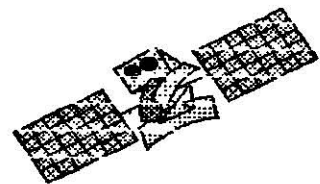
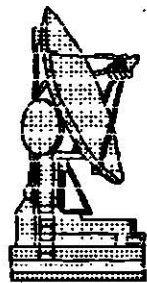
NOTA: AMBOS TUBOS DE ONDAS PROGRESIVAS PUEDEN SER AGRUPADOS EN UN SOLO CUADRO DESIGNADO COMO HPA (AMPLIFICADOR DE ALTA POTENCIA). EN ALGUNOS SISTEMAS MODERNOS ESTE AMPLIFICADOR ESTÁ CONSTITUÍDO DE DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO.

G).- DIPLEXER DE TRANSMISION

LAS SEÑALES DE TODOS LOS TRANSPONDERS SON COMBINADAS PARA SER ALIMENTADAS A LA ANTENA DE COMUNICACIONES QUE SE ENCARGARÁ DE TRANSMITIR LA INFORMACIÓN HACIA LA TIERRA.

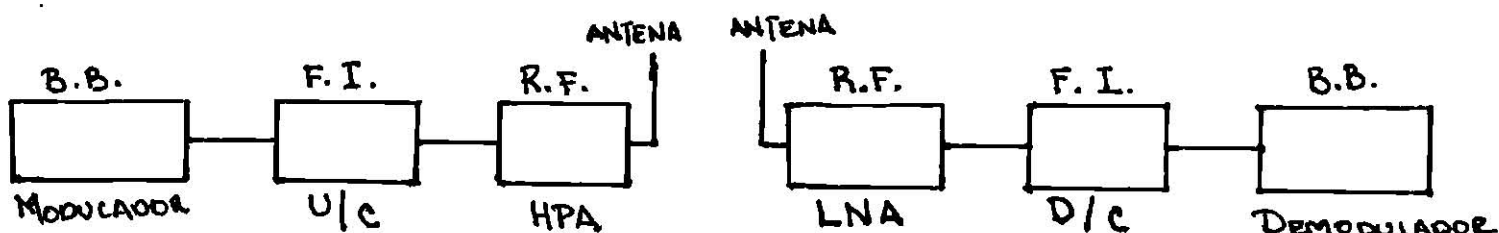
CAPITULO VI

EL ENLACE TIERRA - SATELITE - TIERRA



CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA

PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE, SE REQUIERE CONTAR CON UNA ESTACIÓN TERRENA TRANSMISORA, UN SATÉLITE DE RADIOCOMUNICACIONES Y UNA ESTACIÓN TERRENA RECEPTORA, INTEGRADOS SEGÚN LA RECOMENDACIÓN DE CCIR (REC-352-1), DEL CIRCUITO HIPOTÉTICO DE REFERENCIA COMO A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE:



ESTACION TERRENA
TRANSMISORA

ESTACION TERRENA
RECEPTORA

ESTACION TERRENA TRANSMISORA

- ACOMETIDA DE LA SEÑAL A TRANSMITIR (ENTRADA DE BANDA BASE)
- MODULADOR
- CONVERTIDOR DE SUBIDA (U/C, UP CONVERTER)
- AMPLIFICADOR DE POTENCIA (HPA, HIGH POWER AMP.)
- ANTENA, LADO DE TRANSMISIÓN

LA SEÑAL DE INFORMACIÓN (TELEFONÍA, TELEVISIÓN, INFORMACIÓN DIGITAL, ETC), ES RECIBIDA POR EL EQUIPO TRANSMISOR DE SATÉLITE EN TIERRA UNA VEZ QUE, PREVIAMENTE ES AGRUPADA ADECUADAMENTE MEDIANTE LA MULTIPLEXIÓN EN LA FORMA DE BANDA BASE (BB), PARA SER ALIMENTADA AL MODULADOR. ESTE MODULADOR OPERA A UNA FRECUENCIA ESTÁNDAR DE 70 MHZ LLAMADA FRECUENCIA INTERMEDIA (F.I.) LA CUAL ES MODULADA EN FRECUENCIA POR LA BANDA BASE.

LA SEÑAL DE FI (MODULADA), ES POSTERIORMENTE ELEVADA AL RANGO DE MICROONDAS (EJEMPLO: 6 GHZ EN BANDA C), EN EL CONVERTIDOR DE SUBIDA PARA LUEGO SER AMPLIFICADA EN EL HPA CON LA FINALIDAD DE COSEGUIR EL SUFICIENTE NIVEL PARA QUE LA SEÑAL LLEGUE AL SATÉLITE CON LA POTENCIA SUFICIENTE.

LA SEÑAL DE MICROONDAS ES ALIMENTADA A LA ANTENA LA QUE CONCENTRA LA ENERGÍA DIRIGIENDOLA HACIA EL SATÉLITE.

SATELITE DE RADIOCOMUNICACIONES

- ANTENA LADO DE RECEPCIÓN
- AMPLIFICADORES DE BAJO NIVEL DE RUIDO (LNA)
- CONVERTIDOR DE FRECUENCIA (TRASLADOR DE BANDA)
- AMPLIFICADOR DE POTENCIA (HPA)
- ANTENA LADO DE TRANSMISIÓN.

AL LLEGAR LA SEÑAL AL SATÉLITE, ES CAPTADA POR LA ANTENA DE RECEPCIÓN LA CUAL ALIMENTA A UN AMPLIFICADOR DE BAJO NIVEL DE RUIDO (LNA) EL CUAL AMPLIFICA LA MICROONDA PARA LUEGO, EN EL CONVERTIDOR, BAJAR SU FRECUENCIA AL RANGO DE LA BANDA DOWN-LINK (EJEMPLO AL RANGO DE 4 GHZ EN BANDA C). UNA VEZ TRASLADADA LA FRECUENCIA, LA SEÑAL SERÁ AMPLIFICADA POR EL HPA Y ENVIADA HACIA LA TIERRA POR LA ANTENA DE TRANSMISIÓN. ESTA ANTENA, EN OCACIONES, ES LA MISMA QUE LA DE RECEPCIÓN.

ESTACION TERRENA RECEPTORA

- ANTENA LADO DE RECEPCIÓN
- AMPLIFICADOR DE BAJO NIVEL DE RUIDO
- CONVERTIDOR DE BAJADA (D/C DOWN CONVERTER)
- DEMODULADOR
- ENTREGA DE SEÑAL DE BANDA BASE

EN LA ESTACIÓN TERRENA RECEPTORA LA SEÑAL ES RECOGIDA POR LA ANTENA, ALIMENTADA AL CONVERTIDOR DE BAJADA DONDE LA SEÑAL ES CONVERTIDA DEL RANGO DE MICROONDAS A FRECUENCIA INTERMEDIA (70 MHZ) PARA LUEGO SER RECUPERADA LA INFORMACIÓN EN EL DEMODULADOR. LA SEÑAL A LA SALIDA DEL DEMODULADOR ES LA INFORMACIÓN EN LA FORMA DE BANDA BASE.

CAPÍTULO VII

ACCESO MULTIPLE

ACCESO MULTIPLE

DEFINICION

EL ACCESO MÚLTIPLE SE DEFINE COMO LA CAPACIDAD PARA QUE UN GRAN NÚMERO DE ESTACIONES TERRENAS TRANSMISORAS "CONECTEN" SUS ENLACES DE COMUNICACIÓN CORRESPONDIENTES A TRAVÉS DE UN SATÉLITE COMÚN.

CLASIFICACION

LOS TRES TIPOS MÁS COMUNES DE ACCESO MÚLTIPLE SON:

A).- FDMA (ACCESO POR DIVISION DE FRECUENCIA) DONDE TODOS LOS USUARIOS (TRANSMISORES EN TIERRA) TIENEN ACCESO AL SATÉLITE AL MISMO TIEMPO PERO CADA UNO TRANSMITE EN SU PROPIA Y ÚNICA BANDA DE FRECUENCIAS. ESTA ES LA FORMA DE ACCESO MÚLTIPLE MAS UTILIZADA CON LA MODULACIÓN ANALÓGICA, DONDE LAS SEÑALES ESTÁN PRESENTES TODO EL TIEMPO.

B).- TDMA (ACCESO POR DIVISION DE TIEMPO) DONDE LOS USUARIOS TRANSMITEN POR "TURNO" EN SU PROPIA Y ÚNICA "RANURA" DE TIEMPO. MIENTRAS ESTÁ TRANSMITIENDO, CADA OCUPANTE TIENE EL USO EXCLUSIVO DE UNO O MÁS TRANSPONDERS. LA NATURALEZA INTERMITENTE DEL TDMA LO HACE PARTICULARMENTE PARA MODULACIÓN DIGITAL.

C).- CDMA (ACCESO POR DIVISION DE CODIGO) MUCHAS ESTACIONES TERRENAS TRANSMITEN SIMULTÁNEAMENTE SEÑALES CODIFICADAS DISTRIBUIDAS EN TODO EL ANCHO DE BANDA ASIGNADA. LOS SISTEMAS DECODIFICADORES RECIBEN LAS TRANSMISIONES COMBINADAS PROVENIENTES DE DIFERENTES ESTACIONES Y RECUPERAN CADA UNO DE ELLOS.

EN CUALQUIERA DE LAS TRES CLÁSICAS FORMAS DE ACCESO MÚLTIPLE CABE OTRA SUBDIVISIÓN:

SI EL ACCESO AL SATÉLITE ES PERMANENTE DE PARTE DE UNA ESTACIÓN TERRENA TRANSMISORA EL ACCESO SE CONOCE COMO FIJO O POR PREASIGNACIÓN. SI EL ACCESO ES TEMPORAL Y COMPARTIDO SE LE CONOCE COMO ACCESO DE ASIGNACIÓN POR DEMANDA.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS RELATIVAS

VENTAJAS DE FDMA

- 1.- NO SE REQUIERE DE SINCRONIZACIÓN (CADA ESTACIÓN TRANSMITE INDEPENDIEMENTE DE LAS OTRAS).
- 2.- LA ASIGNACIÓN DE CADA CANAL ES SIMPLE Y DIRECTA.

DESVENTAJAS DEL FDMA

- 1.- LOS NIVELES DE POTENCIA DE LOS ENLACES ASCENDENTES DEBEN DE SER ESTRECHAMENTE COORDINADOS PARA UN USO EFICAZ DE LA POTENCIA DE SALIDA DE MICROONDAS DE LOS TRANSPONDERS.
- 2.- EL SISTEMA ESTÁ PROPENSO A INTERMODULACIÓN POR LO QUE ES NECESARIO REDUCIR LA POTENCIA (TOTAL DEL TRANSPONDER) CONFORME AUMENTA EL NÚMERO DE PORTADORAS CON LA CONSECUENTE PÉRDIDA DE EFICIENCIA.

VENTAJAS DE TDMA

- 1.- NO SE COMPARTIENE LA POTENCIA Y NO SE PRESENTA PROBLEMA DE INTERMODULACIÓN.

2.- EL SISTEMA ES FLEXIBLE EN CUANTO A LA PIRE QUE CADA USUARIO TRANSMITE EN CADA ENLACE ASCENDENTE.

DESVENTAJAS DEL TDMA

1.- SE REQUIERE DE UNA SINCRONIA PERFECTA EN LA RED.

2.- SE REQUIERE DE UNA GRAN CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO SI LA TRAMA ES LARGA.

RUIDO DE INTERMODULACION

DEBIDO A LA CARACTERISTICA NO LINEAL DE TWT DEL TRANSPONDER DEL SATÉLITE, CUANDO SE PRESENTAN VARIAS PORTADORAS (COMO EN EL CASO DEL FDMA SE PRODUCEN PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN ENTRE LAS PORTADORAS AFECTANDO LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN. A ESTOS PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN SE LES DA EN NOMBRE DE " RUIDO DE INTERMODULACIÓN "

CUANDO DOS O MÁS PORTADORAS ESTAN PRESENTES EN EL MISMO TRANSPONDER, ESTOS PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN PUEDEN APARECER COMO "TRASLAPES" EN EL ESPECTRO ORIGINAL DE FRECUENCIAS ASIGNADO A CADA PORTADORA.

LA ÚNICA MANERA DE REDUCIR EL RUIDO DE INTERMODULACIÓN PARA UN TWT DADO ES DISMINUIR EL NIVEL DE SEÑAL DE ENTRADA DE MODO QUE ESTE PUEDA OPERAR EN LA REGIÓN LINEAL.

CAPITULO VIII

SATELITES SOLIDARIDAD

GENERALIDADES

CON LA PUESTA EN ÓRBITA DEL SATÉLITE MEXICANO SOLIDARIDAD II, SE OBTUVO UNA MAYOR COBERTURA GEOGRÁFICA Y SE INCREMENTÓ LA CAPACIDAD PARA VIDEO, TELEFONÍA Y TRANSMISIÓN DE DATOS EN GENERAL.

LA VIDA ÚTIL DE LOS SATÉLITES SOLIDARIDAD ES DE 14 AÑOS, Y TIENEN COMO FIN PRESTAR SERVICIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS DE TELECOMUNICACIONES, TELEVISIÓN Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES DIGITALES, POR MEDIO DE 24 REPETIDORAS EN BANDA KU Y 36 EN LA BANDA C.

ADEMÁS DE INCORPORARLA BANDA L, LA CUAL PERMITE LA CONEXIÓN CON VEHÍCULOS MÓVILES PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE, AÉREO O MARÍTIMO EN MÉXICO.

CON EL NUEVO SISTEMA SATELITAL, ALREDEDOR DE 10,000 COMUNIDADES RURALES DEL PAÍS TENDRÁN ACCESO A LOS SERVICIOS TELÉFONICOS Y DE EDUCATIVOS, YA QUE LA SEP HA ESTADO INSTALANDO EQUIPO DE TELEVISIÓN INTERACTIVA. (VIDEOCONFERENCIAS).

OBJETIVOS

LOS OBJETIVOS BÁSICOS DE LOS SÁTELITES SOLIDARIDAD SE SUBDIVIDE DE ACUERDO CON LAS BANDAS QUE EMPLEARÁN EN LA FORMA SIGUIENTE:

BANDA C

- 1.- AMPLIAR LA COBERTURA GEOGRÁFICA A LOS PAÍSES DEL CARIBE, CENTROAMÉRICA, INCLUYENDO ALGUNOS DEL SUR, COMO BOLIVIA, ECUADOR, PARAGUAY, PERÚ, URUGUAY Y VENEZUELA.
- 2.- RADIAR LA MENOR POTENCIA.
- 3.- MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN DENTRO DEL TERRITORIO MEXICANO AUMENTANDO LA POTENCIA DE LOS TRANSPONDERS.
- 4.- AUMENTAR PROPORCIONALMENTE EL NÚMERO DE TRANSPONDERS DE 36 MHZ, CON RESPECTO A LOS DE 72 MHZ, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS CANALES DE TELEVISIÓN.
- 5.- CONTAR CON FLEXIBILIDAD EN LA ASIGNACIÓN DE CAPACIDAD ENTRE LOS DISTINTOS HACES, DE TAL FORMA QUE FACILITE LA INTERCONEXIÓN DE CANALES ENTRE ELLOS Y ASÍ TRANSFERIRLOS DE HAZ A OTRO.

BANDA KU

- 1.- AMPLIAR LA COBERTURA GEOGRÁFICA PARA INCLUIR, ADEMÁS DEL TERRITORIO DE MÉXICO LAS CIUDADES NORTEAMERICANAS DE CHICAGO, DALLAS, LOS ANGELES, HOUSTON, MIAMI, NUEVA YORK, SAN FRANCISCO, TAMPA Y WASHINGTON.

- 2.- RADIAR LA MENOR POTENCIA AL MAR.
- 3.- REUTILIZAR FRECUENCIAS MEDIANTE POLARIZACIÓN CRUZADA.
- 4.- INCREMENTAR EN 6 DB LA DENSIDAD DE POTENCIA POR ANCHO DE BANDA UNITARIO A FIN DE:
 - A).- AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS ENLACES. REDUCIR EL DIÁMETRO DE LAS ANTENAS DE LAS ESTACIONES TERRENAS.
 - B).- AUMENTAR LA CAPACIDAD DE INFORMACIÓN BINARIA POR UNIDAD DE ANCHO DE BANDA.
- 6.- MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA DENTRO DEL TERRITORIO DE MÉXICO CON EL PROPÓSITO DE MEJORAR LA COMUNICACIÓN EN LAS ZONAS MÁS LLUVIOSAS DEL PAÍS.
- 7.- CONTAR CON SUFICIENTE FLEXIBILIDAD PARA REALIZAR INTERCONEXIÓN ENTRE HACES.
- 8.- REDUCIR EL ANCHO DE BANDA DE LOS TRANSPONEDORES A LA MITAD DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LOS ENLACES.
- 9.- REDUCIR EL ANCHO DE BANDA DE LOS TRANSPONEDORES A LA MITAD DE LA CALIDAD DE TRANSMISIÓN DE LOS ENLACES.

BANDA L

- 1.- ESTABLECER SERVICIOS MÓVILES POR SATÉLITE EN UNA BANDA EXCLUSIVA PARA ESE FIN.
- 2.- CUBRIR EL TERRITORIO NACIONAL, EL MAR PATRIMONIAL Y LAS ZONAS QUE LO RODEAN.

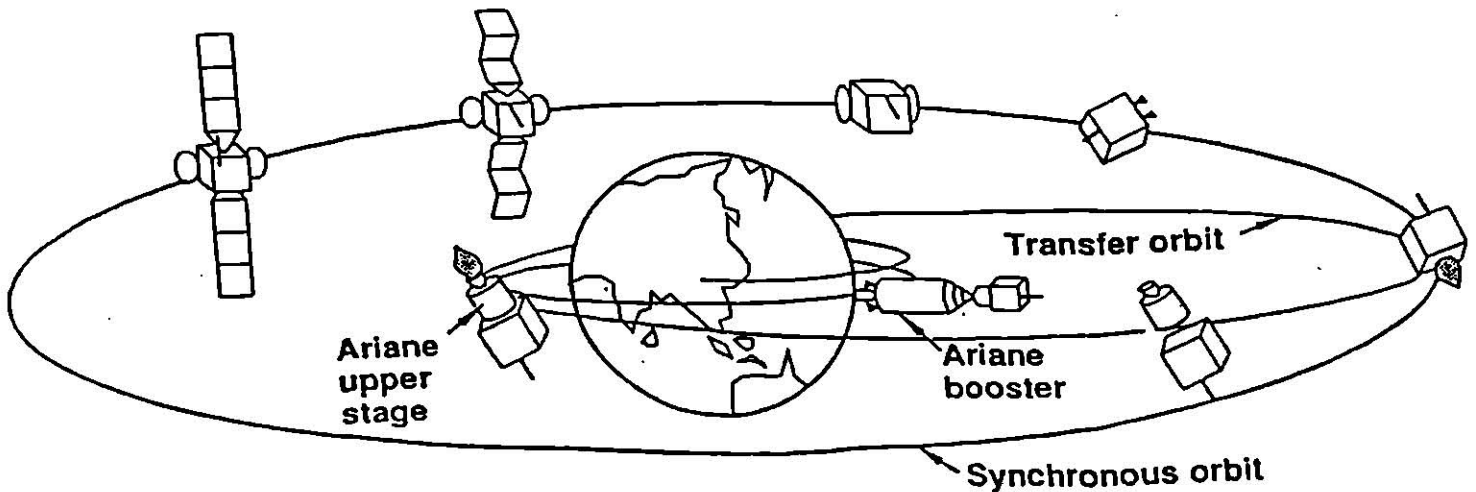
VENTAJAS TECNOLOGICAS DE LOS SATELITES SOLIDARIDAD

LOS SATÉLITES SOLIDARIDAD TIENEN MEJORAS EN TODOS LOS SUBSISTEMAS, DESTACANDO ENTRE OTRAS LAS SIGUIENTES:

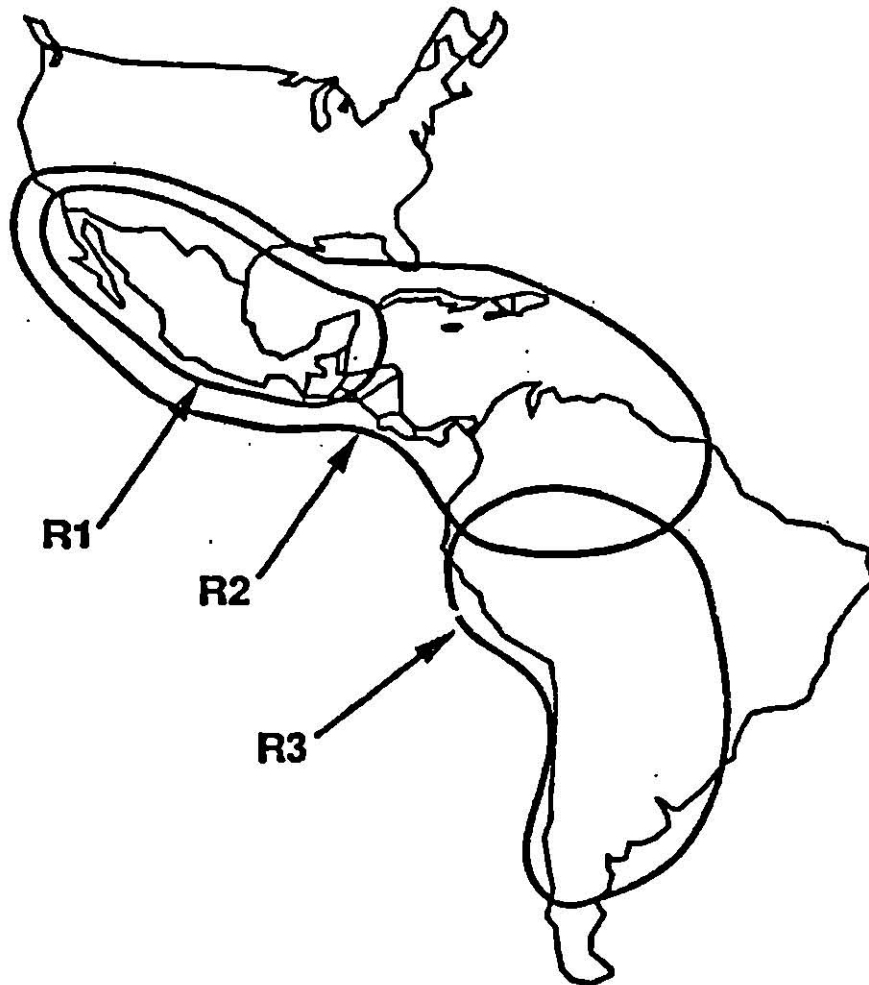
- MEJOR RELACIÓN G/T EN LOS RECEPTORES DE LOS SATÉLITES.
- BATERIAS DE NÍQUEL-HIDRÓGENO CON MEJOR DESEMPEÑO.
- MAYOR FLEXIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS AMPLIFICADORES DE REDUNDANCIA.
- TRANSPONEDORES DE MAYOR POTENCIA
- VIDA ÚTIL DE 14 AÑOS.
- CONMUTACIÓN DE TRANSPONEDORES A DISTINTOS HACES.
- MENOR SENSIBILIDAD A LOS EFECTOS DE INTERMODULACIÓN.

SECUENCIA DE LA PUESTA EN ÓRBITA

1. El vehículo lanzador despliega la OMNI
2. El vehiculo lanzador se pone a rotar 5 R.P.M.
3. El satélite se separa del vehículo lanzador
4. Incremento a 10 R.P.M.
5. Encendido del perigeo
6. Reorientación del satélite
7. Encendido del apogeo
8. Disminución de las R.P.M. a 1.5
9. Despliegue de los reflectores
10. Disminución de las R.P.M. a 0.33
11. Despliegue de los paneles solares
12. Despliegue de la omni a su posición
13. Operación en su posición geosíncrona



REGIONES DE COBERTURA DE BANDA C



R1: México
Guatemala
Belice
Parte sur de E.E.U.U.
Parte norte de Centro América

R2: Incluye R1
Caribe
Parte norte de Sudamérica
Centro América

R3: Gran parte de Sudamérica

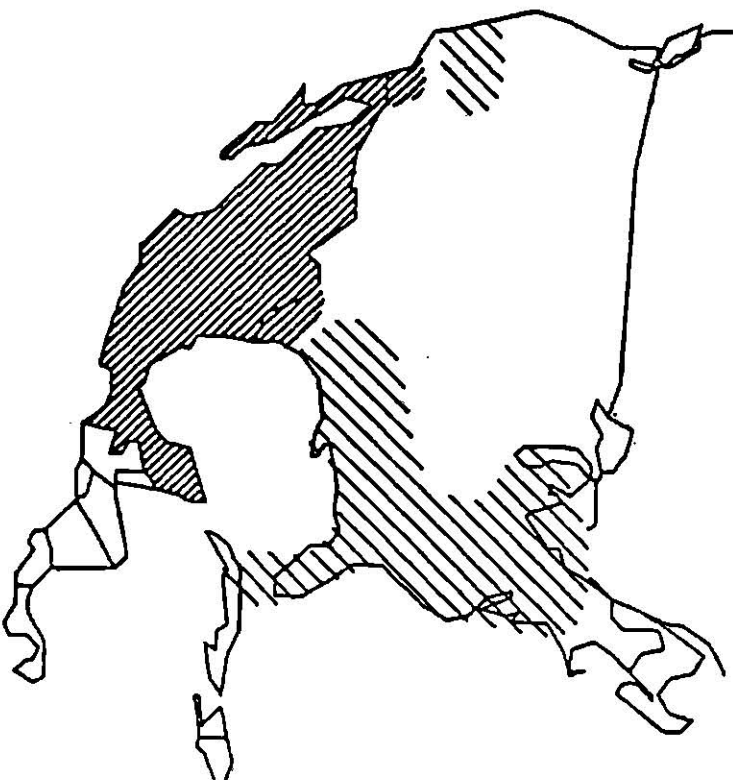
REGION DE COBERTURA DE LA BANDA KU

FRECUENCIAS

- SUBIDA 14.0 A 14.5 GHz
- BAJADA 11.7 A 12.2 GHz

CANALES

- 8 X 54 MHz
- VERTICAL A HORIZONTAL
- HORIZONTAL A VERTICAL



REGION R4 Y R5 BANDA KU

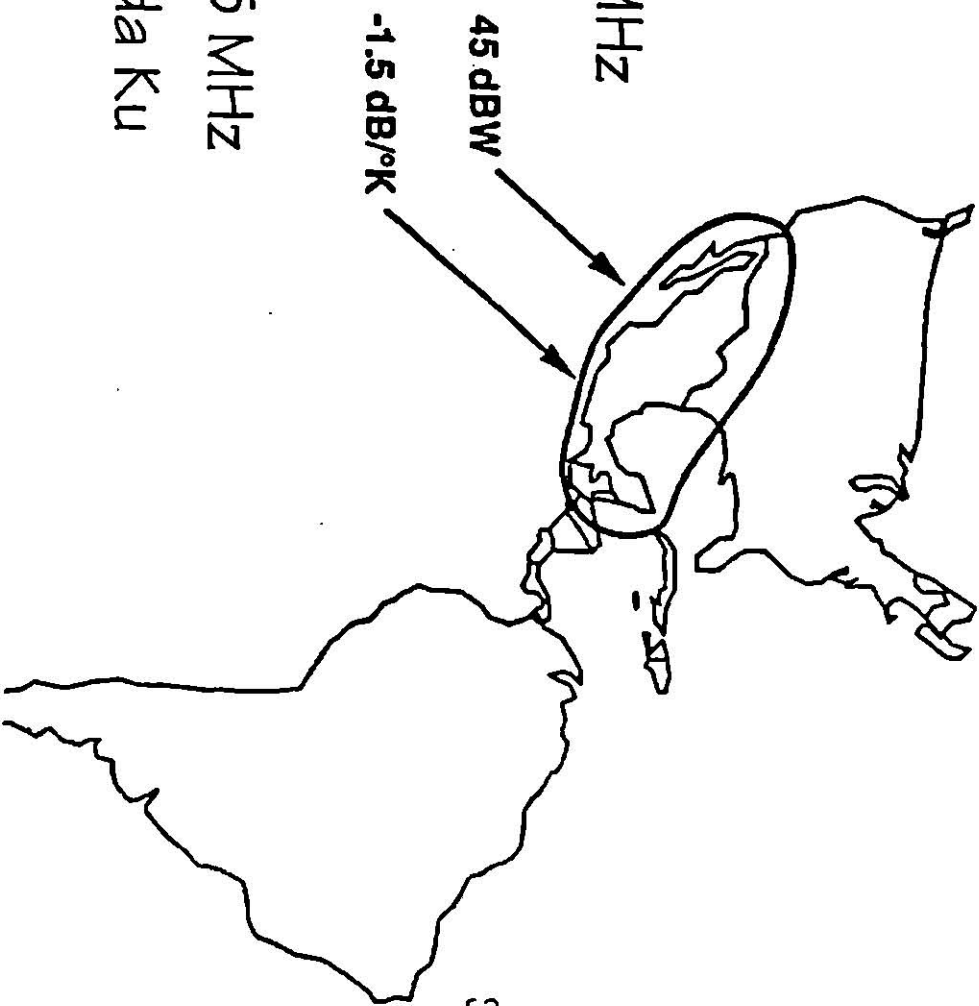
REGION DE COBERTURA DE LA BANDAS L

IDA

- Uso de los LNA's de banda KU
- Utilización de sub-bandas en las frecuencias entre los 1528 - 1559 MHz

REGRESO

- Utilización de sub-bandas en las frecuencias entre los 1,629 - 1660.5 MHz
- Utilización parte del canal 5 de banda Ku



BIBLIOGRAFIA

DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACION VIA SATELITE
ING. FERNANDO ESTRADA SALAZAR
FIME, UANL

SATELITES DE COMUNICACIONES
RODOLFO NERI VELA
MC. GRAW HILL

