

RESERVADO

ME 11-70

**MINISTERIO DE DEFENSA
EJERCITO DEL PERU**

COMUNICACIONES

**EMPLEO DE LAS
COMUNICACIONES SATELITALES
EN EL EJÉRCITO**

LIMA - PERU

AGOSTO -1999

RESERVADO

RESERVADO

ME 11-70

Lunes, de Agosto de 1999

EMPLEO DE LAS COMUNICACIONES SATELITALES EN EL EJERCITO

		Párrafo	Página
CAPITULO 1.	INTRODUCCION		
Sección I	Finalidad y Alcance		
01	Finalidad		01
01	Alcance		02
Sección II	Generalidades		
02	Introducción al Ambiente Espacial y Satélites		03
	Ambiente Espacial	04	03
	Importancia de los Satélites	05	11
	Orbitas de los Satélites	06	14
	Lanzamiento, Posicionamiento y/o estacionamiento orbital.....	07	18
	Sistemas Espaciales	08	26
	Frecuencias y designaciones de banda	09	33
	Ancho de banda para comunicaciones satelitales	10	39
	Antenas Satelitales	11	42
	Areas de Cobertura	12	50
	Areas de Concentración	13	50
	Configuración de los Sistemas de Com/Sat	14	54

CAPITULO 2. NECESIDADES DE COMUNICACIONES SATELITALES PARA EL EJERCITO

Sección I Antecedentes

77	Necesidades de enlace del combatiente moderno	15	
79	Características comunes de las necesidades de COM/SAT	16	
	Areas claves de la necesidad de satélites	17	80

Sección II Necesidades para la Fuerza Táctica en C⁴IVR

84	Dónde y cuándo se necesita el C ⁴ IVR.. Extensión del alcance global de los satélites para el C ⁴ IVR	18	84
85	Terminales de Comunicaciones Satelitales para el C ⁴ IVR	19	
85	Necesidades de Comunicaciones de multinivel, seguras y de uso común para el C ⁴ IVR	20	
85	Necesidades de Comunicaciones de multinivel, seguras y de uso común para el C ⁴ IVR	21	

Sección III Necesidades para las Operaciones de Guerra Electrónica e Inteligencia (OGEI)

86	Imperativos actuales de la OGEI	22	
87	Ventajas del Satélite para las OGEI	23	

Sección IV Necesidad para la Telemedicina de Combate

88	Concepto de Telemedicina de Combate	24	
89	Imperativos del Apoyo médico en el combate	25	

90	Necesidad del Satélite para la Telemedicina	26
----	---	----

CAPITULO 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES SATELITALES EN UN EJERCITO

Sección I Introducción

92	Propósito de la Arquitectura	27
93	Principios fundamentales en el diseño de la Arquitectura	28
93	Alternativas en la Arquitectura del SIST/SAT	29

Sección II Arquitectura de un Sistema Satelital Monocanal

96	Segmento Especial para Comunicaciones satelitales monocanales	30
97	Segmento de control para Comunicaciones satelitales monocanales	31
98	Segmento de terminal terrestre satelital monocanal	32
100	Limitaciones de la Arquitectura del Sistema satelital monocanal	33

Sección III Arquitectura de un Sistema Satelital Multicanal

102	Segmento Especial para Comunicaciones satelitales multicanal	34
	Segmento de control para Comunica-	

103	ciones	35
104	Segmento de terminal terrestre satelital multicanal	36
107	Limitaciones de la Arquitectura Satelital multicanal	37
CAPITULO 4.	COMUNICACIONES SATELITALES COMERCIALES Y CIVILES	
Sección I	Generalidades	
108	Historia y desarrollo de los satélites de Comunicaciones	38
112	Avances Tecnológicos en los Servicios y diseño de los satélites comerciales	39
113	Dónde emplear los Satélites Comercia- les	40
114	Cómo emplear los Satélites Comercia- les	41
114	Por qué emplear los Satélites Comer- ciales	42
115	Diferencias entre Satélites Comerciales y Satélites Militares	43
Sección II	Organización Internacional Satelital Marina (INMARSAT)	
117	Antecedentes de INMARSAT	44
117	Satélites Operacionales de INMARSAT.	45
120	Terminales Terrestres INMARSAT	46
122	Navegación de INMARSAT; INMARSAT III	47
Sección III	Organización Internacional Telecomunicaciones Satelitales (INTELSAT)	

124	Antecedentes de INTELSAT	48
124	Satélites de la INTELSAT.....	49
128	Estaciones Terrestres INTELSAT	50

Sección IV Sistema Privado Satelital Global Pan Am Sat

129	Antecedentes del PAN AM SAT	51
133	Satélites de PAN AM SAT(PAS 2/3/4)...	52
134	Centro de control de Operaciones de Red Pan Am Sat	53
134	Servicios que provee Pan Am Sat	54
139	Nuevos Satélites Pan Am Sat (PAS 5/9)	55

CAPITULO 5. SISTEMA DE COMUNICACIONES PERSONALES MOVILES GLOBALES POR SATELITES (GMPCS)

Sección I Generalidades

140	Antecedentes de las Comunicaciones Móviles Personales	56
141	Sistemas Móviles Satelitales (SMS).....	57
142	Altitud de las órbitas para los SMS	58
143	Opciones Orbitales para las Comunicaciones Personales Globales	59
145	"Pequeños Leo"	60
146	"Grandes Leo ".....	61

Sección II Principales Características Técnicas del SMPCS

Asignación de Frecuencias para

147	GMPCS	62	
147	Tipos de Sistemas GMPCS	63	
148	Cobertura de los sistemas GMPCS y llamadas "HAND-OFF"	64	
149	Arquitectura de una Red GMPCS	65	149
	Seguridad en los sistemas GMPCS	66	

Sección III Principales Operadores del SMS

150	Cuadro comparativo de principales características de SMS	67	
151	Globalstar (Gran Leo)	68	
168	Iridium (Gran Leo)	69	
173	Comparación de las Grandes Leo's (Globalstar versus Iridium)	70	
177	Odyssey (Constelación Meo)	71	
179	Teledesic (Leo Banda Ancha)	72	
181	Orbcomm (Orbital Communications Corporation) (Peq Leo/Datos)	73	

CAPITULO 6. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Sección I Introducción

186	Antecedentes del GPS	74	
188	Segmento espacial del Sistema NAVSTAR	75	
191	Segmento de control del Sistema NAVSTAR	76	
192	Segmento del usuario del Sistema NAVSTAR	77	
193	Perspectivas Futuras de los GPS	78	

Sección II	Receptores Terrestres GPS de uso militar actuales y proyectados		
194	Receptor GPS ligero precisión	79	
194	Receptor PLGR mejorado	80	
195	Receptor PLGR II	81	
195	Receptor GPS autónomo aéreo (SAGR Stand Alone Air Gps Receiver) AN/ASN-169	82	
	Modulo Aplicativo para receptor GPS ...	83	196
Sección III	Empleo del GPS en Operaciones		
197	Como usa el Ejército americano el GPS	84	
198	Como se planea emplear el GPS el próximo siglo	85	
CAPITULO 7.	COMANDO Y CONTROL EN MOVIMIENTO (C²EM)		
Sección I	Introducción		
202	Concepto de Comando y Control en movimiento (C ² EM)	86	200
	Sistemas de Comunicaciones para el C ² EM	87	
203	Conceptos que afectarán la Arquitectura de los Sistemas de Comunicaciones que apoyen el C ² EM	88	
Sección II	Red de Información del Combatiente (WIN)		
204	Concepto de la Red de Información del combatiente	89	204
	Características de la Red de información del combatiente	90	
205	Sistemas de información que soporta la Red de Información del combatiente.	91	
	Arquitectura de Transporte Satelital de		

207	la Red de Información del combatiente.	92	
Sección III Servicio de Difusión Global (SDG)			
211	Antecedentes y concepto de SDG	93	
212	Desarrollo de SDG	94	
212	Componentes del SDG	95	
CAPITULO 8. ARQUITECTURA ACTUAL DEL SISTEMA SATELITAL DEL EJERCITO DEL PERU			
Sección I Introducción			
215	Introducción	96	
216	Composición	97	
217	Composición de una Estación Satelital Configuración del Sistema Satelital	98 99	216
Sección II Descripción del Sistema Satelital			
218	Composición	100	
	Descripción de una Estación Remota...	101	218
Sección III Equipamiento Satelital			
220	Unidad Exterior	102	
221	Unidad Interior	103	
223	Planta Externa e Interna	104	

ANEXO 01.- Definiciones Importantes

ANEXO 02.- Antenas SATCOM para el Ejército

ANEXO 03.- Acceso Múltiple Asignado por Demanda en la banda de UHF
(Demand Assigned Multiple Access)

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Sección I. Finalidad y Alcance

1. FINALIDAD

- a. Este manual tiene por finalidad presentar los principales aspectos teóricos de las Comunicaciones Satelitales, sin entrar en desarrollos matemáticos, pero que describan de la manera más práctica el uso de los Sistemas Satelitales en el Ejército.
- b. Se presentan todas las tecnologías conocidas sobre las constelaciones satelitales comerciales y algunos de uso militar principalmente por las fuerzas armadas de países adelantados, como una guía para los planificadores militares peruanos en el desarrollo del sistema satelital propio.

2. ALCANCE

- a. El contenido de este manual será de interés para todos los Oficiales de Comunicaciones en particular y para los Oficiales de las demás armas y servicios en general.
- b. Los aspectos doctrinarios son nuevos e intentan sentar bases para el futuro desarrollo del empleo de los sistemas satelitales en las operaciones militares, por lo tanto, será también de interés para los Comandos responsables del planeamiento de operaciones militares en todos escalones.

Sección II. Generalidades

3. INTRODUCCIÓN AL ESPACIO Y AMBIENTE SATELITAL

a. El espacio es un medio tridimensional e ilimitado:

- (1) El espacio es "la tierra alta" donde deberá combatir el Ejército. Históricamente quien quiera que tenía y usaba el espacio ha tenido ventajas significantes sobre sus adversarios.
- (2) El uso del espacio en la guerra moderna ofrece al Ejército inmejorables capacidades en el campo de batalla al proveerle comunicaciones, información sobre la posición y navegación, alerta temprana, pronósticos climáticos, monitoreo del medio ambiente, vigilancia y capacidades de los objetivos.
- (3) Los soldados en la actualidad están utilizando productos espaciales, algunas veces sin saberlo. **El efectivo empleo de productos y sistemas espaciales será determinante para el éxito de las operaciones globales del Ejército.**

b. No hay nada místico sobre los satélites:

- (1) Aparte de su diseño asociado a la alta tecnología, documentación científica y los vehículos de lanzamiento de alto costo, un satélite de comunicaciones es básicamente como una estación de microondas de radio - relay colocado en la parte más alta de una "montaña".
- (2) Las comunicaciones por satélite proveen un tremendo alcance de comunicaciones para el Ejército:
 - (a) Los usuarios de terminales satelitales dentro de una gran área de la tierra, cubiertos por una antena de satélite, pueden comunicarse entre sí directamente, o a una estación base según la necesidad.
 - (b) Un solo satélite puede unir lugares que están fuera de rango de un sola línea terrestre. Los satélites permiten la retransmisión global de la información importante, en una variedad de formas ya sea a un solo usuario o la radiodifusión a muchos usuarios simultáneamente.
- (3) Un pronostico del tiempo es a menudo obtenido solo con el empleo de los sistemas de satélites.
- (4) Hacer una llamada a larga distancia con frecuencia implica una transmisión por satélites.
- (5) Las cartas militares son rutinariamente actualizados a través del empleo de datos obtenidos por satélites.
- (6) El Ejército usa la comunicación por satélites básicamente para voz y datos, pero el uso de los Satélites de Comunicaciones está desarrollando rápidamente otras áreas de aplicación para satisfacer un amplio rango de necesidades, tales como: imágenes, vídeo-teleconferencia, etc.

- c. Los sistemas de comunicaciones terrestres, incluidos aquellos que tienen cable de fibra óptica, no se pueden aplicar a ciertas funciones, para lo cual los satélites están idealmente diseñados:
 - (1) La movilidad y flexibilidad en el campo de batalla y la capacidad de radio-difusión para el despliegue de unidades en un teatro de operaciones son posibilidades únicas de los satélites, los cuales no pueden ser igualadas por cables de fibra óptica.
 - (2) La integración de los satélites y las redes terrestres permitirán una flexibilidad máxima en las comunicaciones para el combatiente.
- d. **La evolución del espacio y los sistemas de satélite es constante.** La tecnología está generando enormes capacidades. Este párrafo intenta dar un conocimiento elemental del espacio y los sistemas de satélites, que ayudará a entender la información que se presente en los párrafos y/o capítulos siguientes. Ver Anexo 01, Definiciones importantes.

4. AMBIENTE ESPACIAL

- a. La atmósfera de la tierra limita la altitud más baja en la cual se puede colocar un satélite en una órbita. Los satélites lanzados desde la tierra deben atravesar la atmósfera para conseguir su propia órbita. La altitud más baja en una órbita circular es aproximadamente 93 millas; pero sin propulsión, el satélite podría perder rápidamente velocidad y caer a la tierra.
- b. La atmósfera de la tierra está dividida en 5 regiones: Tropósfera, Estratósfera, Mesósfera, Ionósfera y Exósfera. Las líneas entre estas regiones no se pueden delimitar se mezclan entre ellas; ya que las fluctuaciones ocurren en gran medida dependiendo en el tiempo del día, estaciones y actividad solar. A continuación una breve descripción de cada región.
 - (1) **TROPOSFERA.**- Casi todos los fenómenos meteorológicos y las nubes ocurren aquí en la región más baja de la atmósfera. Comienza en la superficie de la tierra. La Tropósfera se extiende arriba hasta la Tropopausa y la frontera superior de la Tropósfera. Sobre las 2 millas, una persona necesita oxígeno suplementario o un ambiente adecuado (presión). La Tropósfera varía en espesor de 9 a 12 millas en el Ecuador a aproximadamente 6 millas en las áreas polares.
 - (2) **ESTRATOSFERA.**- Está región se extiende desde la Tropopausa hasta la Estratopausa, el límite superior es de aproximadamente 30 a 33 millas de altitud. La corriente de aire en la Estratósfera es mayormente horizontal. Esta región se caracteriza por la casi ausencia de vapor de agua y nubes.
 - (3) **MESOSFERA.**- La Mesósfera se extiende desde la Estratopausa, en el límite inferior de la Mesopausa y el límite superior a

aproximadamente 50 millas de altitud. La Mesopausa es donde se alcanza la temperatura mínima aproximadamente a 30 grados Fahrenheit bajo cero. Sobre las 30 millas de altitud no hay suficiente atmósfera para operar aún con Jet de gran altura, sobre esta altitud tanto el combustible como el oxidante deben ser llevados por un Cohete, para dar seguridad.

- (4) **IONOSFERA.**- La Ionósfera se extiende desde una altitud de 50 millas hasta 200 y 375 millas. La temperatura se incrementa con la altitud cerca a 30 grados Fahrenheit bajo cero, donde la máxima temperatura ocurre a los 2,960 grados Fahrenheit. Una altitud de 93 millas es la más baja altitud en la cual un satélite en una órbita circular puede orbitar la tierra a por lo menos una revolución sin propulsión. A esta altitud, toma 89 minutos para completar una revolución a la tierra.

93 millas es la definición más aceptada de donde empieza el espacio, pero no está explícitamente fijado en ningún tratado internacional.

- (5) **EXOSFERA.**- Empieza donde termina la Ionósfera y se extiende fuera de ella hacia el espacio. La densidad de los átomos y moléculas que hacen los gases atmosféricos en esta región son tan bajos que todas las partículas atmosféricas que rodean la tierra a una altitud de 1000 millas pueden ser contenidos en un centímetro cúbico al nivel del mar. Sin embargo, aún a este nivel, los satélites que están girando en la Exósfera decrece su velocidad por el “arrastre” atmosférico causado por fricción de las colisiones con partículas individuales.

c. Efectos de la atmósfera sobre la radiopropagación satelital

- (1) Los sistemas satelitales normalmente emplean frecuencias que van desde los 300 Mhz (UHF) hasta los 18 Ghz (Banda Ku), donde el efecto de las regiones o capas de la atmósfera más bajas e inclusive hasta la ionósfera son casi insignificantes.
- (2) Sin embargo las Teñemática de telecomunicaciones satelitales sufrirán algún deterioro, debido principalmente a los factores siguientes:
- (a) Atenuación absorbente por gases atmosféricos.
 - (b) Ruido por gases atmosféricos
 - (c) Atenuación por desenfocamiento y por difusión
 - (d) Interferencia debido a ductos y superefracción
 - (e) Atenuación por la lluvia
 - (f) Ruido por la lluvia
 - (g) Despolarización por la lluvia
 - (h) Interferencia debida a la dispersión por la lluvia
 - (i) Efectos de la ionósfera
- (3) Atenuación absorbente por oxígeno y vapor de agua
- (a) Las moléculas de oxígeno y agua en la tropósfera constituyen los gases atmosféricos y tienen grados de absorción de las

ondas de radio en varias longitudes de onda, que serán más amplios en la parte más baja de esta región por el incremento de la presión atmosférica.

- (b) Esta atenuación será dependiente de los coeficientes de absorción (dB/Km) del oxígeno y el vapor de agua, así como de la longitud de trayecto efectivo (Km) para ambos factores. Se conoce que la altura atmosférica efectiva para el oxígeno es aproximadamente de 4 Km y para el vapor de agua de 2 Km.

(4) Ruido debido a gases atmosféricos

- (a) Los gases atmosféricos además de ser un medio de absorción, también actúan como fuente de radiación de ruido térmico, deteriorando la calidad de las comunicaciones por satélite.
- (b) El ruido en clima despejado es expresado en términos de ruido equivalente, llamándose temperatura de ruido atmosférico.
- (c) A frecuencias superiores a 1Ghz, la temperatura de ruido atmosférico está atribuido mayormente a la absorción por gases atmosféricos, dependiendo de los ángulos de elevación.

(5) Atenuación por desenfoqueamiento y por difusión

- (a) La refractividad atmosférica varía según los lugares y condiciones climatológicas. Esta decrece exponencialmente con el incremento de la altura, decreciendo a su vez la densidad atmosférica.
- (b) Esta refractividad actúa como un lente cóncavo para las ondas de radio que atraviesan la atmósfera, provocando una atenuación por desenfoqueamiento de las mismas (ondas de radio). La magnitud del desenfoqueamiento es independiente de la frecuencia, pero dependiente del ángulo de elevación; siendo menor cuanto mayor es dicho ángulo.
- (c) Por otro lado, la fluctuación de la refractividad puede causar la dispersión de las ondas de radio en todas las direcciones, resultando en una irregular distribución de la amplitud y fase del frente de onda que llega a la apertura de la antena. La atenuación causada por este fenómeno se llama atenuación por difusión, cuya magnitud será dependiente del diámetro de la antena y de la frecuencia.
- (d) Las magnitudes de ambas atenuaciones son generalmente pequeñas (inferiores a uno); sin embargo, estos fenómenos estarán siempre presentes, independientemente de las condiciones climatológicas; por lo tanto deberá tenerse en cuenta en el diseño de sistema satelitales en especial cuando se deba operar en ángulos de elevación bajos.
- (e) Las fluctuaciones de la fuerza de la señal, inducida por la irregularidad de la refractividad se llama centelleo atmosférico. El rango de desvanecimiento del centelleo de

esta clase, es aproximadamente varias decenas de segundos, el cual es más largo que el centelleo ionosférico por un factor de 10. El centelleo atmosférico de 2 a 10 Ghz es atribuible al enfocamiento y desenfocamiento de las múltiples ondas de radio.

(6) Interferencia debido a ductos y superefracción

- (a) Cuando se produce inversión de temperatura en las 2 ó 3 primeras regiones de la atmósfera, la curvatura del trayecto de la onda de radio transmitida en dirección casi horizontal, llega a ser menor que la curvatura de la superficie de la tierra. Esto causa que la onda de radio quede atrapada en una capa estrecha llamada radio ducto o sencillamente ducto.
- (b) El comportamiento de las ondas de radio atrapadas en el ducto es similar a aquel en una guía de ondas, propagándose a grandes distancias sin pérdidas significativas.
- (c) Cuando la curvatura del trayecto de la onda de radio llega a ser más pequeña que aquella en una atmósfera estándar se produce un fenómeno denominado superefracción, donde las ondas de radio que se propagan sobre el horizonte sufren pérdidas muy pequeñas en la transmisión.
- (d) Debido a estos dos fenómenos (de canalización o ducto y superefracción), una estación terrena satelital puede interferir con estaciones terrenas de radio relevo que están ubicadas muy alejadas del lugar de la primera.

(7) Atenuación por la lluvia

- (a) La atenuación de las ondas de radio propagándose en la lluvia es causada por la absorción y la difusión que sufren dichas ondas por las gotas de diferentes dimensiones. El valor de dicha atenuación será dependiente del diámetro de las gotas de lluvia por densidad y longitud del trayecto.
- (b) En regiones donde se espera lluvia pesada y/o el ángulo de elevación al satélite es muy bajo, se producirá deterioro serio de las Teñemática de comunicaciones debido a la atenuación causada por la lluvia. Para superar este deterioro se puede emplear el esquema de diversidad de posición, donde se emplean dos estaciones terrenas separadas por una distancia apropiada y la estación con menor atenuación por la lluvia será seleccionada electrónica y automáticamente.

(8) Ruido por la lluvia

Así como sucede con los gases atmosféricos, la absorción de las ondas de radio por las gotas de lluvia (ruido por la lluvia) contribuirá también con el ruido térmico, que afectará al rendimiento de la estación terrena.

(9) Despolarización por la lluvia

- (a) Las formas de las gotas de lluvia llegan a ser ligeramente aplanadas debido a la resistencia del aire al caer y a medida

que las dimensiones de la gota de la lluvia llegan a ser más grandes. Esta naturaleza no esférica, provoca que la absorción y dispersión causada por la lluvia, tengan diferentes características, dependiendo de la orientación del plano de polarización de la onda de radio incidente.

- (b) La atenuación y el desplazamiento de fase, debido a las gotas de lluvia, son máximas para la polarización con su plano coincidente con el eje mayor de orientación de la gota; y será mínimo para la polarización con plano coincidente con el eje menor. Las diferencias en la atenuación y el desplazamiento de fase entre ambas orientaciones se llama atenuación diferencial y desplazamiento diferencial respectivamente. La existencia de estos dos fenómenos no es problema serio en radiocomunicaciones convencionales si se emplea una sola polarización, sin embargo puede incrementar la interferencia de la señal, en los sistemas duales.

(10) Interferencia debido a la dispersión por la lluvia

Esta interferencia se puede producir a causa de las ondas de radio dispersas por el volumen de lluvia en la intersección de las visadas de dos antenas, siempre y cuando la separación de las estaciones terrenas y la estación terrena de radio relevo sea menor a una distancia calculada.

(11) Efectos de la Ionósfera

(a) Rotación Faraday

- Cuando las ondas de radio polarizadas linealmente atraviesan la ionósfera, sus planos de polarización sufren una rotación debido al efecto Faraday.
- La magnitud de la rotación de Faraday depende de la frecuencia, la fuerza del campo geomagnético, la densidad de los electrones en la ionósfera y la longitud del trayecto de propagación.
- La rotación Faraday es inversamente proporcional con el cuadrado de la frecuencia, de tal manera que ésta no será problema para comunicaciones satelitales en frecuencias superiores a 10 Ghz. Para frecuencias de 4 a 6 Ghz, la máxima rotación de Faraday está evaluada en aproximadamente 2 y 4 grados respectivamente.

(b) Centelleo ionosférico

- Cuando las ondas de radio se propagan por la ionósfera se producen fuertes fluctuaciones cortas en la amplitud, fase, ángulo de llegada y polarización de las Teñemática recibidas, aún para frecuencias de microondas; a esto se le llama centelleo ionosférico.
- La magitud y periodicidad en que ocurre el centelleo ionosférico es muy difícil de predecir y será dependiente de la ubicación, estación, tiempo local, actividad solar, etc. Sin

embargo los factores que más la afectan son la latitud geomagnética y el tiempo local.

(c) Absorción ionosférica

- Las absorciones más significativas que ocurren en la ionósfera son la absorción auroral y la absorción en la cumbre polar. La magnitud de ambas absorciones son inversamente proporcionales al cuadrado de la frecuencia de trabajo.
- Para frecuencias de satélites altas su efecto será mínimo.

(12) Ver Figuras 01 y 02

FIGURA 01

FIGURA 02

5. IMPORTANCIA DE LOS SATELITES

- a. Virtualmente el Ejército de hoy, ya sea directa o indirectamente, utiliza satélites. Los satélites están tan intensamente compenetrados en la cultura tecnológica global de hoy que es difícil encontrar a alguien indiferente a esto.
- b. Sin embargo, el impacto del satélite no es tan intuitivamente obvio al promedio de personas ¿Por qué? Por una razón, los satélites no son visibles. Un soldado que hace un llamado, no piensa acerca del camino que sigue su llamada para llegar al otro lado de la línea, ni se preocupa de como se produce la llamada. Secundariamente, el costo de funcionamiento de un satélite está muy extendido en los compradores de modo que ninguno parece tener ningún reclamo ni responsabilidad sobre ello. Y finalmente, el diseño, lanzamiento y operación de un satélite está más allá de los medios y conocimiento de todos, no así de las más grandes y bien financiadas instituciones y agencias gubernamentales de países desarrollados. El hecho reside en que para mantener a los soldados en paz o en guerra, los satélites deben ser usados y entendidos para aprovechar al máximo las ventajas de sus capacidades peculiares.
- c. Las telecomunicaciones por satélite, consisten en las radiocomunicaciones espaciales en la banda de UHF y Superiores, empleando un radiorelevador, emplazado en un satélite artificial orbitando en el espacio alrededor de la tierra. Este tipo de radiocomunicaciones fueron motivadas por la necesidad de obtener radioenlaces de larga distancia, más eficientes, de gran capacidad, que cubran globalmente zonas aisladas, dispersas y/o de difícil acceso. De una manera general se puede señalar que un sistema de satélite está constituido por un grupo de estaciones terrenas y estaciones espaciales (satélites) que funcionan juntos para proporcionar radiocomunicaciones; y una parte de un sistema de satélite constituido por sólo un satélite y las estaciones terrenas asociadas se denomina red de satélite.

d. ¿Qué hace un satélite?

- (1) La mayoría de satélites de comunicaciones llevan repetidoras activas de microondas o Transpondedores. El satélite recibe Teñemática del transmisor de la tierra, lo amplifica, lo traslada a otra frecuencia y luego retransmite la señal de vuelta a una o más estaciones de la tierra.
- (2) La señal transmitida por un Terminal terrestre es degradada por las Teñemática de larga distancia a través de la atmósfera en su camino hacia el satélite. La amplificación a bordo del satélite asegura que la señal recibida, sea restaurada a una señal precisa con suficiente fuerza para retransmitirla de regreso a la tierra. La señal que regresa a la tierra perderá mucha fuerza como se ilustra en la fig. 03. El equipo en la estación terrestre amplifica la señal débil recibida del satélite, lo procesa y provee una señal que es suficientemente clara para el receptor.

- (3) El satélite es el núcleo de la red de comunicación que se construye básicamente configurándose en dos grandes conjuntos:
- (a) La carga útil (módulo de comunicaciones) que comprende:
 - Los transpondedores o repetidores
 - Las antenas
 - (b) La plataforma espacial (módulo de servicio o sistema común) que comprende:
 - Estructura mecánica
 - Sistema de propulsión
 - Sistema de energía (normalmente solar y baterías)
 - Sistema de control de actitud y órbita
 - Sistema de control técnico
 - Sistema de seguimiento, telemetría y telemando
 - Sistema de ignición o pirotécnico
- (4) La descripción de todos y cada uno de estos conjuntos y subconjuntos del satélite se desarrollarán en párrafos subsiguientes.

e. ¿Para qué usar satélites para las Comunicaciones?

- (1) **Comunicaciones a larga distancia económicas.**- El costo de la transmisión de información entre 2 usuarios vía satélite es esencialmente lo mismo a pesar de la distancia.
- (2) **Capacidad de radiodifusión.**- Los satélites pueden ser usados como transmisores de radiodifusión retransmitiendo Teñemática desde una estación terrestre transmisora para multiplicar estaciones receptoras dentro de la cobertura del área. El Servicio de Radiodifusión Global está señalado en capítulos posteriores.
- (3) **Capacidad de Ancho de Banda.**- Los satélites son generalmente equipos con capacidad definida que pueden transmitir grandes cantidades de información dentro de un tiempo dado.
- (4) **Amplia Cobertura.**- Técnicamente un satélite puede servir como una estación terrestre equipada apropiadamente, la antena de los satélites cubre un área de visión dentro de la tierra. Un satélite puede proveer el mismo tipo de servicio a las ciudades o a las áreas rurales. La transmisión desde un satélite a una amplia área de la superficie de la tierra no está limitada por barreras naturales o humanas tales como montaña, océanos o ciudades. Podría haber sin embargo, algunas localidades dentro del área de amplia cobertura donde un terminal de antena a tierra no puede alcanzar una visión obstruida del satélite debido a la proximidad de una montaña o edificios. Esto puede ser más que un 'problema cerca de los bordes de toda el área de amplia cobertura donde el satélite aparecerá cerca del horizonte.
- (5) **Nuevos Servicios.**- Las capacidades singulares de los satélites están dando rápidamente lugar a la aparición de nuevos conceptos de comunicación:
 - (a) Los "Combatientes de hoy" tendrán una gran variedad de información a su disposición en diferentes formas tales como voz, datos, vídeo e imágenes.
 - (b) Los comandantes podrán convenientemente seleccionar de una gran variedad de satélites y retransmisión de información y servicios para auxiliar los procesos de toma de decisión y efectuar sus misiones.

f. **¿Cuáles son los objetivos de las Telecomunicaciones satelitales?**

- (1) **En lo tecnológico,** conseguir satélites cada vez más complejos, con mayor capacidad y eficiencia, mayor período de vida útil; y al mismo tiempo contar con estaciones terrenas más simples, más pequeñas, de fácil instalación y repliegue, tendientes a ser móviles y personalizadas; dejando todo el sistema de control a un mínimo de estaciones y personal especializado.

- (2) En lo económico, reducir los costos de las estaciones terrenas y el costo del tráfico de las informaciones.
- (3) En lo social, proporcionar toda clase de servicios desde el nivel global hasta el personal, en cualquier parte del planeta y para todos los estratos socioeconómicos.
- (4) En lo político, utilizar el espacio con fines pacíficos empleando racionalmente los recursos orbitales y el espectro radioeléctrico.

6. ORBITAS DE LOS SATELITES

- a. Una órbita es una vía a lo largo de la cual se mueve un satélite, lejos sobre la superficie de la tierra. Todos los satélites de la tierra giran alrededor de un punto en el centro de la tierra. También puede ser definida como la trayectoria que describe un satélite artificial, resultante del balance de la fuerza gravitatoria y la fuerza centrífuga ejercida por su dispositivo propulsor con el objeto de lograr mantener la trayectoria deseada.
- b. La órbita de un satélite tiene una serie de parámetros desde los cuales se les puede estudiar y clasificar tales como:
 - (1) Velocidad orbital, que estará en función de la distancia (altura) que desea mantenerse alejado de la tierra y tiempo que desea ser visible en una determinada zona terrestre.
 - (2) Período orbital, es el tiempo que demora su rotación y que será dependiente de la velocidad y forma de la órbita.
 - (3) Altura de la órbita, que determinará la cobertura sobre la que proyectará su visibilidad y el tipo de vehículo de lanzamiento que se emplee.
- c. Las órbitas pueden ser definidas en categorías, dependiendo de altitud, excentricidad, inclinación y sincronización con el sol u otros parámetros. Los mayores tipos de las órbitas de satélites son descritos y mostradas gráficamente en la figura 04.

d. ORBITA TERRESTRE “BAJA” (LEO: LOW EARTH ORBIT).-

- (1) Un satélite en órbita “baja” es generalmente considerado con un apogeo de no más de aproximadamente 530 millas. La mayoría de órbitas terrestres “bajas” son casi circulares.
- (2) Los satélites LEO viajan muy rápido y necesitan usar propulsión frecuente para mantenerlos en una altitud adecuada. Los satélites LEO tienden a ser retardados por la delgada atmósfera que permanece en las altitudes LEO. Sin propulsión, el tiempo de vida de un satélite LEO es aproximadamente de un año.
- (3) Los primeros satélites de comunicaciones usaron LEO’S, principalmente debido a las limitadas condiciones de lanzamiento. Actualmente, LEO’S está incrementando su uso debido a que tienen algunos rasgos muy atractivos:
 - (a) Tienen la ventaja que pasan relativamente cerca de las áreas de la tierra, permitiendo que los sistemas de imágenes terrestres adquieran alta resolución debido a la baja altitud y los sistemas de radio requieren menos energía de los transmisores debido a la vía de señal corta a la tierra.
 - (b) Vías de señal corta, también, significan menores demoras de señal, lo cual puede prestar ventajas para la correspondencia de servicios; tales como el teléfono celular o los sistemas interactivos de paginación de doble vía.
 - (c) El uso de servicios móviles en áreas urbanas será más eficiente si se emplean satélites LEO, ya que las estructuras altas no serán obstrucción a terminales que se comunican directamente vía satélite.
 - (d) Los sistemas LEO eran usados normalmente para observación, monitoreo ambiental, comunicaciones satelitales pequeñas y científicas. Actualmente se utilizan en los sistemas móviles globales de comunicaciones personales (GMPCS).

e. ORBITA MOLNIYA

- (1) La órbita de tipo altamente elíptica utilizada primero por Rusia se le llama órbita MOLNIYA. Un satélite en tal órbita es semisincrónico, permaneciendo de 6 a 8 horas de cada 24 horas sobre un área particular de la tierra.
- (2) Esto es ideal para la comunicación por satélite usada para dar cobertura en las latitudes del extremo norte donde el acceso a satélites geoestacionarios pueden ser difíciles.
- (3) Hay sistemas de otros satélites en las órbitas MOLNIYA, en los cuales los sistemas a tierra se acoplan en medio de 3 ó 4 satélites semejantes de modo que reciban cobertura continua.

f. ORBITA GEOSINCRONICA

- (1) En una órbita geosincrónica, un satélite en movimiento es sincronizado con una área de la tierra, debajo y centrado en el Ecuador. El satélite completa una órbita en el mismo periodo de rotación de la tierra, en 24 horas. De la tierra, tal satélite aparece como si estuviera estacionado en el espacio.
- (2) Un satélite con esta órbita se considera que está a gran altitud aproximadamente entre 13,000 a 22,300 millas sobre la superficie terrestre .
- (3) Un satélite geosincrónico puede tener cualquier inclinación. Se dice que está "inclinado" cuando el plano de la órbita del satélite está en un ángulo dado con respecto al plano de la línea ecuatorial terrestre.
- (4) Los satélites con órbitas geosincrónicas incluyen aquellos destinados para comunicaciones, pronósticos climáticos y de vigilancia/alerta temprana de uso militar fundamentalmente.

g. ORBITA GEOESTACIONARIA

- (1) Este tipo de órbita, mostrado en la Figura 05, es también llamado "Orbita CLARKE", en homenaje al visionario escritor de ciencia ficción Arthur C. CLARKE, quien en 1945 fue el primero en describir su empleo para estaciones de comunicaciones en órbita.
- (2) Este tipo de órbita es en realidad una forma espacial de órbita geosincrónica, que se ubica en los 22,300 millas desde la superficie terrestre. Los satélites son posicionados cercanos unos de otros en una inclinación orbital cerca a cero. Esta órbita es tan circular como sea posible, de ahí que su excentricidad es cercana a cero.
- (3) Esta órbita ha llegado a ser un estándar mundial para muchos satélites que se siguen unos a otros. De ahí que se requiere que sea altamente controlada para prevenir una sobresaturación de la órbita y empleo de recursos no autorizados

FIGURA 95

- (3) Esta órbita ha llegado a ser un estándar mundial para muchos satélites que se siguen unos a otros. De ahí que se requiere que sea altamente controlada para prevenir una sobresaturación de la órbita y empleo de recursos no autorizados.

h. ORBITA POLAR

Es aquella que tiene una inclinación de casi 90 grados y está pasando sobre o muy cercano a los polos norte y sur en cada "vuelta".

7. LANZAMIENTO, POSICIONAMIENTO Y/O ESTACIONAMIENTO ORBITAL

a. Para colocar un satélite artificial en órbita es necesario transportarlo desde la superficie terrestre hasta la altura deseada y luego inyectarle la propulsión deseada para alcanzar la velocidad orbital calculada.

b. El lanzamiento y posicionamiento del satélite se realiza por medio de cohetes y por medio del trasbordador espacial. En la actualidad solo los Estados Unidos, Rusia, Francia, China y Japón cuentan con la tecnología y equipamiento de cohetes y/o vehículos capaces de poner en órbita estacionaria a satélites de comunicaciones:

- (1) Los cohetes, son vehículos de lanzamiento del tipo clásico, no recuperables, tales como ATLAS-CENTAUR, el PROTON y el ARIANE; que colocan directamente al satélite con su motor de apogeo en una órbita de transferencia, cuya inclinación depende de la latitud del lugar de lanzamiento.
- (2) El trasbordador espacial ofrece ciertas ventajas, ya que es reutilizable y tripulado, contando con un amplio compartimiento que permite transportar varios satélites (1 a 8) en el mismo vuelo, dependiendo del tamaño y peso de los satélites. Sin embargo este vehículo no puede colocar satélites en órbitas circulares de altitudes superiores a 1200 km, por lo que para satélites geoestacionarios se deberá emplear un motor de perigeo además del de apogeo.
- (3) La elección del vehículo de lanzamiento que ha de emplearse para colocar un satélite en órbita dependerá de factores tales como: disponibilidad, fiabilidad, costo y limitaciones por la carga útil.

c. Factores a tener en cuenta para el lanzamiento y posicionamiento del satélite

(1) Ventanas de lanzamiento

(a) Las ventanas de lanzamiento son los períodos del día durante los cuales se puede iniciar el proceso de lanzamiento, estos períodos pueden ser de uno a cinco horas diarias, dependiendo de:

- Epoca del año
- Posición geográfica de la base de lanzamiento
- Estaciones terrenas de apoyo disponibles
- Tipo del lanzador a utilizar

- Restricciones propias del satélite (carga útil transportada)

- (b) Para determinar dichas ventanas normalmente se tienen en cuenta las duraciones máximas permisibles de los eclipses solares que afectan al satélite durante la órbita de transferencia, en relación con la energía disponible de los paneles solares operativos, la capacidad de las baterías del satélite, imposición de ciertos límites al ángulo tolerable de incidencia de la radiación solar sobre determinadas áreas del satélite por razones de disipación térmica o por la interferencia indeseada en determinados sensores.

(2) Trayectoria de lanzamiento

- (a) Los cálculos de trayectorias se apoyan en los conjuntos de datos de las efemérides del sol y la luna, considerando la interacción del satélite con ellos y la acción de la gravedad terrestre, incluyendo sus desviaciones respecto al modo de simetría esférica, debido a los achatamientos polares y a otras irregularidades en la distribución de la masa terrestre.
- (b) La determinación de la combinación óptima de los momentos en se alcanzan los puntos decisivos de la trayectoria y de los incrementos de velocidad adecuados a impartir al vehículo en los mismos, serán problemas básicos a resolver. Esto es debido a que existe dificultad en predecir el comportamiento exacto del lanzador, ya que ni el punto nominal de la inyección en la órbita de transferencia ni la velocidad final al apagar la última fase, pueden predecirse con tal exactitud.
- (c) La trayectoria real será alguna de un conjunto de las posibles con sus distintas probabilidades estimadas previamente, pero cumpliendo las restricciones impuestas por los márgenes de variabilidad permitidas en la misión de lanzamiento.

d. Proceso de lanzamiento y posicionamiento

- (1) Un proceso de lanzamiento convencional es el denominado Transferencia de HOHMANN, que comprende las fases siguientes:
 - (a) Disparo del conjunto lanzador satélite desde la tierra
 - (b) Colocación del satélite en la órbita estacionaria
 - (c) Colocación del satélite en la órbita de transferencia
 - (d) Colocación del satélite en la órbita geoestacionaria
- (2) Después del lanzamiento, el motor principal de la primera fase logra alcanzar la máxima aceleración para superar la gravedad de la tierra agotando su combustible y desprendiéndose del cohete. En ese momento o instantes después se enciende la segunda fase que impulsa al satélite hasta alcanza la órbita de estacionamiento, con un perigeo de unos 200 km. El vuelo continua por esta órbita hasta alcanzar la posición deseada sobre el Ecuador a unos 600 Km de altura, donde comienza la preparación del encendido del motor de apogeo.
- (3) Después de cierto tiempo que continua el ascenso y a la vez la rotación, se despliega la antena omnidireccional y se comienza a lograr la órbita de transferencia inicial donde se realiza el primer

encendido del motor de apogeo para ingresar a la órbita de transferencia intermedia, donde se hace el segundo encendido del motor de apogeo para establecer la órbita de deriva inicial. Luego se reorienta el plano de la órbita y/o se hacen correcciones en el plano para llevarlo a la órbita geoestacionaria.

- (4) Concluida la labor del motor de apogeo, el satélite se puede encontrar muy cercano a su órbita geoestacionaria definitiva. En estos momentos se han desplegado los paneles solares y las antenas que permitan el telecomando, que pueden durar desde días hasta semanas, hasta su total adecuación a la posición orbital deseada.

e. Mantenimiento de la posición orbital

- (1) La gran cantidad de satélites que están siendo lanzados al espacio los últimos años obliga a que la posición orbital se mantenga con una tolerancia o "ventana de posicionamiento" muy estrecha de acuerdo a las reglamentaciones actuales y requisitos técnicos de no más de ± 0.05 grados para una fase de período de vida útil superior a los 7 años.
- (2) Esto obliga a tener estaciones de control en tierra que constantemente están poniendo en funcionamiento los impulsores del satélite para mantener la órbita. Normalmente se necesitarán dos estaciones de seguimientos, para producir lecturas precisas de la posición angular.

f. Fiabilidad de los satélites

El estudio de fiabilidad de los satélites comprende:

- (1) Éxito del lanzamiento, incluida la fiabilidad inicial en órbita relacionada con el motor de apogeo y el despliegue de algunos de los dispositivos del satélite. La tasa de éxito se estima actualmente en un promedio del 85% al 90%.
- (2) Fiabilidad del vehículo espacial en órbita, puede determinar la vida del satélite y se estudia en tres fases:
 - (a) En la primera fase, se pueden presentar fallas en los despliegues debido a diseños de los primeros satélites de una serie.
 - (b) En la segunda fase las fallas pueden ser aleatorias en los componentes del satélite.
 - (c) En la tercera fase las fallas son debidas al desgaste de mecanismos y dispositivos tales como baterías, paneles solares, etc.

g. Vida útil del satélite

- (1) Generalmente la vida útil del satélite es determinada por un término de probabilidad de supervivencia por un período de tiempo especificado después de su lanzamiento.
- (2) Los factores que gobiernan la vida de los satélites son:

- (a) Cantidad de combustible a bordo.
 - (b) Duración del amplificador TWT (Tubo de Onda progresiva)
 - (c) Duración de la batería
- (3) Exceptuando una grave falla en el funcionamiento del satélite, un satélite geoestacionario generalmente tiene una vida útil de acuerdo a la duración de su combustible o cuando su batería no puede proporcionar la carga necesaria para el funcionamiento de los componentes electrónicos.

h. Estacionamiento orbital

- (1) Un satélite lanzado dentro de una órbita geoestacionaria, se dice que está “estacionado” dentro de una “pista” preasignada. Esto es similar al estacionamiento de carros en una zona de parqueo de automóviles. Algunos lugares de estacionamiento son mejores que otros y las mejores pistas se llenan primero. Como se muestra en la figura 06, los satélites pueden estar localizados en pistas donde pueden cubrir el área máxima para tipos específicos de comunicaciones.
- (2) Destreza y precisión son necesarias para maniobrar un satélite dentro de su pista de estacionamiento y luego mantenerlo allí. Los mandos (controles) deben monitorear constantemente el satélite, una vez en su posición, para asegurar que no se desvíe demasiado lejos de la posición asignada.
- (3) Una pista de estacionamiento geoestacionaria está diseñada por la línea de longitud sobre la cual está posicionado el Ecuador. A un satélite geoestacionario no se le puede permitir que cambie de posición de su pista de estacionamiento por más de aproximadamente 1/10 de un grado de arco orbital. Esto es para asegurar que los satélites no interfieren con las Teñemática de otros.
- (4) Las pistas de los satélites son asignadas por agencias nacionales e internacionales, dando mucha importancia a la frecuencia de banda, niveles de energía y áreas de cobertura, para minimizar la interferencia con otros satélites.
- (5) Un punto importante a recordar con las “pistas” de estacionamiento orbital es que en la órbita geosincrónica **hay sitio solamente para un número finito de satélites**. La tecnología no puede aumentar la capacidad de la órbita para aceptar nuevos satélites. Colocar más satélites podría afectar la eficiencia en el uso de la órbita y la calidad de las comunicaciones que mantiene.

i. Ver Figuras 06, 07, 08 y 09.

FIGURA 06

FIGURA 07

FIGURA 08

FIGURA 09

8. SISTEMAS ESPACIALES

Los sistemas espaciales no son lanzados y luego dejados para que realicen sus misiones. Son piezas complejas de un equipo que cuesta millones de dólares para diseñarlos y lanzarlos. Para mantener un satélite funcionando sobre su tiempo de vida esperado se requiere una atención casi permanente, mediante una compleja red de equipo y gente. Como se muestra en la figura 10 hay 3 segmentos distintos en un sistema espacial:

a. **SEGMENTO ESPACIAL.**- Hay 2 partes del segmento espacial: la plataforma del satélite (estructura básica del satélite) y la "carga útil". Las funciones y capacidades de cargas útiles son las razones por la que un satélite sea puesto en órbita. Las cargas útiles proveen las capacidades espaciales básicas para los usuarios y distinguen un tipo de satélite de otro:

(1) La carga útil, lo constituye básicamente los transpondedores o repetidores y las antenas (Ver Figura 11)

(a) Transpondedores

1. Los transpondedores son los equipos de comunicaciones que en el satélite realizan las mismas funciones que los repetidores de los radiorelevadores terrestres. (Ver Figura 12)

2. La mayoría de los repetidores usados actualmente son del tipo transparentes, es decir, no afectan de modo alguno a la naturaleza de las Teñemática procedentes de las estaciones terrenas, sino que se limitan a recibir las transmisiones, amplificarlas, convertirlas de frecuencia y retransmitirlas a la tierra.

3. Otros transpondedores son del tipo no transparentes, que incluyen conmutación, tratamiento de banda base y regeneración de la señal digital.

4. Debido a que las Teñemática llegan debido al satélite, el transpondedor tiene que amplificarlos de 100 a 120 dB.

5. Un transpondedor puede estar conectado a uno o varios haces de transmisión.

(b) Antenas de los satélites

1. Están ubicadas en los puntos de entrada y salida del trayecto de las Teñemática radioeléctricas para transmitir la potencia eficientemente y al mismo tiempo recibir la débil señal de la tierra.

2. Las limitaciones relativas a las frecuencias disponibles, el aumento de las capacidades de transmisión y la congestión de las órbitas de satélites, hacen cada vez más necesaria la reutilización de frecuencias por medio de la discriminación de la polarización o de haces:

a. Configuración del haz

Pueden ser haces con contornos circulares o elípticos, o haces contorneados y conformados. En todos los casos lo que se busca es radiar una densidad de potencia sobre áreas de concentración en una zona de cobertura.

b. Configuración y tipo de antenas en los satélites

- Se configuran principalmente como reflectores y como redes de radiación directa.

- Los tipos de antenas son de acuerdo a la cobertura: por ejemplo para una cobertura global son del tipo bocina, para una cobertura simple, circular o elíptica se emplea un reflector parabólico con alimentación excéntrica, antenas especiales se emplearan para coberturas de haces puntuales o coberturas conformadas

c. Ver Figuras 13 y 14.

(2) La plataforma espacial, que comprende:

- (a) La estructura mecánica del satélite, que es la armadura que sirve de alojamiento, sustentación y protección en forma integral a todos los demás componentes del satélite. Su diseño debe responder a los criterios básicos siguientes: modularización, accesibilidad, alta rigidez y poco peso.
- (b) Sistema de propulsión, constituido generalmente por el motor de apogeo, pequeños motores empleados para el control de órbita y posicionamiento; y, tanques necesarios para el almacenamiento de combustible a utilizar durante las diferentes fases de puesta en órbita del satélite y durante su vida útil.
- (c) Sistema de energía, en el satélite, está constituido por los paneles solares como fuente primaria, las baterías como fuente secundaria y los elementos de regulación, control y conmutación (convertidores y reguladores) con opciones de reconfiguración por telemando.
- (d) Sistema de control de actitud y órbita, que tienen por objetivo controlar que las modificaciones en la actitud y la órbita se mantengan dentro de márgenes preestablecidos, a fin de tener el haz de radiofrecuencia de la antena orientada hacia la zona prevista de la tierra (control de actitud) y mantener al satélite en el estacionamiento asignado con una estabilidad de ± 0.05 grados en latitud/longitud (control de órbita). Está constituido por sensores de referencia y reactores que aceleran o desaceleran la rotación relativa.

FIGURA 10

FIGURA 11

FIGURA 12

FIGURA 13

FIGURA 14

- (e) Sistema de control térmico, tiene como función prioritaria proporcionar una adecuada ambientación térmica durante todas las fases de la misión; para lo cual cuenta con termoreguladores pasivos, disipadores, materiales especiales en la estructura, etc.
 - (e) Sistema de seguimiento, telemetria y telemando, diseñado para que desde el segmento de control se puedan realizar las funciones siguientes: seguimiento de la posición del satélite, telemetria de diversas funciones a bordo, telemando de diversas funciones a bordo y supervisión de las funciones de telecomunicación:
 1. El seguimiento de la posición del satélite se realiza tomando las medidas de dirección, de distancia y de velocidad radial.
 2. La Telemetria se realiza gracias a que cuenta con cuatro elementos básicos: sensores, acondicionadores de la Señal, multiplexor y transmisor.
 3. El Telemando permite entre otras funciones modificar la órbita del satélite, prender o apagar equipos a bordo, etc.
 4. La supervisión se realiza por telemetria y se corrigen por telemando toda anomalía.
 - (g) Sistema pirotécnico, tiene por finalidad generar energía necesaria para el disparo de elementos pirotécnicos utilizados para: provocar el despliegue de paneles solares o soportes de antenas, excitar ciertos dispositivos de propulsión y desbloquear el giro de partes móviles.
- b. **SEGMENTO DE CONTROL.**- El segmento de control es el responsable de la operación de todos los sistemas, los cuales incluyen Control de plataforma, control de "carga útil" y control de redes. El segmento de control consiste en las facilidades de control del satélite a tierra y a los sistemas en el satélite.
- c. **SEGMENTO TERMINAL TERRESTRE.**- Este segmento está compuesto por el equipo efectivo en tierra que recibe y transmite Señal al satélite. Los terminales a tierra pueden variar su rango desde un puño o terminal "empaquetado manualmente" hasta una de cubierta fija o móvil conteniendo los equipos.

9. FRECUENCIAS Y DESIGNACIONES DE BANDA

- a. Las comunicaciones por satélite pasan información utilizando frecuencia de radio que han sido colocados para fines específicos tales como: Gubernamentales, militares, aeronáuticos, marítimos, servicios comerciales permanentes, servicios directos que pronostican el tiempo, y servicios móviles terrestres. Todos ellos tienen porciones del espectro de las frecuencias radiales designadas para uso. (Fig. 15).

FIGURA 15

- b. A un conjunto particular de frecuencias de radio se le llama banda de frecuencia, mientras que todas las clases de bandas de frecuencias de radio están contenidas dentro del espectro electromagnético. Debido a que el espectro es un recurso escaso debe ser compartido; las bandas de frecuencia están designadas para fines especiales por un consorcio de naciones del mundo llamado: Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) localizado en GENOVA SUIZA.
- c. La UIT, también controla la ubicación de los satélites en la órbita geoestacionaria. Para que tenga fuerza de ley, las decisiones tomadas por la UIT deben estar especificadas en tratados que son ratificados por las naciones miembros. La Conferencia de Administración de Radio Mundial (WARC) revisa periódicamente las regulaciones de la UIT. El Comité Internacional Consultivo de Radio (CCIR) es el brazo técnico de la UIT y prepara las recomendaciones para poner en consideración de la WARC. Todas las naciones miembros están representadas en la CCIR.
- d. Las naciones miembros son responsables de hacer asignaciones específicas de frecuencias dentro de sus previsiones a usuarios nacionales en sus propios países. En el Perú la Dirección General de Telecomunicaciones del Vice Ministerio de Comunicaciones del MTCV y C es el responsable de la regulación del espectro radioeléctrico, para lo cual prepara, fórmula y emite el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.
- e. En los Estados Unidos, las asignaciones de frecuencias o usuarios se hacen por medio de dos agencias federales distintas:
 - (1) “La Comisión Federal de Comunicaciones” (FCC), quien de acuerdo con el espectro designado por la UIT, regula las asignaciones y el uso de las frecuencias para los usuarios del gobierno no federal dentro de los límites de los Estados Unidos.
 - (2) La designación de frecuencias a todos los usuarios del gobierno federal, sin embargo, es hecha por la administración nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA) el cual es dirigido por la secretaría adjunta de comercio para las comunicaciones e información.
 - (3) Cualquier asignación de frecuencias ya sea por la FCC o por la NTIA es totalmente coordinado entre ellos.
- f. Muchas frecuencias diferentes son usadas en satélites de comunicaciones.
 - (1) La porción de radio frecuencia del espectro electromagnético tiene propiedades físicas que son particularmente ventajosas para la complementación práctica para la radio comunicación y los sistemas de transmisión.
 - (2) Las frecuencias más utilizadas se extienden en las bandas de microondas entre aproximadamente 300 MHz y 300,000MHz. Por ejemplo, las bandas de frecuencias de interés para las comunicaciones por satélite del Ejército de Estados Unidos son de ultra alta frecuencia (UHF), Super Alta Frecuencia (SHF) y con el advenimiento del estándar militar (MILSTAR) será de extremadamente alta frecuencia (EHF).

- (3) Las bandas de radio frecuencia son comúnmente designadas y referidas con un sistema de abreviaturas ó símbolos acordados internacionalmente. Estas abreviaturas y sus significados aprobados por la UIT están mostrados en la siguiente tabla:

FRECUENCIA	SIMBOLO	SIGNIFICADO
3-30 KHZ	VLF	Muy baja frecuencia
30-300 KHZ	LF	Baja frecuencia
0.3-3 MHZ	HF	Frecuencia media
3-30 MHZ	HF	Alta frecuencia
30-300 MHZ	VHF	Muy alta frecuencia
0.3-3 GHZ	UHF	Ultra alta frecuencia
3-30 GHZ	SHF	Super alta frec.
30-300 GHZ	EHF	Extremadamente alta frecuencia.

- (4) También el uso popular hace referencia a bandas particulares de frecuencias de satélites de comunicación utilizando otras designaciones. Esta práctica de designaciones por letras comenzó en la II Guerra Mundial para detener a las fuerzas enemigas determinando las frecuencias exactas del radar que están usando. Es por eso que las letras de designación no siguen una secuencia lógica. Las letras de designaciones para las bandas de frecuencia del radar, tal como son definidas por el estándar 521-1984 (1989) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) se muestra a continuación:

LETRAS DE DESIGNACION	BANDA DE FREC.
P	225-390 MHZ
L	1-2 GHZ
S	2-4 GHZ
C	4-8 GHZ
X	8-12 GHZ
Ku	12-18 GHZ
K	18-27 GHZ
Ka	27-40 GHZ
V	40-75 GHZ
W	75-110 GHZ

- (5) Como se ilustra en la [Fig. 16](#) la siguiente es una breve visión de las tres bandas de frecuencia (UHF/SHF/EHF) que emplean los sistemas de armas satelitales de los Ejércitos modernos.
- El Ejército americano usa UHF para su satélite monocanal de comunicaciones. El SATCOM militar "UHF" se refiere en particular a las comunicaciones en la banda de frecuencias desde 225 Mhz a 400 Mhz. Note que la posición más baja de esta banda militar UHF está técnicamente en la banda VHF de acuerdo a las definiciones de la UIT. Los militares americanos usan SHF para el satélite multicanal de comunicaciones. La frecuencia de banda SHF abarca desde las bandas C, X, y Ku- y una porción de la banda Ka-.
 - La banda C- es la frecuencia de banda más desarrollada, es usada para comunicación satelital comercial. Las frecuencias

de bandas están también destinadas a sistemas terrestres de microondas y retransmisores, que son usados por las compañías de teléfonos para interconectar Centros de Conmutación. Para minimizar la interferencia de los satélites con las redes terrestres de radiotransmisión se colocan límites de densidad del flujo de energía de los satélites transmisores y se refuerza mediante acuerdos internacionales. El Ejército peruano tiene acceso a la banda C, usando los terminales adecuados.

- (c) Dentro de la banda SHF, está difundido en la terminología militar emplear el término "Banda X" para señalar la banda específica de frecuencias de 7.25 a 8.4 Ghz, las cuales pueden utilizarse para uso militar, no obstante, la porción más baja de esta banda de frecuencias está dentro del IEEE definido como banda realmente C, llamándola banda X se distingue del resto de la banda C-, y de la banda Ku- la cual es usada predominantemente para Comunicación Satelital Comercial. La banda X ha sido usada por años por el gobierno de los EEUU para el servicio de comunicaciones militares. El uso militar incluye el uso de satélites fijos y móviles tanto como para servicios móviles y terrestres. En esta banda la atenuación paralela a la lluvia y otras condiciones atmosféricas son desdeñables.
- (d) El empleo de la Banda Ku surgió como resultado de la falta de frecuencias de banda C disponibles que satisfagan el creciente requerimiento de comunicaciones satelitales. La lluvia y otras condiciones atmosféricas en esta banda son factores a considerar para el diseño de satélites de comunicación adecuados. Tal atenuación es generalmente, resuelta diseñando un margen de energía extra dentro de este enlace. Esto significa que debe haber energía extra disponible a bordo de un satélite para una más poderosa transmisión y una recepción más sensitiva para superar la atenuación causada por la lluvia.

FIGURA 16

- (e) EHF será usado para comunicación vía la constelación de satélites militares más recientes, MILSTAR. Hay algunos intereses en extender el uso de la banda Ka. para servicios de satélites móviles a terminales muy pequeños tales como: Terminales de Sistema de Comunicaciones Personales manuales, (PCS). La experimentación está siendo conducida para asegurar la confiabilidad de la banda Ka – para tales servicios.

Como se muestra en la fig. 16 cada banda de frecuencias usada por el Ejército tiene características especiales que lo diferencian una de la otra.

<u>Rng de Frec.</u> Aproximada	<u>Banda</u>	<u>Uso Típico</u>
225MHz–1.5GHz	(P,L)	Servicio de Satélite Mov
2.0 – 2.7 GHz	(S)	Servicio de Satélite Pronóstico
3.7 – 7.25 GHz	(S, C)	Servicio de Satélite fijo
7.5 – 8.4 GHz	(C, X)	Servicio Militar y del Gobierno
10.7 – 18 GHz	(X, Kw)	Servicio de Satélite fijo
18 – 31 GHz	(K, Ka)	Servicio de Satélite fijo
44 GHz	(V)	Servicio del Gobierno

10. ANCHO DE BANDA PARA COMUNICACIONES SATELITALES

- Un Transpondedor de Satélite está construido para recibir y transmitir Teñemática dentro de una específica y limitada banda de radio frecuencias.
- El número de Hertz (Hz) de esta limitada banda de frecuencias describe la capacidad de la radio frecuencia del Transpondedor. Tan grande como sea la capacidad de banda del Transpondedor será el potencial de capacidad de un canal (en bits por segundo) para canalizar información a través de altos rangos.
- Sin embargo, la señal de energía transmitida, la ganancia de las antenas, y la eficiencia del receptor deben ser suficientes para superar, los efectos del ruido en el canal de transmisión. Cuanto más grande sea la capacidad de banda del transpondedor mayor será la cantidad de ruido que debe superarse para obtener tanta información como sea posible de acuerdo a su capacidad instalada.
- El punto de discusión de la capacidad de banda es que el diseño del satélite y su uso está directamente ligado a cuanta capacidad de canal, o información instalada puede proporcionar un transponder. El término “anchura de banda” es, con frecuencia, usado sinónimamente con la frase “alta capacidad instalada” y “alta capacidad de canal”.
- El mayor tráfico de comunicaciones de los satélites está dedicado a las llamadas telefónicas por lo tanto es poco práctico dedicar un transpondedor a una llamada telefónica. Los transponders de hoy son diseñados para dar capacidad de banda ancha para acondicionar miles de circuitos de voz en ambas direcciones a la vez. La idea de banda

“ancha” es análoga a una super carretera (pista) con muchas veredas (canales). Cuanto más veredas estén presentes, más grande será la capacidad de la super pista para manejar grandes volúmenes de tráfico.

f. Tratamiento de la banda de base

- (1) El término de banda de base incluye la banda de frecuencias desde 0 Hz a una frecuencia tope, que es la frecuencia de modulación más alta para la portadora que se utiliza.
- (2) Las Técnicas de banda de base empleadas para la transmisión por satélite pueden ser objetos de algún tipo de tratamiento, ya sea inherente al método de transmisión utilizado en los enlaces terrestres de interconexión, o para mejorar la calidad de la red satelital. Los tipos de Tratamiento de la banda de base más conocidos son:
 - (a) Tratamiento de banda de base de Técnica de voz: Compresión, activación de la portadora por la voz, interpolación digital de conversaciones, codificación para la conversión analógico/digital, codificación/decodificación para el control de errores.
 - (b) Tratamiento de la señal analógica de vídeo de TV
 - (c) Tratamiento de la señal digital de vídeo de TV

(3) Compresión

- (a) La compresión (compansión) consiste en comprimir la señal antes de su transmisión y luego expandirla en la recepción para mejorar la calidad de los canales telefónicos. Un compresor-expansor es una combinación de dispositivos no lineales que pueden funcionar linealmente cuando se consideran desde los terminales de entrada y salida.
- (b) La compresión puede ser silábica o instantánea. La primera es la que se realiza con Técnicas analógicas (Recomendación G.162 del CCITT) que permite aumentar la capacidad de las portadoras FDM-FM (Multiplexaje por división de frecuencia-Frecuencia modulada) por un factor de 2 a 2.5; la segunda constituye la técnica empleada usualmente en Técnicas vocales digitales.

(4) Activación de la portadora por la voz

- (a) Consiste en retirar de la red de satélite el canal de transmisión durante las pausas de la conversación, sean estas Técnicas analógicas o digitales, de tal manera que en las transmisiones telefónicas se pueda confugar ventajosamente la anchura de banda y la potencia, conectando el canal telefónico a un canal de transmisión (por satélite) únicamente en presencia de la señal vocal.
- (b) El dispositivo básico consiste de un conmutador accionado por la voz, con parámetros de diseño referidos a: nivel de umbral de presencia de señal vocal, tiempo de funcionamiento del conmutador desde que detecta la palabra y tiempo de permanencia activa del conmutador después de terminada la señal vocal.

- (c) La activación por la voz tiene aplicación práctica en los sistemas SCPC (Un solo canal por portadora), donde permite una economía de potencia de unos 4 dB.
- (5) Interpolación digital de conversaciones
- (a) La interpolación digital de conversaciones (DSI: Digital Speech Interpolation) se basa en que cuando dos personas conversan normalmente por un circuito telefónico, las Teñemática vocales están presentes solo en una dirección del circuito, mientras que la dirección opuesta está desocupada.
 - (b) Esta característica permite que el mismo circuito telefónico pueda ser utilizado simultáneamente por diferentes usuarios mediante el empleo de un dispositivo de activación por la voz para acomodar otras llamadas en los intervalos y pausas en que el circuito está desocupado, lo cual posibilita aumentar considerablemente el número de conversaciones por un mismo canal durante un período determinado y al mismo tiempo obtener mayor capacidad de tráfico.
 - (c) Este tratamiento es ideal para sistemas digitales como el TDM (Multiplexaje por división de tiempo), PCM (Modulación por impulsos codificados) y PDM (Modulación por desplazamiento de fase), donde la ganancia total de la capacidad en el sistema con DSI no exige ningún aumento de anchura de banda ni de potencia.
- (6) Codificación para la conversión analógico/digital.- Existen muchas técnicas para la codificación de conversión:
- (a) Técnica de modulación por impulsos codificados (PCM)
 - (b) Modulación Delta
 - (c) Modulación por impulsos codificados diferencial
 - (d) Empleo de vocodificadores
 - (e) Técnicas de conversión de códigos
 - (f) Técnicas de codificación por Sub-bandas
- (7) Codificación/decodificación para el Control de errores
- (a) Es una técnica de tratamiento digital de mensajes de telecomunicaciones que utiliza la redundancia para acentuar que un determinado mensaje sea único, permitiendo en consecuencia una mejor discriminación contra mensajes erróneos que se producen debido a condiciones adversas en la transmisión/recepción (ruido, interferencia, etc).
 - (b) En trasmisión, la codificación se efectúa en la banda de base mediante el tratamiento digital de los trenes de bits antes de la modulación. En recepción, la decodificación se efectúa después de la demodulación.
 - (c) Los principales métodos utilizados para el control de errores en los sistemas digitales son:
 - ARQ: Automatic Repeat Request (pedido automático de repetición de error), que es apropiado para trasmisión de datos, sin embargo para satélites es inconveniente debido a retardos por propagación reduciendo su eficacia para bajas velocidades (Kbps).

- FEC: Forward Error Correction (corrección de errores de retorno) que es apropiado para telefonía. Estos códigos pueden agruparse en dos clases: códigos bloque (Hamming, BCH, GOLAY, Red-Salomon, extendido, expurgado, abreviable) y códigos convolucionales (autoortogonales y seleccionados por sus características de distancia)

11. ANTENAS SATELITALES

- a. Las antenas son componentes esenciales de un sistema de satélites. Están localizados a bordo de los satélites y como parte de los equipos de tierra.
- b. La señal transmitida de una antena terminal de tierra hacia el satélite es llamada enlace de subida y la transmisión de un satélite de un terminal de antena a tierra es llamada enlace de bajada.
- c. Las frecuencias de enlace de subida y enlace de bajada nunca son las mismas. La frecuencia de enlace de subida es normalmente la más alta. La razón para ello, es que es más fácil generar potencia de radio en la tierra que a bordo del satélite donde el peso y la energía son limitados.
- d. Para una medida dada de un dispositivo grande de reflector de antena en la tierra, usando alta frecuencia (la cual tiene corta longitud de onda) para el enlace de subida maximizará la potencia de la señal que se trasmite al satélite. Esto es importante porque el satélite, de lo contrario, tendría más desventajas en su habilidad para reforzar las Teñemática recibidas y trasmítidas. Por otro lado, la antena terrestre grande tendrá la ventaja para fortalecer o reforzar las Teñemática débiles que se capten, procedentes del enlace de bajada para frecuencias más bajas que sean trasmítidas por el satélite.
- e. Antenas terrestres satelitales
 - (1) Estas antenas son de diferentes tamaños y formas, a la vez que son diseñados por un propósito específico. La antena más básica que se conoce es la "WHIP" o "OMNI-DIRECCIONAL", que trasmite en cada dirección y dispersa la señal con igual intensidad a cada posible receptor.
 - (2) Para los satélites de Comunicaciones, una antena omnidireccional "whip" es comúnmente empleada sólo como receptor ("RECEIVE ONLY"). Un receptor de GPS que emplea el Ejército es un buen ejemplo de este tipo de antena.
 - (3) Una antena "whip" no es empleada normalmente para transmisiones de enlace de subida, desde un terminal terrestre de comunicaciones por satélite de dos vías, debido a que no puede concentrar la suficiente potencia de señal directamente hacia un satélite, para proporcionar un enlace útil.
 - (4) Otro tipo de antena terrestre muy común que emplea el Ejército es la antena parabólica: (Ver figura 17)

- (a) Su forma se asemeja a un plato o tazón que enfoca sus ondas de radio para captar las microondas del satélite que permitan "abrir" la guía de onda
- (b) Esta apertura de guía de onda es llamada "FEED HORN". Desde el "feed horn"; la señal es dirigida a un amplificador. Los amplificadores para comunicaciones satelitales son llamados "amplificadores de bajo ruido" (LOW NOISE AMPLIFIERS: LNA).
- (c) Un LNA toma la señal recibida y la refuerza contribuyendo con el menor ruido posible a la señal. El amplificador pasa la señal a algún tipo de convertidor, el cual cambia la radio señal modulado a Teñemática eléctricas que puedan procesarse más fácilmente por varios terminales de usuarios finales que extraigan información útil de la señal que se trasmitió.
- (d) Si la señal es una llamada telefónica, entonces será conectada a una red telefónica. Si es para un programa televisivo, se convertirá en una forma que se pueda proyectar a un aparato receptor de TV,
- (e) Aunque lo expuesto en los subpàrrafos procedentes es una explicación muy simple de lo que ocurre para las señas recibidas en esta antena parabólica, la idea básica será también la misma para la señal trasmitida.

f. Antenas satelitales en el espacio

- (1) Tienen dos funciones básicas: Una es recibir y transmitir Teñemática de comunicaciones para los usuarios en tierra, la otra función muy importante es comunicar telemetría, seguimiento y control (TS& C) de Teñemática, mediante el cual los sistemas de

control en tierra y sus operaciones aseguran que los satélites son apropiadamente mantenidos en órbita.

- (2) Las antenas a bordo del satélite usan lo máximo de energía disponible a bordo para transmitir y recibir Teñemática de y hacia tierra. Los satélites tienen esencialmente el mismo equipo como las estaciones de tierra para recibir, procesar y transmitir Teñemática.
- (3) Las antenas de los satélites usados para servicios de telecomunicaciones son las más grandes y las más complejas. Mientras que las antenas (TS&C) son usualmente más pequeñas y de forma de bocina.
- (4) Una antena de satélite puede ser diseñada y hecha para focalizar y concentrar una señal dentro de un área geográfica deseada.
- (5) Una característica importante de la antena de un satélite de comunicación es su ganancia. La ganancia de una antena es la medida de su habilidad para concentrar energía siendo irradiado hacia o desde el satélite. Esta ganancia contribuye significativamente para mejorar la capacidad y el desempeño de las comunicaciones. La cartilla de la Fig 18 muestra las comparaciones entre los diseños y rendimientos de los satélites, asumiendo que los satélites son capaces de retransmitir la misma clase de señal.

**FIGURA 18: DISEÑO BASICO DE TERMINALES TERRESTRES
Y DE SATELITES Y RENDIMIENTOS MAS
NOTABLES**

A. PARA SATELITES			
SI EL SATELITE TIENE:	ENTONCES:	SI EL SATELITE TIENE:	ENTONCES:
1. ALTA POTENCIA	Necesitará antenas terrestres pequeños	1. BAJA POTENCIA	Necesitará antenas terrestres grandes
2. COBERTURA ANGOSTA	Tendrá pocos receptores y transmisores	2. COBERTURA AMPLIA	Tendrá muchos receptores y transmisores
3. PROPOSITO UNICO	Solo una clase de señal puede transportarse	3. MULTIPROPOSITOS	Muchas Teñemática pueden llevarse (voz, vídeo, etc)
4. TODAS LAS ANTERIO - RES	La construcción del satélite será costosa, pero las estaciones terrenas serán relativamente baratas	4. TODAS LAS ANTERIO RES	La construcción del satélite será barata pero las estaciones terrenas caras
B. PARA TERMINALES TERRESTRES			
SI:	ENTONCES:	SI:	ENTONCES:
1. El plato es grande	Recogerá más Teñemática del espacio y será capaz de TX con menos potencia de Trasmisión	1. El plato es pequeño	Recogerá pocas Teñemática del satélite y requerirá más potencia
2. El amplificador de bajo ruido es potente	El plato puede ser más pequeño y menos caro	2. El amplificador de bajo ruido no es potente	El plato deberá ser más grande y más caro
3. Si el plato se ubica cerca al centro de la cobertura	El plato puede ser pequeño y el amplificador de bajo ruido no necesitará ser potente	3. El plato se ubica alejado del centro de la cobertura	El plato deberá ser más grande y el amplificador de bajo ruido más potente.
4. Se cumplen todos los rendimientos anteriores	La trasmisión y recepción puede ser fácil, con alta calidad y confiabilidad	4. Se cumplen todos los rendimientos anteriores	La trasmisión y recepción será más dificultosa no confiable y de baja calidad

g. Eficiencia de la recepción de las antenas

- (1) Uno de los factores más críticos para las Comunicaciones Satelitales, particularmente para el segmento terminal terrestre es la eficiencia en la recepción de la Teñemática de radiofrecuencia. El tamaño y diseño de las antenas y sus componentes asociados (convertidores de subida/bajada y modems) determinarán cuanta señal podrán recibir.
- (2) La eficiencia de recepción de una antena está directamente relacionada a cuanta potencia se necesita para establecer un enlace satélite-tierra o tierra-satélite. Esta eficiencia es normalmente expresada como Figura de Mérito (G/T)
- (3) Figura de Mérito (G/T: Ganancia sobre ruido de Temperatura en grados Kelvin)
 - (a) La G/T está medida en decibeles por Kelvin y mide principalmente la eficiencia de la antena, al amplificador de bajo ruido (LNA: low-noise-amplifier) y sus componentes asociados.
 - (b) Un G/T alto permitirá a los terminales emplear menos potencia en los satélites para un determinado ancho de banda. Consecuentemente; posibilitará que existan más terminales para un satélite; o permitirá al terminal incrementar su eficiencia empleando la misma potencia del satélite.
 - (c) Los convertidores de bajada y el modem juegan también un rol en el rendimiento, al determinar que tipo de modulación y codificación será usada, lo que a su vez determinará el ancho de banda y los niveles de potencia que necesitan para establecer un enlace.
 - (d) En los sistemas satelitales que funcionan a frecuencias superiores a 10 Ghz, las especificaciones del factor de mérito (G/T) deben tener en cuenta las perdidas debido a los efectos atmosféricos y a las lluvias.
 - (e) Ver figura 19, 20 y 21

h. En el Anexo 02 se amplía información sobre las antenas satelitales.

FIGURA 19

FIGURA 21

12. AREAS DE COBERTURA

- a. La cobertura se refiere a esa porción de la superficie terrestre sobre la cual los servicios de los Satélites de Comunicaciones son previstos.
- b. La cobertura global es definida como la cobertura de todas las longitudes y latitudes de las regiones geográficas.
- c. La cobertura a lo ancho del mundo acompaña la primera cuarta media latitud y es definida a través de 65 grados de latitud sur y 65 grados de latitud norte y todas las longitudes.
- d. Hay cinco regiones geográficas según la clasificación del Ejército americano: CONUS, ATLANTIC, INDIAN OCCEAN, PACIF y NORTH POLAR. La región Norte Polar es definida como el área sobre los 65 grados de latitud norte y de todas las latitudes la Región Sur Polar es el área de 65 grados de latitud sur (Nota: La mínima elevación de la estación de la antena respecto a tierra en la práctica forma un ángulo de 5 grados. La comunicación con un satélite Geoestacionario, la máxima latitud Norte y Sur también en la práctica es de la estación con respecto a tierra está sobre los 76 grados. Todas las tierras que cubren la parte del mapa Geo Síncrono y Geo Estacionario muestran en este Texto los 76 grados del límite máximo).
- e. En las figuras del 22 al 24 se muestran ejemplos de las áreas de cobertura.

13. AREAS DE CONCENTRACION (FOOTPRINTS)

- a. Se denominan áreas de concentración (footprints) a aquella área de cobertura que es efectivamente irradiada por la antena de un satélite. Esta área es también el área de cobertura desde la cual la antena de un satélite puede obtener con eficiencia Teñemática trasmitidas a ella.
- b. Teóricamente, al igual que el haz de una linterna de mano un área de concentración debería ser circular. Sin embargo, la superficie terrestre es irregular, el grosor de la atmósfera cambia y las diferentes antenas satelitales pueden tener diferentes formas de patrones para sus haces.
- c. El área de concentración, en realidad, usualmente tiene una forma de patrón de haz irregular con la fuerza de la intensidad de la señal en la parte central de la proyección del patrón de cobertura terrestre y debilitándose hacia las etapas externas del patrón.
- d. La señal trasmitida desde un satélite puede estar distribuida desigualmente. Resulta impracticable construir un satélite cuya área de cobertura de antena es grande y cuya fuerza de señal es enteramente uniforme a través del área de concentración, ya que el costo podría ser enorme. En vez de ello, los terminales terrestres tendrán antenas de grandes platos para capturar más de la señal que se distribuye lejos del centro del área de concentración del satélite.

FIGURA 22

FIGURA 23

FIGURA 24

- e. Existen antenas especiales a bordo del satélite que puedan proyectar "puntos luminosos" para concentrar Teñemática directas más eficientemente para ubicaciones específicas.
- f. Algunos satélites usan antenas con motores de dirección que pueden guiar los puntos luminosos hacia áreas específicas sobre la tierra. Las antenas de haces luminosos movibles que pueden configurar un área de cobertura del satélite, son construidos particularmente, para apoyar a los desplazamientos continuos por lo tanto normalmente serán empleados para fines militares u otras tareas de gobierno.
- g. Ver **figura 25**

14. CONFIGURACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES POR SATELITE

- a. La transmisión de Teñemática por satélite se configuran por la combinación particular de los métodos empleados en cada una de las técnicas siguientes:
 - (1) Tratamiento de banda de base (Ver párrafo 10.f)
 - (2) Técnicas de modulación
 - (3) Técnicas de multiplexaje
 - (4) Técnicas de acceso múltiple al satélite
- b. Técnicas de modulación más empleadas en comunicaciones por satélite
 - (1) La no linealidad de los transpondedores y las limitaciones de potencia en el satélite hacen que las técnicas de modulación preferidas sean:
 - (a) Modulación en Frecuencia (FM)
 - (b) Modulación por desplazamiento de fase (BPSK y QPSK)
 - (2) Modulación en Frecuencia (FM)
 - (a) Es la técnica más utilizada en las comunicaciones por satélite, al permitir la posibilidad de establecer un compromiso entre la utilización de la potencia y la anchura de banda aumentando la desviación de la frecuencia. (Ver **Figura 26**)
 - (b) En un sistema que utilice una sola portadora por transpondedor permitirá aprovechar al máximo la potencia disponible.
 - (c) Esta técnica se utiliza generalmente en los sistemas FDM-FM y SCPC-FM.
 - (3) Modulación por desplazamiento de fase (PSK)
 - (a) Este tipo de técnica es muy eficiente para modular una portadora con información digital, donde la eficiencia de los modems que se empleen permitirán mayores velocidades en Kbps hasta rangos 2,328 Kbps. Normalmente los modems emplean modulación BPSK y QPSK. Ver **Figura 27**

FIGURA 25

FIGURA 26

FIGURA 27

- (b) Modulación BSPK (Bi - Phase - Shift - Keying), emplea técnicas de codificación en el tratamiento de la banda de base. Este sistema emplea una de las fases de la portadora para representar un estado binario. La técnica de codificación incrementa el ancho de banda pero reduce los requerimientos de potencia en el satélite al agregarle ganancia en el procesamiento.
- (c) Modulación QPSK (Quadra - Phase - Shift - Keying), puede emplear técnicas de codificación o de compresión en el tratamiento de la banda base. Este sistema requiere, teóricamente, la misma potencia o poco menos que en el satélite con modulación BSPK, pero la mitad del ancho de banda, para una calidad de enlace determinado.

c. Técnicas de Multiplexaje

- (1) El multiplexaje es una operación reversible consistente en combinar varias Teñemática portadoras de información, generalmente procedentes de fuentes independientes, para formar una señal única más compleja, mediante un dispositivo electrónico llamado multiplexor (multiplexer/mix). A la operación inversa, por la cual se recuperan las Teñemática originales se denomina demultiplexaje.
- (2) Las técnicas de multiplexaje (o multiplaje) más usadas son:
 - (a) Multiplaje por división de frecuencia (FDM: Frecuency Division Multiplex). **Ver figura 28**
 - (b) Multiplaje por división de tiempo (TDM: Time Division Multiplex).

d. Técnicas de Acceso Múltiple al Satélite

- (1) Se denomina acceso múltiple a la posibilidad proporcionada a varias estaciones terrenas o terminales, de interconectarse simultáneamente y sin interferir sus respectivos enlaces a través de un mismo transpondedor de satélite. Esta posibilidad permite el mejor aprovechamiento de la gran cobertura de la antena del satélite y de su amplia anchura de banda disponible, optimizando la utilización de los transpondedores.
- (2) La eficacia de toda técnica de acceso está ligada a las técnicas de modulación y multiplexaje que se seleccionan, lo que dará origen a diferentes métodos de acceso. Sin embargo ningún método de acceso múltiple por si solo responde a todas las necesidades que puedan presentarse en la explotación de un sistema satelital por lo que en la mayoría de los casos habrá que compatibilizar los parámetros siguientes:
 - (a) Capacidad
 - (b) Uso eficiente de la potencia radiada por el satélite

FIGURA 28

- (c) Facilidad de adaptarse a los cambios de tráfico
 - (d) Problemas del interfaz con conexiones terrestres
 - (e) Viabilidad económica.
- (3) Los diferentes métodos o técnicas de acceso múltiple pueden agruparse como sigue (Ver **figura 29**):
- (a) Según la asignación o atribución de canales (Ver **figura 30**)
 - 1. Acceso múltiple con asignación previa (PAMA)
 - 2. Acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA)
 - 3. Acceso múltiple con asignación centralizada
 - (b) Según el tipo de compartición de los transpondedores (Ver **figuras 31 y 32**)
 - 1. Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)
 - 2. Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
 - 3. Acceso múltiple por división de código (CDMA)
- (4) Acceso múltiple con asignación previa (PAMA)
 Es esta técnica, los canales telefónicos necesarios entre dos o más estaciones terrenas están asignados permanentemente para su uso exclusivo, independientemente de la utilización que se haga de los mismos.
- (5) Acceso múltiple con asignación de frecuencia (DAMA)
 En esta técnica, la atribución de canales se distribuye de acuerdo con las llamadas que se efectúen, el canal se selecciona automáticamente y solo permanece conectado mientras se mantiene la comunicación, con lo que se aumenta considerablemente su eficiencia para cursar tráfico.
- (6) Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)
- (a) En el FDMA se asignan frecuencias diferentes a las distintas estaciones terrenas. El número de canales que modula la portadora condicionan tanto la potencia transmitida por la estación terrena como la anchura de banda en radiofrecuencia. (Ver **figuras 33 y 34**)
 - (b) La capacidad en número de canales telefónicos por transpondedor del satélite varía en función del número de portadoras de acceso y de la distribución del tráfico. La máxima capacidad se obtiene en el caso de que se transmita una sola portadora que ocupa todo el ancho de banda, disminuyendo a medida que ese número de portadoras aumenta.
 - (c) El FDMA puede utilizarse con distintos métodos de modulación y multiplexaje tales como: FDM - FM, TDM - PSK y SCPC.

FIGURA 29

FIGURA 30

FIGURA 31

FIGURA 32

FIGURA 33

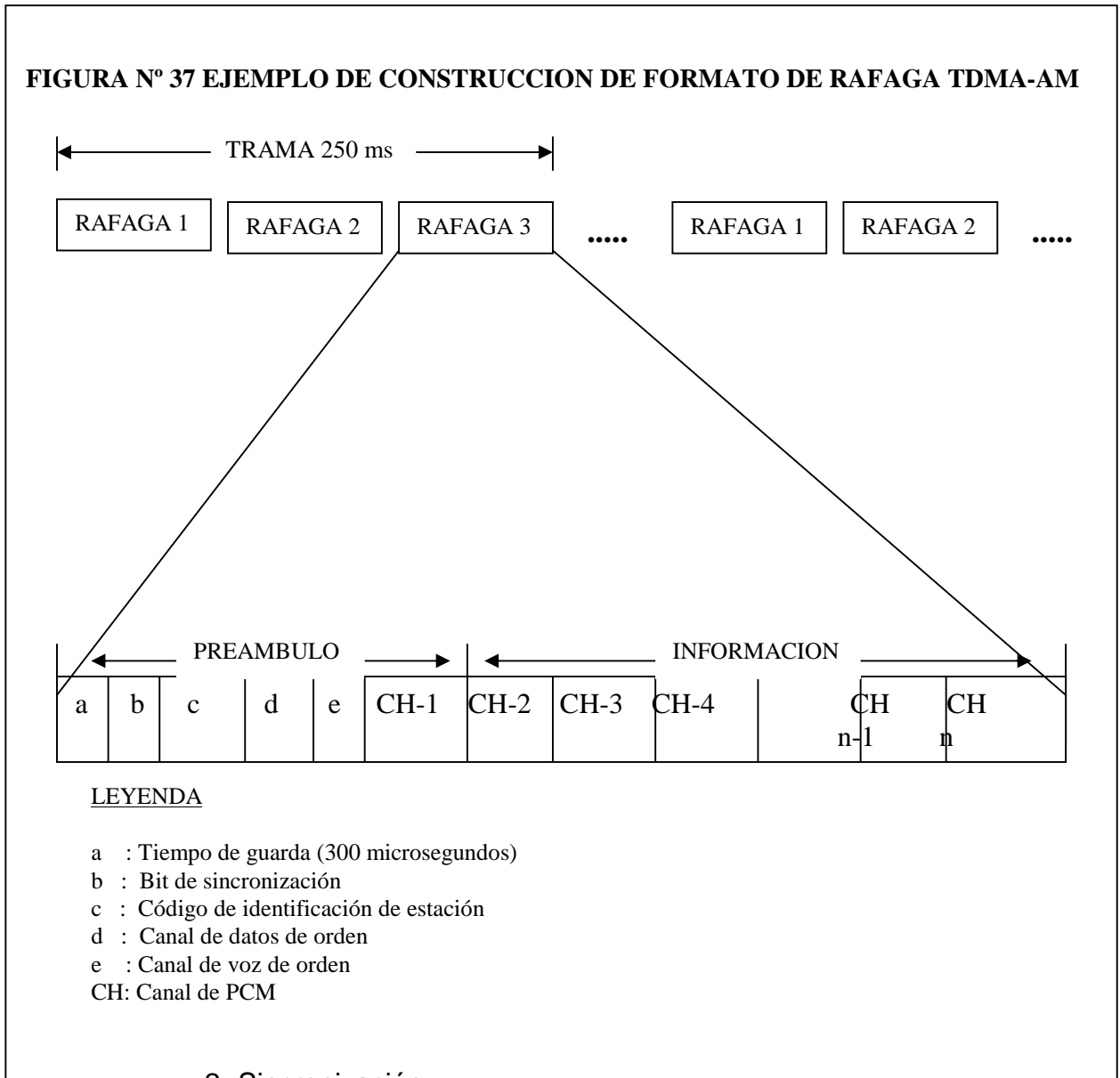
FIGURA 34

- (7) Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- (a) Es una técnica digital, en donde varias estaciones terrenas de una red satelital utilizan un mismo transpondedor sobre la base de la compartición en el tiempo. En una red de TDMA las transmisiones de las estaciones terrenas no son continuas, efectuándose por ráfagas muy breves (microsegundos) que se repiten periódicamente a intervalos de duración regular denominados TRAMA. Ver **figuras 35 y 36**.
 - (b) Varias estaciones terrenas pueden utilizar un determinado transpondedor para transmitir ráfagas de datos sin que exista una superposición de portadoras en dicho transpondedor. Puesto que solo una estación accede al satélite, en cada momento todas las estaciones disponen de la potencia y anchura de banda totales del transpondedor.
 - (c) Las características más relevantes del TDMA son:
 - 1. Utilización de la potencia del transpondedor hasta el punto de saturación.
 - 2. Menor reducción de capacidad de canal del transpondedor causada por el acceso múltiple en comparación con FDMA-FM.
 - 3. Innecesaria estabilidad de EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) en las estaciones terrenas.
 - 4. Tratamiento de banda base empleando DSI (Digital Speech Interpolation) de manera económica.
 - 5. Reducción de interferencia de otros sistemas de comunicación.
 - (d) El TDMA es particularmente adecuado para enlaces punto - multipunto de transmisiones digitales, donde la señal de banda base requiere que sea muestreada y cuantificada en forma de impulsos antes de la modulación.
 - (d) Los aspectos más relevantes de una red de TDMA son: la estructura de la Trama y las funciones de sincronización y recepción:
 - 1. Estructura de la Trama (Ver **Figura 37**)
 - a. Una trama está constituida por la secuencia completa de todas las transmisiones individuales de cada estación terrena, incluida la estación de referencia.
 - b. El intervalo de trama está limitado por el retardo ocasionado por el tiempo de propagación y su duración fija de acuerdo con la velocidad de transmisión de datos de la red, el número de estaciones participantes y las previsiones de tráfico.
 - c. La duración de intervalo de trama y de los intervalos elementales que los componen caracterizan a una red de TDMA. Si la duración de la trama es constante, la de los intervalos elementales pueden diferir de una estación a otra según el volumen del tráfico que debe cursar la estación.

FIGURA 35

FIGURA 36

- d. El período de la trama se diseña como un múltiplo entero de 125 milisegundos y la longitud de la ráfaga puede modificarse de acuerdo con el volumen de tráfico.
- e. La porción de preambulo contiene la señal de sincronización de trama destinada a sincronizar la refaga y la porción de información comprende los datos para múltiples destinos.



2. Sincronización

- a. Como la distancia de separación entre el satélite y las distintas estaciones terrenas en la red es variable según la situación dentro de un área de cobertura, el retardo de la propagación de las Teñemática será también diferente y deberá corregirse.
- b. La temporización de las tramisiones de cada estación individual es crítica, para que las ráfagas individuales

puedan llegar al satélite consecutivamente sin anularse.

- c. En el preambulo se organizan los datos para la sincronización y el encaminamiento.

(8) Acceso múltiple por división de código (CDMA)

- (a) Esta técnica está íntimamente ligada a la tecnología de espectro expandido/ensanchado (Spread Spectrum), ya que la energía media de la señal de información (portadora) se expande/dispersa varias veces sobre el ancho de banda que la necesaria para transmitir la información. Ver **figura 38**, Concepto del Spread Spectrum
- (b) A diferencia del FDMA y del TDMA, en este tipo de acceso todas las estaciones utilizan la misma frecuencia portadora y pueden transmitir al mismo tiempo, distinguiéndose las diferentes transmisiones únicamente por un código característico que se asigna en exclusividad a cada estación de la red satelital.
- (c) La expansión del espectro se logra mediante la adición de una serie de códigos complejos, diferentes para cada estación, de modo que cuando la señal singularmente codificada llega a un receptor, éste deberá disponer de ese código particular para poder demodularla/decodificarla para retornar la señal a su banda original. Existen dos técnicas principales para extender (ensanchar) o modular la señal:
 - 1. Secuencia directa: el IS-95 se basa en esta técnica, donde los códigos digitales (códigos de secuencias pseudoaleatorias) son utilizados para modular la señal.
 - 2. Salto de Frecuencia (Frequency Hopping): es empleado en equipos militares principalmente.
- (d) El CDMA se concibió inicialmente para aplicaciones militares, ya que el código pseudoaleatorio que se agrega sirve para diferenciar las distintas transmisiones y al mismo tiempo, permitir asegurar el secreto de la comunicación por tratarse de una recepción exclusiva. Hoy en día tiene múltiple aplicaciones comerciales tales como:
 - 1. Muchos usuarios pueden compartir el mismo canal en el transpondedor, sin necesidad de ningún control de asignación de canales.
 - 2. Es ideal para redes con muchos usuarios que se comunican esporádicamente, ya que si se aumenta la carga del transpondedor se puede producir una degradación de la calidad (S/N).

FIGURA 38

3. No requiere coordinación entre transmisores
 4. Protección contra las fuentes de interferencia de banda estrecha.
 5. Permite superar los efectos de propagación por trayectos múltiples.
- (e) Características del CDMA
1. Tecnología digital de espectro ampliado (expandido/ensanchado).
 2. Utiliza portadoras de 1.23 Mhz de ancho
 3. Utiliza códigos digitales para diferenciar canales
 4. Ofrece capacidad, claridad, seguridad y versatilidad en facilidades.
 5. Utiliza la trayectoria múltiple de la señal positivamente.
 6. Ofrece mayor resistencia a interferencias
 7. Vocoders de velocidad variable (más capacida, menos ruido)
 8. Control preciso de la potencia.
- (f) En la figura 39 se gráfica el concepto de banda ancha aplicada al CDMA.

(g) Códigos Seudo - aleatorios (Pn)

1. Códigos Seudo - aleatorios (Pn)

a. Código Corto (Pn short).

- Secuencia pseudo-aleatoria balanceada
- Utilizado para diferenciar sectores
- Producido por un "shift register" con polinomio conocido y secuencia inicial conocida.
- El "RAKE reciver" del móvil correlaciona su secuencia de 15 bits de largo con la energía recibida (RSSI), hasta tener un alto grado de correlación; lo que le da 32, 768 posibilidades y 512 desplazamientos de 64 bits cada uno.
- La estación base modula la portadora a razón de 1,2288 Mbps, en el "forward link" para identificar el sector fuente.
- La estación móvil modula la portadora en el "reverse link" para identificar el sector destino.
- Cada sector utiliza un desplazamiento diferente, transmitiendo un código Pn corto distinto en un instante dado. Todas cambian en el mismo instante.
- El desplazamiento en tiempo del código transmitido por un sector se llama "Pn Off set", medido desde tiempo cero.
- Un desplazamiento de un código PN es simplemente el código que sería producido por el shift register si se adelanta o atraza el tiempo del mismo.

b. Código largo (Pn long)

- Secuencia pseudo-aleatoria balanceada
- Utilizado para diferenciar canales de enlace RVS
- Producido por un "shift register" con polinomio conocido y secuencia inicial conocida (empezó el 6 Enero de 1980 a las 00:00).
- Funciona como un filtro digital de alta ganancia.
- Secuencia de 42 bits de largo, lo que le da 4.4×10^{12} posibilidades y 2^{36} desplazamientos de 64 bits cada uno.
- Modula la portadora a razón de 1,2288 Mbps.
- Cada móvil utiliza un desplazamiento diferente, empleando el Pn largo para diferenciar su canal de tráfico de los demás en el reverse link (enlace reverse).
- El Pn largo es utilizado también para proteger la señal contra el fraude.

2. Códigos Walsh

- a. Emplea matriz 64×64 , cuyos miembros son ortogonales.
- b. Distinguen entre canales del forward link (enlace forward)
- c. Utilizados por sector (pueden ser re-utilizados a nivel de sector).
- d. Cada señal de usuario es una red XOR (Exclusive-OR Gate) con su código walsh asignado.

(h) Sincronización del CDMA

1. Un sistema CDMA requiere un alto grado de sincronización entre las estaciones base (empleando GPS, Long Range Navigation C-LOPAN, oscilador de rubidio, etc).
2. Se emplea un canal de sincronización por celda (omni) o sector de baja potencia, baja velocidad (1200 bps) y contiene un mensaje, el cual es transmitido continuamente por la celda/sector (mensaje del canal de sincronización).
3. La señal interespaciada (interleaved) es codificada por el código walsh 32 y es extendido en un arreglo de cuadratura del código corto PN (que también se emplea en el canal piloto).
4. El canal de sincronización se usa para obtener la hora del sistema y el estado del código largo.

(i) Otros canales en el CDMA

1. Canales en el Enlace forward. Ver figura 40

- a. Canal piloto (portadora no modulada que no contiene información) .

- b. Canal de búsqueda paging (para mensajes informativos en el área)
- c. Canal de tráfico (usado para transmitir datos a un terminal data durante una conversación o transacción).

2. Canales en el enlace reverse

- a. Canal reverse link
- b. Canal de acceso

(j) Vocoders en CDMA

1. Un vocoder ajusta automáticamente la velocidad, dependiendo de la energía de la voz y la frecuencia de la actividad de voz. De ahí que los vocoders se diseñan para velocidad variable de 0.8, 2.4 y 8.6 Kbps, pudiendo actualmente llegar a tener vocoders de 13 Kbps.
2. El vocoder permite a un operador la capacidad de ofrecer diferentes paquetes de servicios, pudiéndose soportar simultáneamente múltiples codificadores de voz en un sistema.
3. Desde 1962 que con el PCM se emplearon vocoder de 64 Kbps, actualmente los más empleados desde 1990 son:
 - a. 16 Kbps LD-CELP (1990)
 - b. 7.95 Kbps VSELP (1990)
 - c. 8 Kbps CELP (1992)
 - d. 13.25 Kbps CELP (1994)
 - e. 8 Kbps EVRC (1995)

CAPITULO 2

NECESIDADES DE LAS COMUNICACIONES SATELITALES PARA EL EJERCITO

Sección I. Antecedentes

15. NECESIDADES DE ENLACE DEL COMBATIENTE MODERNO.

- a. El combatiente de la guerra moderna en nuestro Ejército será un soldado que requerirá tener enlace en cualquier momento y en cualquier lugar de nuestro territorio y eventualmente fuera de él, no sólo para transmitir o recibir información, sino para conducir tiros, realizar maniobras, desplazarse con precisión y seguridad, localizar objetivos y muchas otras tareas o demandas que antes de 1994 aún no se habían visualizado en nuestra región.
- b. Los Ejércitos latinoamericanos cada día vienen haciendo un uso extensivo de tecnología bélica de última generación, sea que ésta haya sido desarrollada por su propia industria o se haya adquirido de países más desarrollados.
- c. Los requerimientos del combatiente serán pues la base para el desarrollo de una futura arquitectura de redes de comunicaciones satelitales, empleándose transpondedores propios con sistemas de seguridad que permitan integrarlos a las redes terrestres y proyectar una mayor cobertura en los futuros campos de batalla.
- d. En la medida que se logre contar con combatientes cada vez más preparados técnica - tecnológica y tácticamente independientes y profesionales, las necesidades de enlace para cualquier tipo de guerra, en cualquier lugar y en cualquier tiempo serán imperativos para dichos combatientes.
- e. Estas necesidades de enlace no serán idénticas, para dos Unidades de igual tipo y magnitud, por lo que el diseño de las redes y sistemas de comunicaciones deberán ser mucho más flexibles que antes. (Ver [figura 41](#)) Sin embargo existirán características comunes que pueden guiar el diseño de la arquitectura de red de un futuro Sistema de Comunicaciones Satelitales para el Ejército y son: - interoperatividad, - flexibilidad, - cobertura global y - acceso asegurado. Estas características las desarrollaremos en los párrafos siguientes.

FIGURA 41

16. CARACTERISTICAS COMUNES DE LAS NECESIDADES DE COMUNICACIONES SATELITALES.

a. El combatiente no diferencia entre los tipos de servicios de comunicaciones, que necesita por lo tanto debe ser dividido entre las de alta capacidad y los de baja capacidad militar o comercial; de tal manera que dicho combatiente cumpla su tarea de luchar en el campo de batalla contando con los recursos de comunicaciones donde y cuando lo necesite sin pensar en como lo conseguirá.

b. Para asegurar que el Comandante Táctico tenga la correcta información para su disposición, un grupo común de características del sistema deberán considerarse para apoyar las operaciones. Estas se explican en los subpárrafos siguientes

c. INTEROPERABILIDAD

(1) La infraestructura de los sistema de comunicación son componentes de toda la información global. Ellos deben interoperar más allá del teatro local de operación dentro de la red de información.

(2) A través del uso de telepuertos, **compuertas de entrada y** la red global terrestre de fibra óptica, el alcance de la información del combatiente debe extenderse para apoyar sus operaciones.

(3) Un terminal común terrestre del satélite ayudará a conseguir la completa interoperabilidad con otros sistemas y redes de comunicaciones.

d. COBERTURA GLOBAL

(1) El acceso a la capacidad de comunicaciones satelitales como soporte del combate incluye la localización de las regiones más remotos de nuestro territorio y de países de interés.

(2) La experiencia de los recientes conflictos mostraron lo difícil que resultan lugares de nuestra selva no sólo para combatir, sino para comunicar, conducir, coordinar y todas las demás tareas o funciones de Comando y Control de las fuerzas; y lo importante que resultaron las comunicaciones satelitales comerciales para suplir y/o complementar las redes terrestre tácticas.

(3) Una cobertura amplia de comunicaciones de manera simultanea para un gran volumen de fuerzas en una zona difícil, asegura el éxito en el Comando y Control.

e. ACCESO ASEGURADO

(1) Durante el desarrollo de las operaciones se requiere asegurar un acceso permanente a los sistemas de comunicaciones satelitales para el ejercicio del comando y control y para la difusión de inteligencia durante todas las fases.

(2) El satélite de comunicaciones asegura el acceso en tiempo real, permitiendo al combatiente la posibilidad de obtener y difundir

información y/o inteligencia, ejecutar ordenes rápidamente, de tal manera que puede anticiparse a cualquier acción del enemigo.

f. FLEXIBILIDAD

- (1) El combatiente necesita la habilidad para actuar en un ambiente aeroterrestre, basándose en sistemas de comunicaciones capaces de adaptarse a la dinámica operacional del combate moderno.
- (2) Esta habilidad se puede alcanzar con un adecuado sistema de comunicaciones satelitales, que emplean más de un transponder en diferentes satélites comerciales.

17. AREAS CLAVES DE LA NECESIDAD DE SATELITES.

a. Comunicaciones

- (1) Los satélites de comunicaciones serán el punto neurálgico de una futura arquitectura de red de Comando y Control de nuestro Ejército. Nuestra difícil geografía y vasta frontera hace que se requiera una amplia, oportuna, estratégica y táctica arquitectura de telecomunicaciones; y, ésta impone contar con una combinación óptima de posibilidades de comunicaciones terrestres y satelitales a través de todo el espectro de frecuencias empleando no sólo nuestros sistemas de enlace militares sino también los comerciales.
- (2) La importancia de las comunicaciones crece conforme las misiones asignadas al Ejército llegan a ser más complejas y el nivel de las fuerzas que se empleen disminuya.
- (3) Los sistemas de comunicaciones satelitales no se ven afectados por las restricciones de la línea de vista terrestre y pueden aumentar significativamente las posibilidades de extensión del alcance y de la confiabilidad.
- (4) Un moderno campo de batalla es hoy en día volátil y para tener éxito cuando se combate en él deberemos de disponer de comunicaciones flexibles, altamente móviles, oportunas, confiables, seguras, resistentes a la perturbación y con capacidad de supervivencia.
- (5) Actualmente, el Ejército está empleando las comunicaciones satelitales básicamente para sus enlaces administrativos y para incrementar la cobertura de los sistemas terrestres en zonas de difícil acceso para que se asegure una continuidad del apoyo logístico, principalmente de los sistemas de energía que garanticen su operación continua.
- (6) Sin embargo la introducción en el mercado local de sistemas móviles de comunicaciones satelitales de uso comercial puede significar el empleo de estos pequeños aparatos para controlar y conducir el despliegue inicial de fuerzas, siempre y cuando se cuente con sistemas de seguridad de voz y datos.

- (7) Los satélites de comunicaciones pueden proporcionar a las operaciones del Ejército, las ventajas siguientes:
 - (a) Mayor libertad en zonas geográficas difíciles.
 - (b) Mayor alcance, capacidad y cobertura.
 - (c) Posibilidades de manejo de información en tiempo real y de almacenaje de la misma.
 - (d) Posibilidades de operación individual/personal y reducción de necesidad de apoyo logístico.
 - (e) Flexibilidad para superar configuraciones de redes rígidas.
 - (f) Movilidad y emplazamiento rápido.
 - (g) Alta confiabilidad en sus circuitos.

- (8) Las desventajas o limitaciones que podrían tener el empleo de los satélites de comunicaciones por el Ejército son:
 - (a) Costo del alquiler del segmento espacial.
 - (b) Limitada capacidad de ancho de banda.
 - (c) Imposibilidad de contar con satélite propio (aún a largo plazo).
 - (d) Falta de conectividad de redes satelitales comerciales con redes terrestres comerciales.
 - (e) Terminales terrestres relativamente inmóviles.
 - (f) Bajo nivel de seguridad a nivel segmento espacial.

b. Posicionamiento y Navegación

- (1) Los satélites de posicionamiento y navegación fueron empleados en la tormenta del desierto con mucho éxito y rápidamente se hicieron populares en todos los Ejércitos.
- (2) El empleo de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM) por parte del Ejército del Perú se extendió rápidamente desde 1995 en casi todas las Unidades, particularmente después de apreciarse las ventajas de su uso en las zonas de frontera selvática.
- (3) Cabe mencionar sin embargo que los terminales GPS que empleamos son de uso comercial y tienen niveles de imprecisión en latitud y longitud, respecto a las medidas que proporcionan los GPS de uso militar que emplean los Ejércitos de países desarrollados.
- (4) A pesar de la limitación expuesta en el subpárrafo anterior el GPS, puede apoyar con eficiencia las maniobras de las fuerzas terrestres, el vuelo de aeronaves y el tiro de artillería, reduciendo las incertidumbres al proporcionar con mucha precisión datos de ubicaciones tridimensionales tanto de día como de noche, así como también data sobre la velocidad y la hora.
- (5) El empleo de los terminales de GPS no debería hacer olvidar que constituyen complemento de las tradicionales cartas y brújulas. La integración de estos tres elementos para fines de posicionamiento y navegación, incrementarán en el Ejército sus posibilidades de Comando, control y sincronización de las fuerzas.

c. Reconocimiento, Vigilancia y Adquisición de blancos (RVAB)

- (1) Este tipo de satélites, son básicamente sensores con base en el espacio que tienen la ventaja de observar y vigilar áreas de acceso restrictivo para una fuerza militar sea por razones tácticas, estratégicas y/o políticas.
- (2) Los terminales receptores de la información obtenida por estos satélites no están disponibles para países como el Perú sino sólo para fines pacíficos, sin embargo contándose con adecuados programas de cooperación militar el acceso al conocimiento de esta tecnología puede facilitar un mediano desarrollo por parte de nuestro Ejército.
- (3) Estos satélites cuentan con cámaras de vídeo de gran alcance y resolución, equipos con sistemas de visión nocturna, aparatos infrarrojos, detectores de metales y una serie de otras facilidades que permiten a los países poseedores de estos satélites contar con una significativa ventaja en el planeamiento y conducción de las operaciones tácticas y estratégicas.

d. Monitoreo del medio ambiente y del clima

- (1) Los satélites con sensores para monitorear el terreno y el clima constituyen un componente vital en los sistemas de búsqueda y reunión de información para inteligencia. La información sobre el clima y el terreno debe colectarse en estos satélites y transmitirse a tierra para su procesamiento para obtener un producto que apoye al proceso de toma de decisiones del Comandante Táctico.
- (2) El análisis detallado de los factores del clima y del terreno son pasos críticos en el proceso de Preparación de Inteligencia del Campo de Batalla (PIC) ya que afecta tanto a nuestras fuerzas como a las del potencial adversario y su impacto puede disminuir las capacidades para moverse, disparar o comunicar.
- (3) Los satélites pueden proporcionar información del clima y del terreno en tiempo real, lo que aumenta la optimización de las posibilidades de las armas en un moderno campo de batalla, al poder integrarlos con los productos resultantes del análisis topográfico.
- (4) En nuestro Ejército el Instituto Geográfico Nacional obtiene información procedente de satélites comerciales tanto del tipo radárico como óptico, sin embargo esta no es en tiempo real y debe pagarse un costo por ella para una pequeña porción de nuestro territorio. Además existen otras organizaciones castrenses y gubernamentales que tienen acceso a informaciones procedentes de satélites que monitorean el clima y áreas específicas geográficas, que pueden ser en tiempo real o no, dependiendo si se cuenta con adecuados terminales terrestre satelitales y el medio apropiado para procesar esta información.

e. Defensa estratégica

- (1) Los satélites dedicados a esta área son empleados por las Fuerzas Armadas de países desarrollados para proporcionarles "alerta temprana" sobre el lanzamiento de misiles de largo alcance durante alguna situación de conflicto.
- (2) Este tipo de satélites reconocen el lanzamiento de misiles estratégicos y ciertos misiles tácticos, a través del empleo de sensores infrarrojos que detectan el calor que generan los cohetes de propulsión de estos misiles.
- (3) Para nuestro Ejército es importante mantener alianzas con países más desarrollados que cuenten con esta capacidad para mantener capacitado a nuestro personal y servirnos de apoyo en eventualidades o períodos críticos de algún remoto o posible conflicto.

Sección II. Necesidades para la Fuerza Táctica en C⁴ IVR

18. DONDE Y CUANDO SE NECESITA EL C⁴ IVR (Comando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento).

- a. En la guerra moderna el tráfico de voz y de datos debe transmitirse de manera inmediata, así como el Comandante táctico debe poseer la capacidad para obtener rápidamente un comprensivo cuadro del campo de batalla para lograr entender las acciones planeadas y/o en curso. Por otro lado la movilidad y rapidez de estas acciones no deben ser problema para que ningún combatiente no pueda llevar físicamente los artefactos y medios de comunicaciones de que se dispone, por lo tanto éstos deben estar integrados en el vehículo en que se desplaza o estar disponible de forma portátil, para que las fuerzas en cualquier escalón sean capaces de moverse rápidamente con sus comunicaciones.
- b. El C⁴ IVR debe entonces estar disponible en cualquier lugar y en cualquier momento, sea que se este detenido, desplazándose y/o combatiendo. Esto será posible solo si se cuentan con sistemas de telecomunicaciones globales que consideran no sólo el empleo de medios terrestres sino también espaciales (satélites).

19. EXTENSIÓN DEL ALCANCE GLOBAL DE LOS SATELITES PARA EL C⁴ IVR.

- a. Un Comandante Táctico debe disponer de comunicaciones continuas confiables a través de todas las fases de sus operaciones donde quiere que éstas se realicen. Las comunicaciones de gran alcance vía satélite ofrecen un acceso rápido a ciertas posibilidades sin importar las limitaciones del terreno, distancias y hasta de zonas geográficas que no están en territorio nacional.
- b. Las comunicaciones de voz y data, la inteligencia, el alerta temprana, la posición y la navegación, el clima, las imágenes y el procesamiento de la información; serán mejoradas cuando todas ellas se realicen o estén basadas en comunicaciones espaciales ininterrumpidas.
- c. La gran extensión del alcance global de las comunicaciones satelitales permitirá al Comandante mantener informado y tomar decisiones seguras y confiables, así como recibir asesoramiento y orientación desde lugares alejados en cualquier momento. Los sistemas de comunicaciones satelitales posibilitan a un Comandante posicionarse dondequiera que pueda comandar mejor sin privarse de su habilidad para responder a las oportunidades y circunstancias cambiantes.
- d. Adicionalmente las redes satelitales permitirán a los Comandantes acceder inmediatamente a Puestos de Comando claves, sincronizar las fuerzas, monitorear comunicaciones subordinadas e influir en momentos críticos del combate.

20. TERMINALES DE COMUNICACIONES SATELITALES PARA EL C⁴ IVR.

- a. Los combatientes en tierra deben tener la libertad y la flexibilidad para moverse rápidamente sobre el campo de batalla y no verse afectados o limitados por llevar terminales pesados y torpes. El empleo de la tecnología VSAT/USAT, así como de terminales portátiles ligeros, sean a la espalda o a la mano, será la solución adecuada para un eficiente C⁴ IVR.
- b. Estos terminales pequeños deberán proveer confiabilidad, seguridad y comunicaciones continuas en todos los modos operacionales, con el mínimo de tiempo de instalación y desmontaje. Se deberá emplear preferentemente el sistema de acceso múltiple de asignación por demanda, más conocido como DAMA (Demand Assigned Multiple Acces), que hará más eficiente el uso del limitado ancho de banda con el consiguiente ahorro en los costos operativos si es que se emplea los satélites comerciales. (Ver Anexo 03 DAMA)

21. NECESIDADES DE COMUNICACIONES DE MULTINIVEL, SEGURAS Y DE USO COMUN PARA EL C⁴ IVR.

- a. La guerra moderna impone que cualquier soldado en un campo de batalla pueda estar en condiciones de comunicarse sobre la base de un sistema común que pueda proteger la información que se necesita transmitir o recibir en un nivel apropiado de clasificación.
- b. Cuando se han empleado niveles de seguridad mixtos, estos han dado como resultado sistemas redundantes y separados ineficientes. La consolidación de todos estos sistemas separados en una única red integral e integrada constituirá una fuerza multiplicadora en favor del combatiente, e incrementará la eficiencia del ciclo de decisión del comandante. Sólo un nivel de seguridad múltiple puede hacer posible esta consolidación.
- c. Cuando se tenga a todas las Unidades u organizaciones trabajando en sistemas de uso común, será más fácil mantener recursos centralizados que reemplacen cualquier elemento del sistema sin afectar la integración.

Sección III. Necesidades para las Operaciones de Guerra Electrónica e Inteligencia (OGEI)

22. IMPERATIVOS ACTUALES DE LAS OGEI.

- a. Los imperativos actuales de las OGEI, para asegurar un eficiente comando y control, y para satisfacer las necesidades operacionales de un Comandante Táctico son:
 - (1) La inteligencia y la GE deben estar siempre disponible a un combatiente de acuerdo a su escalón, tanto en paz, en crisis, en guerra y en etapas de consolidación.
 - (2) Se debe mantener en todo momento la Unidad de Comando, de tal forma que un Cmdte sea capaz de "ver consistentemente" el frente y la profundidad de toda la extensión de su campo de batalla de una manera gráfica o visual.
 - (3) La inteligencia y la GE deben operar perfectamente a pesar de emplearse en operaciones basadas en compartimentos separados en todos los escalones.
 - (4) El apoyo de Inteligencia y de la GE deben estructurarse para apoyar la misión asignada.
 - (5) Los sistemas de Inteligencia y de GE deben ser interoperables con los sistemas de los niveles de Teatro de Operaciones y Nacionales capaces de operar en un ambiente conjunto.
- b. Todos estos imperativos obligan a que los sistemas de comunicaciones que enlazan las OGEI, deban estar "sincronizados" en todos los niveles para que puedan transmitir y recibir información para altas capacidades o posibilidades, como:
 - (1) Difusión a escalones múltiples y/o por saltos.
 - (2) Conferencia y/o teleconferencia
 - (3) Comunicaciones punto a punto
 - (4) Accesar a base de datos
 - (5) Proveer redundancia de voz, data y facsimil.
- c. Los comandantes necesitan tener la capacidad para misionar a sus sistemas de GEI, para "amoblar" u obtener la información específica que quieren o necesitan para cumplir su misión, antes que tener una gran cantidad de información innecesaria que es pasada a través de ellos para luego tener que seleccionarla o clasificarla, con la consiguiente demanda de tiempo.

23 VENTAJAS DEL SATELITE PARA LAS OGEI.

- a. El gran volumen de información que la guerra moderna debe manejar, las incertidumbres de los ambientes de guerra provocados por el propio enemigo, el terreno o el clima, así como la necesidad de anticiparse en

todo momento al adversario hacen que las OGEI deban contar con un medio de comunicaciones que responda a los imperativos actuales, y esto representa emplear los sistemas satelitales.

b. Los satélites y sus terminales terrestres asociados vienen demostrando en los conflictos y guerras de los últimos 20 años, que son un valioso aporte para las OGEI, ya que se adecuan rápida y eficientemente a la necesaria velocidad que requiere actuar en un campo de batalla moderno, al permitir a un Comandante:

- (1) Poder contar en tiempo real con representaciones gráficas de las zonas de operaciones
- (2) Mantener la Unidad de Comando al proporcionar una precisa, única y común vista del enemigo.
- (3) Manejar grandes volúmenes de información con mayor rapidez en todos los escalones (base de datos)
- (4) Contar con enlaces más seguros y menos susceptibles a perturbación e interceptación terrestre, siempre y cuando cuenten con sistemas de seguridad.

Sección IV. Necesidad para la Telemedicina de Combate

24. CONCEPTO DE TELEMEDICINA DE COMBATE.

- a. La letalidad de las armas modernas aunado a su mayor alcance y precisión, han hecho que las bajas de combate no sean una exclusividad de sólo los combatientes posicionados en la línea de contacto o en las zonas avanzadas. Por otro lado ningún Ejército tiene la capacidad para contar con suficientes doctores especialistas y el equipamiento necesario para cirugía de guerra u otras enfermedades que se originan como consecuencia de las difíciles situaciones de combate.
- b. La telemedicina de combate es un nuevo concepto que se basa en la telemedicina convencional, en la cual se proyecta una imagen desde lugares alejados, de difícil acceso o difícil "extracción" de pacientes, a través del empleo de medios de comunicaciones adecuados, con capacidad para transmitir imágenes de alta resolución de vídeo, que permiten al personal médico o paramédico presente ser asistido en el tratamiento y/o diagnóstico del combatiente enfermo o herido, sin estar físicamente en el lugar el especialista y sin contar con todo el equipamiento que se requeriría en circunstancias normales.
- c. Los medios de comunicaciones adecuados para proporcionar el tratamiento médico que necesita un combatiente herido o enfermo, deben tener un gran ancho de banda que permita pasar a través de él alta tecnología médica desde hospitales militares o centros hospitalarios especializados.
- d. La Telemedicina es hoy una realidad. La tecnología está presente; sin embargo, aún teniendo la comprensión de data, la necesidad de alta capacidad para instalar y completar los enlaces para telemedicina en los lugares que requiera la comunidad médica, resulta demasiado costosa para que los sistemas de comunicaciones militares puedan apoyarlos en el corto plazo.
- e. La Telemedicina proyectará hacia la zona de combate conocimiento y experiencia médica otorgando presencia médica en cualquier momento usando varias aplicaciones de los medios de comunicaciones tales como: vídeo y audio en vivo digitalizado (vídeo/tele conferencia), imágenes médicas (Rayos X, ecografías), datos, textos, gráficos y signos vitales digitalizados.
- f. El proporcionar adecuadas comunicaciones satelitales para la telemedicina de combate es un reto que demandará un esfuerzo conjunto y coordinado entre el Servicio de Sanidad y el Arma de Comunicaciones.

25. IMPERATIVOS DEL APOYO MEDICO EN EL COMBATE.

- a. Todos los sistemas del apoyo de salud en el combate está basado en las reglas siguientes en orden de precedencia:
 - (1) Estar presentes (mantener una presencia médica con el soldado herido).
 - (2) Mantener la salud del comando.
 - (3) Salvar vidas
 - (4) Evacuar los heridos de combate.
 - (5) Proveer cuidado médico de última tecnología disponible.
 - (6) Asegurar una pronta recuperación de los soldados.

- b. Para cumplir con estas reglas los sistemas de apoyo de salud en el combate deben:
 - (1) Contar con Unidades médicas modulares, flexibles y versátiles capaces de apoyar a cualquier escalón durante el rápido despliegue operacional, las operaciones tácticas y otras operaciones tales como las operaciones de guerra no convencional, desastres naturales y acciones cívicas o apoyo a la comunidad.
 - (2) Contar con comunicaciones apropiadas que les permitan a las Unidades y personal militar de la salud participar en todas las operaciones de redespliegue y movilización, que faciliten el apoyo continuo sobre el movimiento y la provisión de conectividad de largo alcance hasta la ubicación de sus centros hospitalarios.

- c. Para facilitar el cumplimiento de estas reglas, la Telemedicina es una nueva tecnología que asegurará contar con la presencia médica "electrónica" junto al paciente en ciertos lugares donde sería casi imposible tener todo el equipamiento y al especialista adecuado a tiempo.

- d. Objetivos de la Telemedicina
 - (1) Brindar tratamiento médico a los pacientes donde estos se encuentren.
 - (2) Dar igual atención médica de hospital, independiente del lugar donde este el paciente.
 - (3) Proporcionar mayor acceso al conocimiento médico.
 - (4) Proporcionar mayor información y mejor atención al paciente.
 - (5) Mejorar las decisiones médicas
 - (6) Dar seguridad en la privacidad de la información al paciente

- e. Aplicaciones básicas de la Telemedicina
 - (1) Teleseguimiento (teleenseñanza, teleadiestramiento y teleasistencia)
 - (2) Teleconsulta.
 - (3) Telediagnóstico.

- f. Aplicaciones clínicas de la Telemedicina

- (1) Teleradiología (Resonancia magnética, rayos x, etc).
- (2) Telecardiología
- (3) Telepatología
- (4) Teledermatología.
- (5) Telesiquiatria
- (6) Teleoftalmología

26. NECESIDAD DEL SATELITE PARA LA TELEMEDICINA.

- a. El reciente conflicto de 1995, en una zona tan agreste y de difícil acceso aún para combatientes debidamente entrenados y experimentados, han demostrado la necesidad de contar con un apoyo médico oportuno lo más cercano a las líneas de combate para reducir no sólo las bajas de combate sino también las bajas de no-combate (enfermedades tropicales, infectocontagiosas, etc).
- b. Por otro lado nuestro Ejército no cuenta con la suficiente cantidad de médicos militares y en general de técnicos y profesionales de la salud debidamente entrenados para acompañar a los combatientes; ni tampoco se cuenta con suficiente instrumental médico como para diseminarlo en todo el frente de batalla. De ahí la necesidad de racionalizar los recursos humanos y logísticos de salud, empleando la tecnología que hoy nos brinda la telemedicina y particularmente la que emplea los medios satelitales.
- c. Sí se puede contar con mínimo de personal de tropa especialista (sanitarios) y/o Sub-Oficiales o técnicos de sanidad, en ciertas casos con los mismos combatientes debidamente instruidos para primeros auxilios y simultáneamente se pudiera tener el medio adecuado de comunicaciones presente en el campo de batalla, el tratamiento médico al combatiente herido o enfermo puede realizarse en el mismo lugar donde ocurrió el hecho aunque no esté presente físicamente el médico experto.
- d. Este medio adecuado de comunicaciones hoy en día lo constituye un terminal portátil digital satelital, ya que el tratamiento médico pudiera comenzarse con un teleseguimiento por el personal de "tipo paramédico" presente en el campo de batalla hasta que se le logre evacuar a un puesto de socorro de batallón donde otro profesional de mayor experiencia y capacitación podrá efectuar la "teleconsulta" a un médico experto que pudiera estar en retaguardia en un hospital o Unidad hospitalaria militar quien daría el telediagnóstico.
- e. Todo instrumental médico moderno, emplea equipos electrónicos con capacidad de procesar Teñemática digitales que pueden transmitir (o recibir) para constituir nuevas formas de tratamiento a distancia conocidos como "teleradiología", "telepatología", "teleecografía" y muchas otras formas (incluso la odontología). El empleo de las comunicaciones digitales a través del satélite proveerán una forma versátil y flexible para hacer posible y realidad estas nuevas formas.
- f. Algunas tecnologías para la telemedicina son:
 - (1) De Trasmisión

- (a) Internet
- (b) RDSI
- (c) CATV
- (d) ATM
- (e) DTM
- (f) XDSL (ADSL/HDSL)
- (g) Satélites LEO's
- (h) PCS 1800
- (i) IMI – 2000

(2) Técnicas de codificación de imágenes

- (a) Trasmisión de video
- (b) Trasmisión de imágenes por canales de baja velocidad

(3) Aplicaciones de realidad virtual

- (a) Reconstrucción 3D
- (b) Mundos virtuales
- (c) Telepresencia

g. Hoy en día el uso de la internet también posibilita la interconexión de centros hospitalarios no sólo del país sino de otros aliados o amigos, por lo que se debe prever el establecimiento de una "RED DE COMUNICACIONES MEDICA" que enlace a todas las instalaciones de interés.

CAPITULO 3

ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES SATELITALES EN UN EJERCITO

Sección I. Introducción

27. PROPOSITO DE LA ARQUITECTURA.

- a. El empleo de los terminales satélites son hoy en día un componente integral de la evolución de la tecnología en nuestro Ejército. Para el siglo venidero se empleará y se dependerá de estos terminales de la misma manera que hoy usamos y dependemos de los teléfonos y del transporte motorizado.
- b. La arquitectura del sistema de comunicaciones satelitales deberá identificar: lo que actualmente se viene empleando, un período de transición no mayor a cinco años y un objetivo por alcanzar dentro de diez años que configure una arquitectura de red satelital que responda a las necesidades de enlace de un Ejército moderno.
- c. El Sistema de Comunicaciones Satelitales del Ejército deberá incluir el empleo de transpondedores de satélites comerciales (alquilados o adquiridos) con terminales de uso comercial o con especificaciones militares (ambos con sistemas de seguridad incorporados), así como el empleo de transpondedores de satélites militares de países aliados o amigos con los que se haya podido establecer acuerdos o tratados de cooperación militar.
- d. Lo ideal por alcanzar sería el tener acceso o control de los tres segmentos de los sistemas espaciales (Ver párrafo 8): el espacial (el satélite o el transpondedor). el segmento de control (estaciones de control o estaciones terrenas tipo gateway) y los terminales terrestre o segmento del usuario (receptores de Teñemática satelitales).
- e. Se debe tener en cuenta también que los Sistemas de Comunicaciones satelitales tiene limitaciones en cuanto a su ancho de banda, su potencia y su frecuencia; consecuentemente no podrá satisfacer las necesidades de enlace de todas las misiones de combate de manera simultánea. Por esta razón la arquitectura de la red deberá diseñarse para estar integrada a una Red Satelital conjunta dependiente del Presidente del CCFFAA y deberán establecerse prioridades básicas en su empleo y asignación, desde el nivel Nacional hasta un escalón de menor prioridad que pudiera ser para entrenamiento.

28. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES EN EL DISEÑO DE LA ARQUITECTURA.

- a. La globalización de las actividades humanas, en las que se incluyen las guerra y/o conflictos, han determinado que surja un nuevo foco de atención de todos los países del mundo: LA INFORMACION.
- b. La lucha por obtener la información adecuada para asegurar el desarrollo armónico de una nación y proteger nuestra propia información sensible de los intentos de las múltiples amenazas, han dado lugar a una nueva forma de guerra: "la guerra por la información". La tecnología satelital constituye una herramienta o recurso que se empleará profusamente en este nuevo tipo de guerra, en la que los futuros combatientes deberemos estar preparados.
- c. Para afrontar y enfrentar con éxito a los adversarios en la guerra por la información, el diseño de la arquitectura del sistema de comunicaciones satelitales deberá basarse en los principios siguientes:
 - (1) Concentrarse en el combatiente, proporcionándole sistemas de comunicaciones que satisfagan sus necesidades válidas.
 - (2) Asegurar la interoperatividad conjunta, proveyéndolo con sistemas C³ I y de Computo (C⁴ I) que interoperen en operaciones conjuntas.
 - (3) Asegurar el acceso al espacio satelital, sea que se emplee segmentos de satélites comerciales u otros con adecuados sistemas de seguridad.
 - (4) Digitalizar el campo de batalla, proporcionando redes digitales que apoyen los sistemas de armas y asegurar una superioridad en el proceso de toma de decisión de Comando y Control.
 - (5) Modernizar u obtener terminales terrestres modernos satelitales, que sean móviles, seguros y digitales.
 - (6) Implementar una seguridad multinivel, proporcionando al combatiente la habilidad para acceder e intercambiar información con los niveles de clasificación necesarias empleando un único sistema de C⁴ I.
 - (7) Asegurar la supremacía del espectro electromagnético, proporcionando al combatiente los beneficios de maniobrar y sincronizar con apoyo de fuegos sin perder comunicación.
 - (8) Emplear las capacidades de la Tecnología comercial de telecomunicaciones, con adecuados sistemas de seguridad integrándolos a los sistemas militares para un eficiente C⁴ I.
 - (9) Explotar la tecnología de modelismo y simulación, proporcionando capacitación al personal para que sean expertos en ella.

29. ALTERNATIVAS EN LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA SATELITAL.

- a. El empleo de los sistemas satelitales en el Ejército recién está empezando, fundamentalmente para enlaces de carácter administrativo y para ciertas zonas de nuestro territorio. El potencial que encierra el empleo masivo de terminales satelitales transportables y portátiles por todas las Unidades del Ejército, será enorme cuando todos los líderes de las diferentes Unidades y escalones tomen conciencia que estos recursos serán críticos en un nuevo conflicto o guerra que surja en la región.

- b. No existirán más operaciones en que sólo el Ejército participe, sino que todas las operaciones serán conjuntas, de ahí que el enfoque de la arquitectura del sistema satelital visará:
- (1) La interoperatividad de las comunicaciones entre las fuerzas armadas.
 - (2) Eliminación de actividades redundantes.
 - (3) Desarrollo conjunto de sistemas de C⁴ IVR.
 - (4) Apoyo administrativo a Fuerzas de Tareas Conjuntas dentro de los Teatros de Operaciones.
- c. A pesar de lo evidente que resulta la importancia de las comunicaciones satelitales hoy para el Ejército, el diseño y desarrollo de su arquitectura dependerá principalmente de:
- (1) Posibilidad de acceso a la nueva tecnología
 - (2) Recursos económicos.
 - (3) Tiempo para implementarlo.
- d. PRIMERA ALTERNATIVA: ARQUITECTURA DE RED DE SATELITE DE COMUNICACIONES FIJOS VERSUS FASEADOS
- (1) Tradicionalmente, los Ejércitos de los países desarrollados han basado su arquitectura de red satelital en satélites mono y multicanal con un alcance y cobertura dentro de relativas áreas fijas donde se focalizaban las operaciones, con límites más o menos definidos y enlaces de comunicaciones casi fijos en los lugares seleccionados.
 - (2) Actualmente estos satélites de uso militar y la mayoría de uso comercial que están en órbita, son altamente confiables y pueden apoyar a una fuerza militar antes y durante los despliegues, proporcionando las comunicaciones iniciales, la vigilancia e información del clima y terreno. Estos satélites obtienen información y proveen un medio para la rápida difusión de la data apropiada a cada escalón de comando. Estos recursos espaciales facilitan el planeamiento de la misión, aumentan la capacidad de despliegue al reducir la cantidad y tamaño del equipamiento con base en tierra que debe transportarse; y asegura el conocimiento de la información de entrada y salida de un área de operaciones.
 - (3) En los últimos años las comunicaciones enrutadas por los satélites de comunicaciones fijos (generalmente monocanales) están adoptando una arquitectura de red faseada (enlaces satelitales multicanal militar y comerciales) que facilita que la tropa y el equipo se mueva más libremente en un área de operaciones.
- e. SEGUNDA ALTERNATIVA: ARQUITECTURA DE RED DE SATELITE DE USO COMUN VERSUS PROPOSITO ESPECIAL
- (1) El desarrollo de los sistemas satelitales se inicio con una orientación a propósitos especiales que requerirían pequeños y

específicos anchos de banda y diferentes niveles de seguridad en las arquitecturas.

- (2) Hoy en día la tendencia está en el desarrollo de arquitecturas de uso común que sirvan no sólo a áreas específicas de una fuerza militar (inteligencia, combate, apoyo logístico, etc) sino que con un mayor ancho de banda y con características de seguridad de multinivel puedan acomodarse a propósitos especiales que necesiten los usuarios.

f. TERCERA ALTERNATIVA: ARQUITECTURA DE RED DE SATELITAL FIJA VERSUS EN MOVIMIENTO.

- (1) Hoy en día lo ideal de un Comandante táctico es poder ser capaz de ejercitar su comando en escenarios de rápidos cambios, mientras él y sus fuerzas están movilizándose, sea que se encuentre "en camino", entrando u operando en un campo de batalla.
- (2) Esto significa que los combatientes de todos los escalones deben mantener continuamente contacto de voz y data con sus líderes, con sus subordinados y con los elementos vecinos. Los comandantes deben tener conciencia de la situación enemiga y de la propia, en relación a sus posiciones y de los elementos adyacentes, sin importar el escalón o fase de la operación.
- (3) Adicionalmente los Cmdtes deben ser capaces de posicionarse donde puedan comandar mejor, así como responder a las circunstancias cambiantes .
- (4) En este punto es importante conceptualizar alguna terminología que se empleará para describir "COMUNICACIONES SATELITALES EN MOVIMIENTO":
 - (a) RED SATELITAL EN MOVIMIENTO.- Comunicaciones empleadas por los combatientes apoyándose en enlaces satelitales mientras ellos están activamente moviéndose en el campo de batalla.
 - (b) Comunicaciones en Camino.- Comunicaciones que normalmente usa enlaces satelitales mientras un Comandante está en camino por cualquier medio de transporte, desde su Cuartel General base hacia la zona de operaciones o teatro de operaciones.
 - (c) Comunicaciones móviles.- Comunicaciones que pueden usar enlaces satelitales para conectar usuarios dentro de un campo de batalla mientras se mueven sobre él.
 - (d) Comunicaciones en movimiento.- Todas las comunicaciones, incluidas las conectadas a red satelital, que conectan a usuarios dentro de un campo de batalla mientras ellos están en movimiento.

Sección II. Arquitectura de un Sistema Satelital Monocanal

30. SEGMENTO ESPACIAL PARA COMUNICACIONES SATELITALES MONOCANALES.

- a. Los satélites de comunicaciones militares de países desarrollados fueron considerados a menudo como "ductos" debido a que la constelación satelital que soportaba cada frecuencia eran separadas y diferenciadas:
- (1) Algunas frecuencias fueron siempre divididas entre algunas constelaciones.
 - (2) Generalmente el segmento espacial empleado para la frecuencia de radio de UHF como onda portadora, usa el espectro de 225 Mhz Y 400 M hz.
 - (3) Un plan de frecuencias específico para cada satélite controla que parte del espectro empleará cada uno, de tal manera de reducir la interferencia entre satélites adyacentes y permitir que la misma frecuencia sea empleada ampliamente por satélites separados.
- b. Los satélites monocanal del Ejército americano están apoyados en una variedad de plataformas espaciales. Hasta 1997 existían dos diferentes constelaciones espaciales disponibles al Ejército en UHF:
- (1) Sistema de Comunicaciones Satelitales Navales (FLTSATCOM: Fleet Satellite Communications System).
 - (a) Es un sistema de comunicaciones militares en UHF/EHF que proporciona comunicaciones seguras y confiables para buques, submarinos, aeronaves y unidades militares terrestres alrededor del mundo.
 - (b) EL FLTSATCOM cuenta con cuatro satélites principales y un número indeterminado de satélites en reserva en órbita geosincrónica que provee comunicaciones entre los 70° Latitud Sur y los 70° Latitud Norte, con 22 canales de UHF de ancho de banda de 25 Khz (10) y 5Khz (12) y un canal de 500 Khz de ancho de banda.
 - (c) Este sistema emplea la técnica DAMA.
 - (d) En dos de sus satélites de UHF se cuenta con un paquete de EHF cuyo propósito es probar los terminales de comunicaciones con especificaciones militares.
 - (e) Se debe acotar que toda esta constelación de satélites están cerca o ya han pasado su período de vida útil esperado. (Ver figura 42).

- (2) Sistema Satelital de Seguimiento UHF (UHF FOLLOW-ON: UFO).
- (a) Este sistema está en proceso de despliegue y su total capacidad operacional la debe alcanzar a fines de 1999 con 8 satélites en órbita con uno de reserva, proporcionando 18 canales de 25 Khz y 21 canales de 5 Khz con seguridad de voz y servicio de teletipo.
 - (b) Basado principalmente en la cantidad de combustible a bordo de los satélites para mantener la estación orbitando, el diseño de cada satélite es para 10 años de duración.
 - (c) Los satélites de UHF tienen una limitada capacidad de anti-perturbación. Los satélites del 1 al 3 tienen un enlace de subida en SHF y del 4 al 9 un paquete de EHF. Ver figura 43.
- c. Adicionalmente a estos dos sistemas hay otras "cargas útiles" de UHF que están alojados en otros satélites que proveen conectividad en esa banda en regiones polares (tal como el sistema de Comunicaciones satelitales de la Fuerza Aérea Americana: AFSATCOM).
- d. Es importante distinguir entre un paquete de comunicaciones y el vehículo satelital . En la constelación de satélites UHF, algunos paquetes pueden coexistir en el mismo vehículo satelital.

31. SEGMENTO DE CONTROL PARA COMUNICACIONES SATELITALES MONOCANAL.

- a. Hay dos tipos de control: uno para comandar el vehículo satelital manteniéndolo en la órbita apropiada, y el otro para controlar la "carga útil" de comunicaciones en el satélite manteniendo apropiadamente los parámetros del sistema para enlaces de comunicaciones punto a punto entre todos los usuarios. La potencia y ancho de banda son consideraciones que necesitan un control estricto para tipos de terminales que pudieran acceder a la constelación de satélites.

- b. El Control del vehículo satelital.- Es realizado a través de canales de telemetría, rastreo y comando que se originan en alguna estación base en tierra.
- c. El Control de la "carga útil".- Se realiza para:
 - (1) Proveer al usuario con capacidad de comunicaciones flexibles con un mínimo de rigidez de control.
 - (2) Programar el acceso al satélite a pesar de las limitaciones de los sistemas, restricción de equipamiento y validación de prioridades.
 - (3) Prevenir a los usuarios de la interferencia mutua o desorganización de la integridad del Sistema.
 - (4) Asegurar suficiente potencia marginal para el enlace de bajada para aquellos usuarios autorizados.
 - (5) Asegurar que los usuarios con alta prioridad cuenten con comunicaciones confiables.

32. SEGMENTO DE TERMINAL TERRESTRE SATELITAL MONOCANAL.

- a. Los terminales terrestres satelitales monocanal operan en la banda de frecuencias UHF y están disponibles en versiones vehiculares y portátiles. Estos terminales transmiten y reciben en un ancho de banda de 5 Khz y 25 Khz por canal.
- b. Su poco peso, rápida instalación, fácil empleo e interoperatividad con los teléfonos digitales y sistemas criptográficos del Ejército americano, han hecho de estos terminales ser recursos valiosos para operaciones móviles y cubiertas.
- c. Las principales desventajas de estos terminales son: su dificultad para acceder al segmento espacial UHF y la falta de capacidad anti-perturbación.
- d. A continuación se describen brevemente algunos de los terminales terrestres satelitales con que cuentan el Ejército americano:
 - (1) AN/PSC-3

- (a) Es un equipo portátil, militarizado, autoequipado, monocanal, operado a batería y RT-UHF semi-duplex, que opera en las frecuencias entre 225-400 Mhz. Su versión vehicular es el AN/VSC-7.
 - (b) Cuenta con cuatro canales para transmisión y cuatro para recepción. Lleva una antena pequeña helicoidal para transmisión al satélite y una antena whip para recepción mientras está en movimiento.
 - (c) Fue diseñado para ser usado por las fuerzas especiales y Unidades de infantería proporcionando capacidad de comunicaciones de voz hasta 2400 bps en un canal de 5Khz.
 - (d) Este terminal será reemplazado por el AN/PSC-5(SPITFIRE).
- (2) HST-4A/C
- (a) Es un compacto, portátil transceptor de voz o data que opera en la banda de frecuencia UHF de 225 a 400 Mhz.
 - (b) Cuenta con un amplificador de potencia mejorado que incrementa la potencia de salida y aumenta su sensibilidad.
- (3) MISTE II
- (a) Es un terminal portátil, totalmente integrado y seguro, que opera en zonas urbanas densas o áreas remotas de cualquier parte del mundo en la banda UHF.
 - (b) Puede operar en voz y data en 1200 ó 2400 bps y se puede desplegar totalmente en 10 minutos.
- (4) AN/PSC (MST-20+)
- (a) Conocido como MST: MINIATURE SATELLITE TRANSCEIVER, mejora al HST-4A/C y es portátil pero no militarizado, que opera en la banda de UHF de 225 a 400 Mhz en cinco canales en transmisión y cinco en recepción todos preseleccionados.
 - (b) Trabaja en 1200 ó 2400 bps para datos y en AM/FM para voz a 16 Kbps. No tiene capacidad de DAMA y será reemplazado también por el AN/PSC-5 (SPITFIRE).
- (5) AN/PSC-5(SPITFIRE)
- (a) Es un terminal ligero multiservicio de UHF que apoya a las comunicaciones monocanal en todos los escalones.
 - (b) Cuenta con un equipamiento de Seguridad de Comunicaciones (COMSEC), banda angosta de voz, acceso DAMA de 5 y 25 Khz y posibilidades de voz y data en línea de vista de antena. Ver figur44.
- (6) HERCULES
- (a) Inicialmente conocido con SECURE ENROUTE COMMUNICATIONS PACKAGE-IMPROVED (SECOMP-I), es

- un terminal ligero, altamente compacto para emplearse en escalones superiores.
- (b) Proporciona comunicación de voz y data seguro (C⁴I) en la banda VHF y enlace UHF monocanal en línea de vista.

33. LIMITACIONES DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA SATELITAL MONOCANAL

- a. Aunque la arquitectura de los sistema satelitales monocanal descrito en los párrafos precedentes de esta sección proporcionan un alto grado de movilidad y posibilidades para las operaciones tácticas, los requerimientos del combatiente no serán satisfechos completamente por los sistemas monocanal. Las limitaciones son en el segmento espacial y en el segmento terrestre.

- b. Limitaciones en el segmento espacial
 - (1) Capacidad limitada (por no usar la técnica DAMA en la mayoría de los satélites).

- (2) Recursos dedicados (su capacidad está dedicada para mensajes de acción/emergencia y se necesita terminales especiales)
- (3) Suceptible a la amenaza de atenuación (Teñemática son fácilmente detectables, interceptables y perturbables)
- (4) Tipo de órbita (que no permite cobertura global y no puede ser separado físicamente mientras está orbitando)

c. Limitaciones del segmento terrestre

- (1) No tiene capacidad para comunicaciones en movimiento sino de manera limitada.
- (2) No son lo suficientemente portátiles
- (3) Limitada capacidad para reconocer la voz en 2.4 Kbps.
- (4) No cuentan con equipamiento GPS incorporado.

Sección III. Arquitectura de un Sistema Satelital Multicanal

34. SEGMENTO ESPACIAL PARA COMUNICACIONES SATELITALES MULTICANAL.

- a. El segmento espacial que emplea esta arquitectura está en la banda de frecuencias de SHF para comunicaciones, siendo el principal propósito del sistema extender la distancia del Sistema de Area de Uso Común para enlaces estratégicos, aunque también proporciona comunicaciones tácticas y operacionales.
- b. El Ejército americano se apoya en el Sistema de Comunicaciones Satelital de Defensa (DSCS: Defense Satellite Commnications System), que consiste de satélites en órbita geosincrónica, constituyendo una constelación diseñada para apoyar comunicaciones de largo alcance entre Comandos de Alto Escalón. Este sistema provee una sustancial capacidad global de alta calidad para circuitos de voz y datos de banda ancha.
- c. Las bandas de frecuencia de SHF que emplea el DSCS es de 7.9 a 8.4 Ghz para el enlace de subida y de 7.25 a 7.75 Ghz para el enlace de bajada. Cada satélite tiene un plan de frecuencias específico que controla los enlaces de subida y bajada por cada canal.
- d. Los satélites para enlaces multicanal que viene empleando el Ejército americano en su red militar son DSCS II y DSCS III. A continuación una breve descripción de cada sistema:
 - (1) Satélites DSCS II
 - (a) El primero de ellos fue lanzado en 1971 con un período de vida útil hasta 1996, sin embargo dos de ellos aun permanecen en órbita con limitadas capacidades empleados básicamente para limitadas comunicaciones y pruebas. No tiene protección anti-perturbación a bordo.
 - (b) Cada satélite tiene cuatro antenas: dos tipo "bocina" y dos tipos "plato" dirigibles. Cuentan además con dos transpondedores divididos en cuatro canales de comunicaciones.
 - (2) Satélites DSCS III
 - (a) El primero de ellos fue lanzado en Octubre de 1982 y actualmente existen nueve satélites en órbita geosincrónica, de los cuales cinco son principales y cuatro son reserva.
 - (b) Hay dos sub-sistemas de comunicaciones en cada satélite:
 - El primero de ellos tiene 8 antenas que pueden estar conectados de varias maneras a 6 transpondedores independientes. Cada transpondedor tiene su propio limitador, mezclador y trasmisor para que cuando se le configure pueda servir a tipos de usuarios específico.
 - El segundo de ellos es un transpondedor monocal de UHF, que cuenta con su propio sistema de antenas

- receptoras trasmisoras, que se emplea para difundir/diseminar mensajes de acción de emergencia.
- (c) Estos satélites operan con pequeñas o grandes terminales terrestres y emplean el acceso por múltiple división de frecuencia (FDMA: Frecuency División Múltiple Access). Ver **figura 45**.

35. SEGMENTO DE CONTROL PARA COMUNICACIONES MULTICANAL.

- a. Este segmento consiste de elementos de control jerarquizados para controlar las comunicaciones de los satélites del DSCS que apoyen a los requerimientos de decisiones operacionales.
- b. El Sistema de Comunicaciones Satelital de Defensa cuenta con tres tipos de controles:
- (1) Control de vehículo satelital, que se realiza a través de una red de estaciones de monitoreo remoto, con el propósito de mantener a los satélites en sus posiciones orbitales asignadas (manteniendo su altitud relativa a la tierra) y para apoyar las necesarias funciones de mantenimiento que aseguren la óptima operación de los satélites.
 - (2) Control de la "carga útil" de comunicaciones, que se realiza administrando eficientemente el uso de los recursos del satélite tales como: conectividad y cobertura de las antenas, necesidades de enlaces marginales de comunicaciones y condiciones adversas que pudieran afectar la carga útil
 - (3) Control de la red de comunicaciones satelitales, que se realiza a través de la administración técnica del espectro de radiofrecuencia que incluye: potencia, ancho de banda y distribución de frecuencias.

- c. El Ejército americano ha jerarquizado las siguientes estaciones de control alrededor del mundo para sus satélites multicanal:
- (1) Centros de Apoyo Regional satelitales, ubicados en Korea, Europa y el propio territorio americano. Sus misiones son planear para contingencias, prediciendo y analizando formas de acción ante eventualidades de catástrofes naturales y operaciones reales, considerando reconfiguraciones en los satélites, etapas de ganancias, orientaciones de antenas y otras funciones de control de "carga útil".
 - (2) Subsistema de Comunicaciones satelitales de Defensa, ubicados en 112 lugares alrededor del mundo para proporcionar el necesario procesamiento de las Teñemática y protección contra perturbación de las transmisión y acceso DAMA. Son modulares para que puedan configurarse en versiones móviles y sirvan de interfaces para los sistemas de control. Cuenta con una Central Digital integrada para multiplexar, enrutar, conmutar y administrar la red para aplicaciones de voz, data y vídeo. El equipamiento actual es un IDNX/90 (Integrated Digital Network Exchange) que soporta troncales con rangos de hasta 45 Mbps.
 - (3) Bloque de control de redes de fuerzas móviles terrestres, montado en cada satélite, que incluye dos canales dedicados en el DSCS III para que puedan conectarse a terminales específicos para esta función tales como:
 - (a) AN/MSQ-114, que provee control de satélites de comunicaciones tácticos en SHF.
 - (b) Controlador de Red satelital (SNC: Satellite Network Controller), que supervisa y provee asistencia técnica a la red de las fuerzas móviles terrestres.

36. SEGMENTO DE TERMINAL TERRESTRE SATELITAL MULTICANAL.

Existen dos tipos: estratégicos y tácticos

a. Terminales estratégicos

- (1) Son estaciones fijas de mediano o gran peso que proporcionan enlaces troncales internacionales, ubicados en diferentes partes del mundo. Los principales terminales en operación de las fuerzas armadas americanas se describen brevemente en los subpárrafos siguientes.
- (2) AN/FSC-78(V)
 - (a) Opera en SHF y es capaz de recibir y transmitir Teñemática simultáneamente, proporcionando hasta 18 transmisiones simultáneas y 30 portadoras de recepción tanto para tráfico de voz y data alta velocidad.

- (b) Este terminal consta de seis subsistemas: antena, servo seguidor de antena, transmisor, receptor, generador de frecuencia y monitoreo y control.
 - (c) Cuenta con subsistemas redundantes con conmutación automática y posibilidades de aislar las fallas. Su antena parabólica es de 60 pies de diámetro.
- (3) AN/FSC-79
- (a) Este terminal es similar al AN/PSC-78 que incluye sistema de anti-perturbación para enlaces de subida SHF y de bajada en UHF para apoyar al sistema FLTSATCOM.
 - (b) Cuenta con un Subsistema de difusión en TDM para enlaces de subida en el canal 1 del transpondedor.
- (4) AN/GSC-39 (V)
- (a) Tiene una parabólica de 38 pies con reflector de alta eficiencia, que provee intermodulación de alta calidad en SHF.
 - (c) Aunque está montado en cabina actualmente se le emplea para instalación fija proporcionando 18 portadores para transmisión y 30 para recepción. Los componentes electrónicos y posibilidades son similares al AN/FSC-78.
- (5) AN/GSC-52 (V)
- (a) Esta versión se construyó para reemplazar a los terminales AN/FSC-78, AN/FSC-79 y AN/GSC-39, ya que es de mediano "estado del arte" con gran capacidad y tamaño mediano que opera en SHF.
 - (b) Este terminal está diseñado para ser configurado en edificios de gobierno o en vehículos acondicionados.
- (6) AN/TSC-86
- (a) Este terminal es capaz de proveer comunicaciones simultáneas con hasta cuatro otros terminales. Contiene equipos de modulación/demodulación, multiplexaje y otros elementos para procesar Teñemática de voz digital de banda ancha, data, teletipo.
 - (b) Los equipos electrónicos están montados en cabinas y pueden operarse con antenas de 8 ó 20 pies de diámetro.

b. Terminales tácticos

- (1) Son aquellos que se despliegan para apoyar a escalones Ejército de Operaciones y menores, así como para apoyar operaciones especiales, proporcionando enlaces extensos para nodos críticos.
- (2) Estos terminales normalmente se interconectan a los camiones o cabinas que contienen el Equipamiento de Conmutación Móvil (ECM) para conectar grupos multicanal entre varios nodos de conmutación. El ECM normalmente proporciona radiotelefonía celular vía enlaces troncales con línea de vista sobre un campo de batalla y el terminal táctico satelital los apoya como su sistema de

transmisión eliminando la necesidad de línea de vista. Los principales terminales tácticos serán descritas brevemente en los subpárrafos siguientes:

(3) AN/TSC-85(B)

- (a) Es un terminal multicanal satelital de SHF que recibe, transmite y procesa voz datos y teletipo multiplexada de baja, media y alta capacidad. Las comunicaciones pueden ser seguras si se emplean artefactos electrónicos de encriptado y/o codificación. Se le puede considerar como una estación maestra o "HUB".
- (b) Su capacidad es de 48 canales de 16 ó 32 Kbps de voz o data digital multiplexada. Puede recibir, demodular y conmutar cuatro portadoras.
- (d) Normalmente opera con una antena de 8 pies de diámetro, requiere de un generador de 15 Kw y su puesta en operación con personal entrenado (3 personas) es de 30 minutos.

(4) AN/TSC-93(B)

- (a) Es un terminal satelital de SHF con capacidad de 24 canales seguros multiplexados .
- (b) Puede transmitir y recibir simultáneamente un portador monocanal de data de alto rango.
- (c) Ver **figura 46**

37. LIMITACIONES DE LA ARQUITECTURA SATELITAL MULTICANAL.

- a. En el Segmento espacial
Es su limitada capacidad, ya que el segmento espacial está empleado totalmente y el acceso de canal está restringido a sólo los usuarios de la más alta prioridad.
- b. En el Segmento de Control
Está en el método de solicitud de acceso al satélite ya que no todos los pedidos para comunicaciones satelitales pueden ser atendidas a pesar que podría tener canales disponibles.
- c. En el Segmento terminal
Está en su gran peso y falta de movilidad para algunas operaciones del Ejército. Los enlaces estación maestra-estación radial, punto a punto o híbrida crean sistemas ineficientes.

CAPITULO 4

COMUNICACIONES SATELITALES COMERCIALES Y CIVILES

Sección I. Generalidades

38. HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES.

- a. Los primeros satélites de comunicaciones, estuvieron diseñados para funcionar en modo pasivo. En lugar de transmitir las Teñemática de radio de una forma activa, se limitaban a reflejar las emitidas desde las estaciones terrestres, las cuales enviaban Teñemática en todas direcciones para que pudieran captarse en cualquier parte del mundo:
- (1) ECHO 1, lanzado por Estados Unidos en 1960 era un globo de plástico aluminizado de 30 m de diámetro, posteriormente el ECHO 2, que se lanzó en 1964 tenía 41 m de diámetro. La capacidad de estos sistemas se veía seriamente limitada por la necesidad de utilizar emisores muy potentes y enormes antenas.
 - (2) SCORE, lanzado por Estados Unidos en 1958 fue el primer satélite activo de comunicaciones, ya que llevaba su propio equipo de recepción y emisión. Iba equipado con una grabadora de cinta que almacenaba los mensajes recibidos al pasar sobre una estación emisora, para volverlos a retransmitir al sobrevolar una estación receptora.
 - (3) TELSTAR 1, lanzado por American Telephone and Telegraph (AT & T) en 1962, hizo posible la transmisión directa de televisión entre EEUU, Europa y Japón; y era capaz de repetir varios cientos de canales de voz. Su órbita era del tipo Elíptica de 45º respecto al plano ecuatorial y el satélite sólo podía repetir Teñemática entre dos estaciones terrestres durante el breve espacio de tiempo durante cada revolución en el que ambas estaciones estuvieron visibles.
 - (4) SYNCOM 2, lanzado por la National Aeronáuticos and Space Administration (NASA) en 1963 fue en órbita geosincrónica. En 1964 NASA lanzo el SYCOM 3 primer satélite de comunicaciones en órbita geoestacionaria que se empleó para transmitir las Olimpiadas de Tokio.
- b. Los satélites comerciales de comunicaciones, iniciaron su despliegue y explotación comercial con la creación del consorcio Communications Satellite Corporation (COMSAT) en 1963. Al formarse en 1964 la International Telecommunications Satellite (INTELSAT) la COMSAT se convirtió en su miembro norteamericano y permitió el desarrollo del primer satélite comercial en el mundo INTELSAT I, conocido como EARLY BIRD (Pájaro madrugador).
- (1) INTELSAT I, fue lanzado en 1965 proporcionando 2400 circuitos de voz o un canal bidireccional de televisión entre EEUU y Europa.

Durante los años sesenta y setenta, la capacidad de mensajes y la potencia de transmisión de las sucesivas generaciones de INTELSAT II, III y IV fueron aumentando progresivamente al limitar la emisión solo hacia la tierra y segmentar el espectro de emisión en unidades del traspondedor de una determinada anchura de banda. INTELSAT ha continuado desarrollando nuevas generaciones de satélites y actualmente están en uso los INTELSAT V, VI, VII y VIII, que serán tratados con mayor detalle en secciones posteriores.

- (2) Pam Am Sat (PAS 1), lanzado en 1988 fue el primer satélite comercial privado a iniciativa del grupo mexicano TELEvisa, que en ese entonces tuvo el 50% de la propiedad en asociación con grupos empresariales latinoamericanos y compañías estadounidenses. Este PAS 1 opera sobre el Océano Atlántico proveyendo cobertura sobre Norteamérica, Centroamérica, Sudamérica, El Caribe y Europa. Las sucesivas generaciones de los satélites PAS 2, 3 y 4, lanzados en 1994 y 1995 sobre los Océanos Pacífico e Índico, han permitido dar mayor cobertura global. Mayor información sobre estos satélites se encontrarán en secciones posteriores.
 - (3) Hispasat, lanzado en 1990, es una iniciativa española para transmitir y recibir hasta 5 canales de TV y Teñemática de sonido asociados, permitiendo tanto la recepción individual como la colectiva (redes de cable CATV), con cobertura en Europa y América.
- c. Actualmente existen una infinidad de sistemas satelitales que ofrecen servicios internacionales en competencia. El crecimiento de estos sistemas ha ido paralelo al de los sistemas nacionales y regionales como los programas EUTALSAT y TELECOM en Europa; de TELSTAR, GALAXY y SPACENET en Estados Unidos. INMARSAT, fundada en 1982, fue el primer esfuerzo de establecimiento de una red móvil de telecomunicaciones que actualmente ofrece servicios de enlace digitales de datos, telefonía, facsímil entre barcos, instalaciones en alta mar y estaciones costeras en todo el mundo, además de transmisión de voz facsímil en los aviones en rutas internacionales.
- d. En los cuadros siguientes se muestran algunos satélites lanzados al espacio desde 1958 y los logros alcanzados. Esta lista no pretende ser completa, sino resaltar aquellos satélites que marcaron un hito tecnológico, científico y/o comercial con su puesta en operación.

SATELITES DE COMUNICACIONES

LANZAMIENTO	NOMBRE	LOGROS
1958 (18 de diciembre)	Project Score	Transmisión del primer mensaje de voz por el espacio
1962 (10 de julio)	Telstar 1	Primer satélite en transmitir programas de televisión entre Estados Unidos y Europa
1963 (26 de julio)	Syncom 2	Primer satélite geosíncrono
1965 (6 de abril)	Early Bird (INTELSAT 1)	Primer satélite comercial de comunicaciones
1971 (26 de enero)	Intelsat 2B	Primero de una serie de satélites en órbita geoestacionaria, utilizados para televisión, datos o telefonía.
1972 (26 de enero)	Intelsat 4A	Primer satélite internacional de comunicaciones de alta capacidad
1972 (9 de noviembre)	Anik 1	Primer satélite de comunicaciones canadiense
1977(14 de diciembre)	CS	Primer satélite de comunicaciones japonés
1981 (21 de noviembre)	Comstar D	Satélite geosíncrono, parte de un sistema mundial de comunicaciones.
1988 (15 de junio)	Pan American Satellite (Pan Am Sat)	Primer satélite internacional de comunicaciones de propiedad privada.

SATELITES METEOROLOGICOS

LANZAMIENTO	NOMBRE	LOGROS
1959 (17 de Febrero)	Vanguard 2	Primer satélite en reenviar información meteorológica a la Tierra.
1960 (1 de abril)	Tiros 1	Primer satélite en tomar imágenes meteorológicas detalladas
1974 (17 de mayo)	SMS -1	Primer satélite meteorológico permanente en órbita geosíncrona.
1975 (16 de octubre)	GOES-1	Primer satélite meteorológico con suficiente velocidad como para mantener la misma posición de observación sobre la Tierra.
1978 (16 de junio)	GOES-3	Equipado para tomar fotografías diurnas y nocturnas de las condiciones meteorológicas de la Tierra.
1980 (9 de septiembre)	GOES-D	Diseñado para ayudar e efectuar seguimiento de tormentas.
1984 (12 de diciembre)	NOAA-F	Observatorio meteorológico equipado con instrumentos para ayudar en misiones de búsqueda y rescate en todo el mundo.

SATELITES DE NAVEGACION

LANZAMIENTO	NOMBRE	LOGROS
--------------------	---------------	---------------

1960 (13 de abril)	Transit 1B	Primer satélite de navegación
1961 (29 de junio)	Transit 4A	Primer satélite en utilizar energía nuclear
1961 (15 de noviembre)	Transit 4B	Probó el método de utilizar la gravedad de la Tierra para mantener los satélites en posición adecuada.
1978 (21 de Febrero)	Navstar	Primer satélite de un sistema diseñado para proporcionar posiciones de navegación continuamente

SATELITES CIENTIFICOS

LANZAMIENTO	NOMBRE	LOGROS
1958 (31 de enero)	Explorer 1	Primer satélite estadounidense; descubrió la radiación de Van Allen en el espacio.
1962 (7 de marzo)	OSO-1	Primer observatorio solar orbital
1962 (26 de abril)	Ariel (U.K. N° 1)	Primer satélite internacional, transportó instrumentos estadounidenses y británicos
1962 (28 de setiembre)	Alouette	Primer satélite canadiense
1963 (2 de abril)	Explorer 17	Primer satélite en estudiar la atmósfera
1967 (7 de septiembre)	Biosatellite 2	Transportó células, plantas y animales vivos al espacio y los devolvió a la tierra
1968 (7 de diciembre)	OAO-2	Primer observatorio astronómico en la cara oculta de la Luna.
1972 (23 de julio)	Landsat-1	Fotografió la Tierra con luz de diferente longitud de onda para proporcionar información acerca de los recursos naturales de nuestro planeta
1973 (10 de junio)	Explorer 49	Efectuó una investigación radio astronómica en la cara oculta de la Luna
1976 (4 de mayo)	Lageos	Primer satélite diseñado para mediciones geográficas de alta precisión
1977 (12 de agosto)	HEAO-1	Observatorio orbital utilizado para detectar en el espacio exterior objetos que emiten rayos X
1978 (24 de octubre)	Nimbus-7	Recogió datos para el estudio de la atmósfera y los océanos terrestre.
1978 (13 de noviembre)	HEAO-2	Transmitió fotografías de quásares y de otros objetos cósmicos que emiten rayos X
1979 (18 de febrero)	SAGE	Diseñado fundamentalmente para medir el contenido de fluorocarbonos de la estratosfera terrestre.
1979 (20 de setiembre)	HEAO-3	Observó y analizó rayos gamma y rayos cósmicos del espacio exterior.
1980 (14 de febrero)	Misión Máxima Solar	Diseñado para estudiar las erupciones solares y las condiciones existentes en el Sol que las provocan
1983 (25 de enero)	IRAS	Recogió información sobre las radiaciones infrarrojas emitidas por las nebulosas, estrellas y galaxias
1984 (16 de agosto)	AMPTE	Lanzó un cometa artificial para recoger información sobre los vientos solares y la magnetosfera.
1989 (17 de noviembre)	COBE	Diseñado para detectar la radiación

		cósmica de fondo y, en consecuencia, comprobar teorías acerca de la formación del Universo.
1990 (24 de abril)	Telescopio espacial Hubble	Primer telescopio óptico puesto en órbita alrededor de la Tierra (EEUU)
1990 (5 de octubre)	Ulyses	Proyecto conjunto de la NASA y la Agencia Espacial Europea para estudiar los polos norte y sur del Sol, nunca observados anteriormente.
1991 (5 de abril)	Observatorio Compton de rayos gamma	Telescopio de 17 toneladas para observar el Universo en longitudes de onda muy cortas.

39. AVANCES TECNOLOGICOS EN LOS SERVICIOS Y DISEÑO DE LOS SATELITES COMERCIALES.

- a. Los satélites comerciales están ofreciendo una amplia gama de servicios de comunicaciones. Los programas de televisión se retransmiten internacionalmente, dando lugar al fenómeno conocido como "aldea global". Los satélites también envían programas a sistemas de televisión por cable, así como a los hogares equipados con antenas parabólicas. Además los terminales de muy pequeña apertura (VSAT: Very Small Aperture Terminal) retransmiten Teñemática digitales para un sinfín de servicios profesionales.
- b. Algunas constelaciones satelitales pueden llevar ahora mas de 100,000 circuitos de telefonía utilizando cada vez con mayor frecuencia la transmisión digital. Los métodos de codificación digital (compresión) han permitido reducir a una décima parte la frecuencia de transmisión necesaria para soportar un canal de voz (actualmente con 4 Kbps se puede pasar voz), aumentando en consecuencia la capacidad de la tecnología existente y reduciendo el tamaño de las estaciones terrestres y terminales que proporcionan y reciben los servicios telefónicos.
- c. Las comunicaciones por satélite están ahora en una fase de migración desde aquellos enlaces por líneas masivas punto a punto entre enormes y costosos terminales terrestres hacia las comunicaciones multipunto a multipuntos entre estaciones pequeñas y económicas. El desarrollo de los métodos de acceso múltiple ha permitido acelerar esta migración (FDMA, TDMA y CDMA son las tecnologías de acceso más conocidas).
- d. Con la tecnología TDMA por ejemplo, a cada estación terrestre se le asigna un intervalo de tiempo en un mismo canal para trasmitir sus comunicaciones; todas las demás estaciones controlan estos intervalos y seleccionan aquellas comunicaciones que van dirigidas a ellas. Mediante la amplificación de una única frecuencia portadora en cada repetidor del satélite, TDMA garantiza la mejor utilización del suministro de energía a bordo del satélite.
- e. La técnica de reutilización de energía, permite a los satélites comunicarse con varias estaciones terrestres mediante una misma frecuencia, al trasmitir en pequeños "haces dirigidos" a cada una de ellas. La anchura de estos haces se puede ajustar para cubrir zonas tan extensas como los EEUU o tan reducidas como un país pequeño como SUIZA. Dos estaciones lo suficientemente distantes pueden recibir

mensajes diferentes transmitidos con la misma frecuencia. Las antenas de los satélites están diseñados para transmitir varios haces en diferentes direcciones utilizando el mismo reflector.

- f. El concepto de haz puntual múltiple para comunicaciones quedó probado en 1991 con el lanzamiento del ITALSAT, que tenía seis (06) haces puntuales en 30 Ghz(ascendente) y en 20 Ghz (descendente), interconectando áreas empresariales de Italia con estaciones terrestres. Para ello demodulaba las Teñemática ascendentes, las canalizaba entre los haces ascendentes y descendente, las combinaba y remodulaba para su trasmisión descendente.
- g. En 1993 se experimentó un nuevo método de interconexión de estaciones terrestres al lanzar la NASA su ACTS: Advanced Communications Technology Satellite; que combinaba las ventajas de la reutilización de energía, los haces puntuales y la TDMA. Mediante la concentración de la energía de la señal trasmitida por el satélite, ACTS puede utilizar estaciones terrestres con antenas más pequeñas y menores necesidades de potencia.
- h. La utilización de la tecnología Laser en las comunicaciones por satélite viene siendo objeto de estudio y experimentación. Los haces láser se pueden usar para trasmitir Teñemática entre un satélite y la estación terrestre, pero el nivel de trasmisión se ve limitado a causa de la absorción y dispersión por la atmósfera. Se han utilizado láseres en la longitud de onda azul-verde, capaz de traspasar el agua, para las comunicaciones entre satélites y submarinos.

40. DONDE EMPLEAR LOS SATELITES COMERCIALES.

- a. La evolución en las tácticas y el equipamiento han motivado una creciente necesidad de comunicaciones satelitales para el Ejército. El concepto sobre lo que hoy debe ser un combatiente táctico del Ejército ha crecido para abarcar mucho más, el campo de batalla es más disperso y consecuentemente hay más necesidad de comunicaciones que permitan pasar grandes base de datos entre todos los escalones.
- b. Nuestras posibilidades para tener todo nuestro territorio interconectado y a todas nuestras fuerzas enlazadas con equipamiento propio, son tremendamente limitadas. Los escasos recursos de comunicaciones con que se cuente deberemos priorizarlos donde efectivamente se lleven acciones de combate decisivas.
- c. Como se ha mencionado en capítulos anteriores, las comunicaciones más críticas necesitarán "acceso asegurado" y estar protegidas contra la acción enemiga, empleando equipamiento militar, entre los que se pudieran contar con segmentos satelitales propios para uso militar y terminales tácticos satelitales. Sin embargo para satisfacer las necesidades de enlaces administrativos y/o de propósito general el empleo de los satélites comerciales de comunicaciones ofrecen un medio que satisfacerían estas necesidades.

41. COMO EMPLEAR LOS SATELITES COMERCIALES.

- a. Nuestro Ejército ha venido empleando satélites de Comunicaciones comerciales extensivamente (INMARSAT, PANAMSAT, INTELSAT), mediante el alquiler de segmentos espaciales en la banda C y Ku, incorporándolos como redes de nuestro Sistema Permanente.
- b. El comprar tecnología comercial existente es mucho más barato que adquirir o desarrollar tecnología para propósito militar, especialmente en satélites de comunicaciones, que a menudo, llegan a estar obsoletos antes que se empleen profusamente.
- c. Las aplicaciones tácticas para satélites comerciales han sido probadas exitosamente durante conflictos recientes en varias partes del planeta. Por ejemplo el Ejército americano empleó el satélite comercial "Alascom" para ejercicios de entrenamiento en Alaska y luego lo empleó en la operación Causa Justa en Panamá; el satélite Pan Am Sat, proporciona enlaces en apoyo de programas de interdicción en el Perú y Bolivia; y los satélites INTELSAT e INMARSAR se emplearon en las operaciones de Tormenta y Escudos del Desierto.
- d. La flexibilidad, la accesibilidad y la disponibilidad de los satélites de comunicaciones comerciales tendrán ventajas definidas para nuestro Ejército, mientras la doctrina táctica continua desenvolviéndose y las misiones que se le asignen sean cambiantes en cualquier parte de nuestro territorio, que demanden una capacidad de comunicaciones inmediatas y sensibles.

42. POR QUE EMPLEAR SATELITES COMERCIALES.

- a. La respuesta simple es: ¡ POR QUE ESTA AHI ! Hay múltiples niveles de interoperatividad dentro de un sistema de comunicaciones comerciales que lo hacen ideal para apoyar operaciones conjuntas. Por ejemplo un Coronel del Ejército empleando un terminal de INMARSAT o un teléfono portátil de IRIDIUM, en cualquier lugar que se encuentre puede fácilmente coordinar con un Comandante o Coronel de la Fuerza Aérea para los apoyos que se necesiten.
- b. Esta interoperatividad será aplicable, por supuesto, para comunicaciones conjuntas que tengan equipamiento similar y/o siempre y cuando exista compatibilidad e interconexión con redes militares.
- c. La flexibilidad y la capacidad de respuesta de los sistemas comerciales de comunicaciones satelitales son características que todo sistema de comunicaciones militar espera tener cuando tiene que apoyar operaciones de contingencia. Los satélites comerciales están disponibles en el sitio, casi siempre tienen capacidad y están listos para ser arrendados cuando se los necesita.
- d. Otra gran ventaja de los satélites de comunicaciones comerciales es que el costo asociado con el desarrollo del sistema, las mejoras tecnológicas y los costos de lanzamiento han sido financiados o sostenidos por el proveedor comercial; por lo tanto la inversión que haría el Ejército para emplear estos sistemas resulta relativamente pequeña.
- e. Sin embargo, el costo del alquiler de los segmentos espaciales (transpondedores) para algunos sistemas comerciales puede resultar

demasiado oneroso como para dispendiar su uso, debiéndose necesariamente priorizar su empleo.

- f. Los grandes saltos tecnológicos en las telecomunicaciones mundiales comerciales, sobrepasan la capacidad de cualquier nación para desarrollar similares equipos con estándares militares. Por lo tanto se debe tomar ventaja de estos cambios y avances tecnológicos y adecuar nuestra doctrina al empleo de los medios comerciales de comunicaciones de que hoy dispone nuestro país, concentrándonos en las priorizaciones y sistemas de seguridad de los enlaces.
- g. Finalmente, los satélites de comunicaciones comerciales, pueden emplearse en las Unidades del Ejército para doblar o complementar los medios militares existentes, tomándose las ventajas que esta tecnología ofrece, como por ejemplo el establecimiento de sistemas de vídeoteleconferencias y correo electrónico de alta velocidad.

43. DIFERENCIAS ENTRE SATELITES COMERCIALES Y SATELITES MILITARES.

- a. Hay diferencias distintivas entre los sistemas de satélites comerciales y los militares:
 - (1) Los sistemas de satélites militares están diseñados para ser empleados en guerra. Ellos poseen componentes para ser resistentes a la perturbación empleando técnicas de "espectro ampliado" que reduce su capacidad debido a la menor eficiencia en la utilización del espectro de frecuencias. Por otro lado la protección contra la radiación y aumento de la supervivencia por los satélites militares hacen más costosos sus diseños y pueden causar la reducción de su rendimiento. Estas características de incrementos de costos y reducida capacidad, condicionan la necesidad de priorizar a los usuarios de estos sistemas.
 - (2) Los sistemas de satélites comerciales están también contruidos para soportar los rigores del espacio pero no en el grado de un sistema militar. Aunque se obtiene alguna resistencia a la perturbación, a estos sistemas les falta la capacidad de procesar las Teñemática perturbadoras para poder anularlas o contrarrestarlas, que si tienen los sistemas militares resistentes a la perturbación. Sin embargo es improbable que alguna nación se atreva a perturbar un sistema de comunicaciones satelitales comerciales, a no ser que empleen grupos terroristas internacionales con capacidad técnica.
- b. Hoy en día, a diferencia de hace unos pocos lustros, los proveedores comerciales de sistemas satelitales, están mucho más dispuestos a aceptar el tráfico de comunicaciones militares sobre sus satélites. Esto ha provocado una competencia entre ellos por ofrecer mejores servicios, con mayores capacidades a menores costos. Sin embargo la capacidad disminuye conforme más usuarios se van agregando al sistema.
- c. Otra diferencia entre los satélites militares y comerciales es el costo por su uso, el cual es transparente en los primeros para un usuario, quien no

ve la "cuenta" para el servicio prestado. En cambio cuando se emplea el sistema satelital comercial el costo por el "tiempo en el aire" normalmente es cargado y facturado directamente al usuario del terminal.

- d. Existen también aspectos legales que diferencian el empleo de los sistemas satelitales comerciales de los militares. Por ejemplo es una práctica común en algunos países, exigir el pago de "canon" por el uso de frecuencias y por los terminales terrestres satelitales que se operan en su territorio.

Sección II. Organización Internacional Satelital Marina (INMARSAT: INTERNATIONAL MARITIME SATELLITE ORGANIZATION)

44. ANTECEDENTES DEL INMARSAT.

- a. La Organización Internacional Satelital Marina (INMARSAT) es un consorcio satelital internacional que provee servicios de telex, datos y facsimil y telefonía a las industrias navieras, aéreas, buques en altamar y organizaciones terrestres, que viene operando desde 1982.

- b. INMARSAT comprende a 77 naciones miembros, en la cual COMSAT (representante de las EEUUNA) retiene la mayor cantidad de acciones del consorcio. Este consorcio es el segundo más grande operador de sistemas satelitales del mundo.
- c. INMARSAT fue creado originalmente para desarrollar y operar un sistema global de comunicaciones satelital marítimo para emergencias, desastres y otros de tráfico marítimo. Hoy en día se ha expandido significativamente para incluir terminales móviles en tierra y para usuarios aeronáuticos, en aplicaciones tanto comerciales como de socorro y seguridad en el mar, aire y tierra.
- d. INMARSAT está compuesto de cuatro segmentos:
 - (1) Satélites
 - (2) Terminales costeros (propiedad del consorcio).
 - (3) Estaciones costeras (propiedad privada)
 - (4) Control de red.

45. SATELITES OPERACIONALES DE INMARSAT.

- a. INMARSAT II (en actual operación) es un sistema de cuatro regiones. Las ubicaciones de los cuatro (04) satélites operacionales cubren los océanos y mucha de la masa terrestre alrededor del mundo. Esto satélites fueron lanzados en 1990. Ver **figura 47**.
- b. El sistema INMARSAT opera terminales de usuarios de tamaño pequeño y baja potencia, comunicándolos en forma multiplexada con grandes estaciones costeras en tierra las que proveen interface a la red conmutada terrestre.
- c. Los servicios comunes brindados por INMARSAT son voz, telex y datos. Los datos pueden ser transmitidos a 2400 bps en canales de voz, a 64 Kbps o en rangos de 1 Mbps para terminales especialmente equipados.
- d. Estos satélites trabajan en las bandas "C" y "L", la banda "C" está destinada a las estaciones costeras y la banda "L" a los terminales de usuarios. Tiene un canal de 16Mhz en las bandas C/L para el tráfico costa a buque; y cuatro canales (dos en 4.5 Mhz, uno en 7.3 Mhz y uno en 3.2 Mhz de ancho de banda) en las bandas L/C para el tráfico buque a costa. La capacidad total de los satélites INMARSAT II es 250 circuitos de voz de doble vía.
- e. Las principales características técnicas de los satélites son (Ver **figura 48**):

N/O	PARAMETROS	VALORES
01.	Trasmisión (C/L)	39 dBW (footprint)
02.	Trasmisión (L/C)	24 dBW
03.	Recepción (C/L)	G/T = -14dB/k
04.	Recepción (L/C)	G/T = -12.5dB/k
05.	Antenas banda "L"	61 elementos para trasmisión 9 elementos para recepción
06.	Antenas banda "C"	Dos antenas de 7 elementos cada una (T/R)

07.	Período vida útil	10 años (estimado hasta el año 2000)
08.	Ubicación de sus órbitas	15.5 Oeste / 55.5 Oeste 64.5 Este / 179° Este

f. Limitaciones en el empleo de INMARSAT II:

- (1) El uso de los satélites de INMARSAT II está limitado por el acuerdo multilateral establecido por el consorcio en 1979, el cual estableció que "la organización deberá actuar exclusivamente para propósitos pacíficos".
- (2) Hay un debate sobre que constituyen "propósitos pacíficos", sin embargo ha sido generalmente acordado que ellos significa "no relacionado a conflicto armado". Por ejemplo, un buque de guerra no podría tener acceso a INMARSAT excepto para comunicaciones humanitarias tales como: llamadas de peligro, mensajes de seguridad etc; si dicho buque estuviese participando activamente en una misión bélica.
- (3) INMARSAT en cambio puede emplearse para formas no agresivas de apoyo a las fuerzas combatientes tales como enlaces logísticos, evacuaciones de personal herido o desplazados civiles, etc. En este sentido INMARSAT es un medio viable para comunicaciones tácticas logísticas donde la disponibilidad de los medios de enlace, los costos y otros factores técnicos permitirán su uso.

g. Mayores detalles sobre el sistemas INMARSAT pueden obtenerse vía Internet en www.inmarsat.org/inmarsat.

FIGURA 47 Y 48

46. TERMINALES TERRESTRES INMARSAT.

- a. Los terminales terrestres de INMARSAT están disponibles comercialmente en el país a través de comercializadoras de servicios telefónicos que cuenten con concesión y autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- b. Existe una variedad de configuraciones de terminales de usuarios terrestres INMARSAT, tanto para ser instalados en vehículos, en barcos, en aeronaves o en cualquier otro tipo de plataformas.
- c. INMARSAT es un sistema de acceso por demanda (DAMA). Antes de colocar una llamada procedente de un terminal de usuario, se deberá solicitar la habilitación de un canal, si éste está disponible, se le asignará a dicho terminal.
- d. Cualquier transmisión desde un terminal de INMARSAT deberá pasar a través de una estación terrena de INMARSAT. Para una llamada desde un terminal de voz, la transmisión que se origina desde el terminal de usuario es subida hacia el satélite INMARSAT en la banda "L" y luego bajada a una estación terrena fija en la banda "C". Esta estación terrena estará conectada al conmutador de la red pública, que enrutará la llamada a un teléfono comercial u otro conmutador nacional o internacional (público o privado). Las llamadas pueden también ser colocadas de terminal a terminal.
- e. Hay cuatro (04) tipos de terminales estándares que pueden acceder a INMARSAT:
 - (1) Estándar "A"
 - (a) Este tipo ofrece servicios de canal simple con capacidad de transmisión de voz, data, facsímil y teletipo.
 - (b) Típicamente estos servicios son voz análoga "full duplex" transmitida de 9.6 Kbps a 56 Kbps, a un costo que fluctúa entre 5 a 10 dólares por minuto, dependiendo del proveedor del servicio e impuestos de ley vigentes.
 - (c) Estos terminales usualmente están contenidos en una maleta que pesa aproximadamente de 30 a 40 Kgs con antenas de "plato" de un metro.
 - (d) Ofrece servicios de datos a alta velocidad que puede transmitir grandes volúmenes de información, audio de alta calidad, imágenes de vídeo comprimido y de vídeo fijo.
 - (2) Estándar "B"
 - (a) Es muy similar al estándar "A" pero emplea un servicio digital mejorado. El tamaño y peso de estos terminales también son similares al estándar "A".
 - (b) El promedio de emisiones de datos son acomodados hasta 64 Kbps, a un costo inferior al estándar "B".
 - (c) Estos terminales fueron diseñados para grandes volúmenes de usuarios tales como: pozos petroleros, cruceros navales y servicios de emergencia.
 - (3) Estándar "C"

- (a) Son terminales que ofrecen sólo servicio de telex, datos y de mensajería a una velocidad de 600 baudios, a un costo muy reducido.
- (b) Estos terminales son típicamente pequeños en tamaño y peso, con antenas pequeñas omnidireccionales.

(4) Estándar "M"

- (a) Es similar al estándar "C" pero emplea un servicio digital mejorado para telefonía además de datos . Igualmente el tamaño y peso son semejantes y hasta más pequeños que el estándar "C", ya que cabe en un maletín o se puede instalar en vehículos.
- (b) El promedio de emisiones de datos se acomodan hasta 6.4 Kbps.
- (c) Este tipo de terminal es ideal para el despliegue de fuerzas que requieran comunicación instantánea, a menudo desde regiones inaccesibles y carentes de cualquier servicio de telecomunicaciones.

f. Las principales características técnicas de los cuatro tipos de terminales terrestres de INMARSAT se muestran en el cuadro siguiente:

N/O	PARAMETRO	ESTANDAR "A"	ESTANDAR "B"	ESTANDAR "C"	ESTANDAR "M"
01.	Frecuencia de Transmisión	1626-1648 Mhz	Idem	Idem	Idem
02.	Frecuencia de recepción	1530-1546 Mhz	Idem	Idem	Idem
03.	Potencia isotrópica radiada efectiva (EIRP)	36 - 37 dBw	26 dBw	19 dBw	19 dBw
04.	Relación de ganancia/ruido de temperatura (G/T)	-4 dB/K	-12 dB/K	-19 dB/K	-19 dB/K
05.	Diámetro de antena	3 a 4 pies	1.5 pies	< 1 pie	< 1 pie
06.	Capacidad	56 Kbps (hasta 1 Mbps con modificaciones)	64 Kbps	@ 1000 bps TT	4.8 Kbps (Voz) 2.4 Kbps (datos)
07	Principales fabricantes	Magnavot MT I	MTI Viasot	Magnavot MTI	Magnavot MTI
NOTA: La modulación es FM, QPSK y FSK. El terminal estándar "C" su modulación es BPSK con corrección de error.					

47. NUEVA GENERACION DE INMARSAT: INMARSAT III.

- a. Esta nueva generación de satélites fue lanzada al espacio entre 1996 y 1997, con un total de cuatro (04) satélites en órbitas geosíncronas con antenas de punto luminoso y globales, que le posibilitaran reusar frecuencias.
- b. El INMARSAT III tiene diez (10) veces más de potencia de transmisión y seis (06) veces más de capacidad que su anterior generación (INMARSAT II), que le permitirá la operación de terminales más pequeños con antenas direccionales llamadas "mini terminales M" y menores costos de operación por minuto.
- c. La nueva generación de terminales portátiles para INMARSAT III provee servicios digitales, pesa menos de 18 libras y su diseño permite una rápida y fácil instalación/despliegue para su empleo en tareas como: coordinación de desastres, periodismo, exploración energética y recuperación/rescate, operaciones militares y negocios internacionales. Tiene una antena plana que provee flexibilidad para establecer línea de vista. Todo el equipo cabe en un maletín tipo "James Bond".
- d. El terminal tipo maletín para INMARSAT III, permite a sus usuarios discado directo, teléfono dos vías y enlaces de facsímil o datos. La calidad de los servicios de voz es buena y los servicios de facsímil y datos es a baja velocidad en 2.4 Kbps para cualquier parte del mundo, excepto para los polos norte y sur. La banda de frecuencias en que pueden trabajar está entre 1525 a 1559 Mhz para recepción y 1626.5 a 1660.5 Mhz para transmisión.
- e. Los fabricantes de terminales para INMARSAT III, están ofreciendo a los usuarios, terminales de tipo mono y multicanal, tanto para uso en la costa como en altamar (sobre buques). La versión de Mari Star-M es una configuración multicanal para buques, que soporta hasta 16 canales empleando una antena pedestal estabilizada de 2 metros. Para uso en costa se tienen los terminales TerraStar M, con un peso de 10 Kgs o menos diseñado para un rápido y fácil despliegue con una antena de 1 metro y 8 canales, con un consumo de menos de 80 watts en transmisión y menos de 30 watts en recepción.
- f. Las principales características y servicios que ofrecen el INMARSAT III para voz y datos, para estándares M y mini M así como C, se muestran a continuación:

Nº	CARACTERISTICAS /SERVICIOS	VALORES/DATOS
----	----------------------------	---------------

	(Nombres)	INMARSAT III (VOZ/DATA/FAX)	INMARSAT-C (Solo Datos)
01.	Nombre del Servicio	Enlace Móvil/Servicio M	Enlace - C
02.	Usuarios	Móviles marítimos de voz	Mensajes, datos de posición, datos marítimos, control remoto.
03.	Tipo de Servicio	Voz, data, fax	Data, fax
04.	Cobertura	Global (menos polos)	Global (menos polos)
05.	Tipo de Orbita	GEO (35,786 Km)	GEO
06.	Número de satélites	4	4
07.	Peso del satélite	2000 Kg	2000 Kg
08.	Período vida útil estimado	13 años	13 años
09.	Frecuencias		
	Banda	"C"	"C"
	Subida	1626.5 - 1645.5 Ghz	1631.5 - 1645.5 Ghz
	Bajada	1530 - 1545 Ghz	1530 - 1545 Ghz
10.	Tipo de Transpondedor	Bent pipe	Bent pipe
11.	Número de enlaces de punto por satélite	5	5
12.	Número de circuito FDX por satélite	3000	----
13.	Número de paquetes simultáneos por satélite	----	>1000
14.	Tipo de multiacceso	FDMA	FDMA
15.	Modulación (Terminal)	QPSK	----
16.	Velocidad de datos	2.4 Kbps (data) 4.8 Kbps (voz)	0.6 (data) 1.2 (fax)
17.	Fecha de lanzamiento primer satélite	ENE 1996	NA
18.	Costo estimado por minuto	US\$ 4.95 (Voz/datos)	US \$. 1.12 (data)
19.	Precio estimado del terminal de usuario	10,000 a 25000 dólares	3,000 a 7,000 dólares

Sección III. Organización Internacional de Telecomunicaciones Satelitales (INTELSAT)

48. ANTECEDENTES DEL INTELSAT.

- a. La Organización Internacional de Telecomunicaciones Satelitales (INTELSAT) es el primer proveedor comercial internacional de servicios de comunicaciones por satélite de instalaciones fijas. Actualmente accesan al sistema miles de estaciones terrestres, que oscilan en tamaño desde tan grandes como 30 metros hasta tan pequeños como de medio metro y menores.
- b. INTELSAT, establecida en 1964, es un consorcio comercial sin fines de lucro, auspiciada por las Naciones Unidas que comprenden 139 naciones o signatarios. Los signatarios de INTELSAT son dueños cooperativamente y operan un sistema global de veinte (20) satélites de comunicaciones operando en las bandas "C" y "Ku", que proveen servicios de comunicaciones de voz, data y vídeo a usuarios en más de 200 naciones y territorios en cada continente.
- c. La propiedad e inversión en INTELSAT es compartida entre los miembros de acuerdo a su respectivo uso del sistema. Actualmente los EEUU, el Reino Unido y el Japón son propietarios de más del 45% de la organización.

49. SATELITES DE LA INTELSAT.

- a. SATELITES INTELSAT V/V-A
 - (1) Estos satélites lanzados en 1980 fueron rastreadores, aperturadores de brechas, e introdujeron la tecnología de haces múltiples que aportó un incremento adicional de la capacidad, permitiendo concentrar la potencia del satélite en pequeñas zonas de la tierra, favoreciendo el desarrollo de estaciones de menor apertura y de costo económico.
 - (2) Ellos fueron los primeros satélites híbridos capaces de proveer servicios en ambas bandas C – y Ku. Entre los muchos servicios que estos versátiles satelitales ofrecieron, el INTELSAT – V permitió a los teledifusores por primera vez usar estaciones terrestres muy pequeñas y fácilmente transportables para transmitir "en directo", lo que condujo a la transmisión de noticias y eventos de gran importancia, en vivo desde cualquier punto en el mundo.
 - (3) Existen dos tipos de satélites INTELSAT Serie – 5. De los 15 satélites inicialmente producidos, hay ahora 9 en servicio: Estos satélites son estabilizados en 3 coordenadas y tienen envergadura de alas que exceden los 50 pies. Estos satélites tienen más de 20 pies de altura cuando son desplegados operativamente.
 - (4) Hay 4 satélites INTELSAT - V, teniendo cada uno 21 transponders en la banda "C" (transponder = equipo que permite emitir y recibir)

y 4 transponders de banda "Ku" que proveen capacidad para 12,000 circuitos telefónicos de emisión y recepción y dos circuitos para televisión.

- (5) Los otros 5 satélites INTELSAT V-A tienen cada uno transpondedores "C" y 6 transpondedores en banda "Ku", que proveen capacidad para 15,000 circuitos telefónicos de dos vías y dos canales de televisión.
- (6) Todos menos dos de estos satélites han excedido los 7 años de vida funcional límite de durabilidad diseñada y un número de ellos han estado en servicio durante 10 años o más. (Ver **figura 49**).

b. INTELSAT VI

- (1) Los satélites serie INTELSAT VI son las mayores naves espaciales jamás construidas y lanzadas en 1989. Todos los 5 satélites INTELSAT VI están operativos. 3 satélites están en servicio en la región del Océano Atlántico y 2 están en servicio sobre el Océano Indico.
- (2) A diferencia de los satélites V, los satélites INTELSAT VI son estabilizados mediante sistema de giro rápido. Cada satélite INTELSAT VI tiene 38 transponders en la banda C y 10 transpondedores en la banda Ku.
- (3) Existe un significativo incremento en la capacidad de comunicación para los satélites de la serie VI mediante técnicas de reuso de frecuencias.
- (4) Cada satélite tiene capacidad para 24,000 circuitos telefónicos de doble vía y 3 canales de televisión. Hasta 120,000 conversaciones telefónicas son posibles con el uso de equipos multiplicadores de circuito digital, al permitir la conmutación dinámica "a bordo", de la capacidad telefónica entre seis (06) haces, utilizando la técnica denominada SS-TDMA (Satellite - Switched time División Múltiple Access).
- (5) La durabilidad diseñada o expectativa de duración en operaciones de estos satélites INTELSAT VI es de 13 años. (Ver **figura 50**).

c. INTELSAT VII/VII-A

- (1) Esta serie de 8 satélites INTELSAT VII/VII-A son muy poderosos y versátiles y están desplegados en todas las áreas de servicio INTELSAT.
- (2) El diseño de estas series tuvieron un enfoque basado en requisitos especiales de la región del Océano Pacífico pero los satélites en cuestión tiene características únicas que facilitan operación similar en otras regiones oceánicas.

FIGURAS 49 Y 50

- (3) Otros objetivos claves en el diseño de los satélites fueron, la optimización para operación con estaciones terrestres más pequeñas eficiente uso de la capacidad, operación digital, seguridad de comando, confiabilidad mejorada y una mejor habilidad para operar en órbita inclinada.
- (4) Una de las características más importantes del INTELSAT VII/VII-A es la habilidad para reconfigurar la huella orbital de cobertura de satélite, en casi tiempo real en respuesta a los patrones de cambio en rutas y demandas de servicio.
- (5) Los satélites INTELSAT VII tiene 26 transpondedores en la banda "C" y 10 transpondedores en la banda "Ku", proporcionando la capacidad para 18.000 circuitos telefónicos y 3 canales de televisión. Usando equipo digital de multiplicación de circuitos, se llega hasta 90,000 circuitos telefónicos.
- (6) Los satélites INTELSAT VII-A, tienen 26 transpondedores en la banda "C" y 14 en la banda "Ku" para 22,500 circuitos de llamadas telefónicas y 3 canales de televisión. Con el equipo multiplicador de circuitos, se llega hasta 112,500 circuitos telefónicos de doble vía.
- (7) Cada satélite, tiene una duración estimada de vida de entre 10 a 15 años.

d. INTELSAT K

- (1) INTELSAT K es un sólo satélite adquirido por INTELSAT para cumplir con ciertas necesidades de capacidades para bandas "Ku" en la región del Océano Atlántico, principalmente de teledifusores internacionales.
- (2) Este satélite fue lanzado el 9 de Junio de 1992. El satélite tiene 16 transponders de 54 Mhz que pueden ser configurados dentro de 34 canales de televisión de alta calidad.
- (3) INTELSAT K fue el primero que proporcionó banda "Ku" en cadena dentro de Latino América y provee cobertura desde Norte América hasta Moscú.
- (4) Existe acceso al satélite desde estaciones terrestres de 1.2 metros y más pequeñas, haciendo realidad el primer servicio de difusión directa transatlántica a casa.

e. INTELSAT VIII/VIII-A

- (1) La más reciente generación de satélites INTELSAT son los INTELSAT VIII y VIII-A. Existe 4 INTELSAT VIII y 2 VIII-A en órbita desde el Astro Espacial Martín – Marielta, el primer contratista.
- (2) Esta serie de Satélites está siendo diseñada para cumplir con las necesidades de usuarios de INTELSAT a través del sistema para cobertura mejorada y servicio en la banda C.
- (3) Con una sextuplicada frecuencia de reuso en banda C; frecuencia duplicada de reuso en banda C de capacidad expandida; y, el mayor nivel de potencia de banda C jamás proveído, para un satélite INTELSAT, estos satélites proveerán 22,500 circuitos de intercomunicación telefónica y 3 canales de televisión. Usando equipo de multiplicación de circuitos se llega hasta 112,500 circuitos de intercomunicación telefónica.

- (4) Los satélites INTELSAT VIII serán a la inversa compatibles con el INTELSAT VII para una suave transición. Ellos contarán con servicios de recolección de noticias expandidas proveídos debido a la capacidad de conectar un punto de rayo a los rayos globales.
- (5) Cada satélite INTELSAT VIII tiene 38 transpondedores en banda C y 6 transpondedores en banda Ku.
- (6) El primer INTELSAT VIII, designado como "INTELSAT 801" fue lanzado en 1997. El resto de los satélites fueron lanzados durante 1998 culminando con el lanzamiento del último INTELSAT VIII en Dic-1998.
- (7) El promedio de vida para estos ha sido estimado entre 14 y 17 años.

50. ESTACIONES TERRESTRES INTELSAT.

- a. Las estaciones terrestres que tienen acceso al sistema INTELSAT son los eslabones esenciales al servicio de conectividad global. Las estaciones terrestres son propiedad privada y son operadas o por una entidad gubernamental en cada país o por otras entidades y negocios.
- b. Cada estación terrestre deberá cumplir con una serie de niveles técnicos y capacidades, no importa quien sea su propietario. Esto es crítico con el fin de mantener integridad de sistema.
- c. La información adicional sobre INTELSAT puede ser obtenida vía Internet: www.intelsat.int.

Sección IV. Sistema Privado Satelital Global Pan Am Sat

51. ANTECEDENTES DEL PAN AM SAT.

- a. Los sistemas satelitales internacionales privados emergieron en los primeros años de la década de los 80's. Pan Am Sat fue fundado en 1984, para responder a las necesidades de cambio de la industria de telecomunicaciones satelitales, que hasta ese entonces proveían amplia cobertura geográfica pero que su relativa debilidad en su señal obligaba al empleo de "gate ways" y grandes estaciones terrenas.
- b. El propósito de Pan Am Sat fue proveer servicios de telecomunicaciones internacionales con alta potencia, flexibilidad y simplicidad, tradicionalmente asociada con los sistemas de satélites domésticos (DOMSAT's).
- c. El lanzamiento del primer satélite de Pan Am Sat, el PAS-1 no fue posible sino hasta 1988, después que a finales de 1985 la Federal Commications Commission (FCC) de los Estados Unidos, permitió a los proveedores de nuevos servicios satelitales, el desarrollo y lanzamiento de sistemas satelitales internacionales independientes a INTELSAT.
- d. El satélite PAS-1 posibilitó a los usuarios de comunicaciones corporativas y radioteledifusores, desarrollar su propio mercado de clientes, y redes privadas empleando antenas pequeñas y económicas. Este satélite ha sido posicionado sobre el Océano Atlántico (45° WL/315° EL) proporcionando cobertura sobre toda América, el Caribe y Europa, con una potencia de hasta 40 dBW en su Center beam para transpondedores de hasta 36 Mhz. Trabaja en la banda "C" y banda Ku, dependiendo de la zona geográfica. (Ver **figuras 51 al 53**).
- e. Desde 1994 y hasta 1996 se lanzaron tres nuevos satélites construidos por la Hughes Aircraft Co, los modelos HS 601, denominados PAS-2, PAS-3 y PAS-4 que se posicionaron sobre los Océanos Pacífico, Atlántico e Indico respectivamente, cubriendo casi el 95% de la superficie terrestre (excepto los polos y algunas regiones del mar Indico). El período de vida útil de estos satélites es de 15 años.

FIGURA 51

FIGURA 52

FIGURA 53

52. SATELITES DEL PAN AM SAT (PAS 2/3/4).

- a. Los 3 satélites HS-601, (Ver **figura 54**) que constituyen el PAS 2, 3 y 4, tienen las características técnicas generales siguientes:

CARACTERISTICAS	PAS-2	PAS-3	PAS-4
Región en se ubica	Océano Pacífico	Océano Atlántico	Océano Indico
Ubicación orbital	191° WL/169° EL	43° WL/317° EL	68° EL / 72° EL 292° WL/ 288° WL
Banda de Trabajo	"Ku" y "C"	"Ku" y "C"	"Ku" y "C"
Transpondedores	12 x 54 Mhz ("C") 12 x 54 Mhz ("Ku") 4 x 64 Mhz ("C") 4 x 64 Mha ("Ku")	12 x 54 Mhz ("C") 12 x 54 Mhz ("Ku") 4 x 64 Mhz ("C") 4 x 64 Mha ("Ku")	12 x 54 Mhz ("C") 16 x 27 Mhz ("Ku") 6 x 54 Mhz ("Ku") 4 x 64 Mhz ("C") 2 x 64 Mha ("Ku")
Capacidad de Enlace cruzado	Hasta 8 transpondedores de "Ku" a "C" y 8 de "C" a "Ku"	Hasta 8 transpondedores de "Ku" a "C" y 8 de "C" a "Ku"	Hasta 8 transpondedores de "C" a "Ku" y 8 de "Ku" a "C"
Potencia de salida del Transpondedor	63 watt (Ku) 30 watt ("C")	63 watt (Ku) 30 watt ("C")	63 watt (Ku) 30 watt ("C")
Haces	3 subida y 5 de bajada (Ku y C)	Idem	Idem

- b. Los haces de los satélites PAS están contorneados sobre regiones de masa terrestre, asegurándose que la potencia no se disperse sobre las grandes áreas oceánicas no habitadas; suplementándose con "puntos calientes" en estratégicos centros poblados, con gran potencia, empleando antenas individuales de "feed horn", que aumentan los valores de EIRP (Potencia isotrópica radiada efectiva) y de G/T (Relación de ganancia/ruido de temperatura) y contribuyendo a reducir el peso del satélite con mayor confiabilidad del sistema.
- c. La capacidad de enlace cruzado, permite a los usuarios diseñar redes híbridas y costo-eficientes para satisfacer las necesidades particulares, tales como coordinar frecuencias, tamaño de estaciones terrenas y condiciones del clima en áreas específicas; que proveen no sólo mayor flexibilidad y conectividad sino también reducir los costos de la red al emplearse estaciones terrenas más pequeñas.

53 CENTRO DE CONTROL DE OPERACIONES DE RED PAN AM SAT.

- a. Los centros de control de operaciones de red de Pan Am Sat, tal como el localizado en HOME STEAD, FLORIDA; puede ser accesado las 24 horas del día durante todo el año.
- b. La conectividad a los satélites PAS está disponible a través de las estaciones maestras (Hub) desde las cuales, la coordinación de todas las comunicaciones de los usuarios es conducido.
- c. La administración de la red, la implementación y la programación están centralizadas por estos centros.

54. SERVICIOS QUE PROVEE PAN AM SAT.

a. Servicios de difusión (broadcast)

(1) Pan Am Sat ofrece los servicios sobre la base de capacidad dedicada (a tiempo completo, tiempo parcial), de acuerdo a tarifas acordadas con clientes y/o planes de acceso que satisfagan sus necesidades.

(a) A tiempo completo

Mediante contratos que cubren períodos de 5, 7 y 10 años ó más, garantizando acceso las 24 horas del día por dichos períodos.

(b) A tiempo parcial

Mediante contratos que cubren tiempo parcial para períodos desde un año o más.

(c) Ocasional. Para períodos menores a un año sea a tiempo completo o parcial.

(2) Aplicaciones a tiempo completo

Pan Am Sat ofrece a sus clientes opciones tales como acuerdos de alquiler de transpondedores de largo y corto período, compresión digital y programación flexible, para televisión, distribución de programas y radio digital.

(a) Difusión Televisiva (Ver **figura 55**)

Para crear o expandir redes de distribución de programas domésticos, regionales o globales, para que puedan ser recepcionados con antenas pequeñas, baratos y en el sitio.

(b) Distribución de programas

Para comercializadores de programas de Cable y Pay Per View, tanto mundial como regional mediante configuraciones punto a punto o punto a multipunto para cable MMDS, SMATV o antenas domésticas tan pequeñas como de 90 cms.

(c) Radio digital

Con una calidad de sonido estereo digital vía satélite con cobertura doméstica, regional o internacional.

(3) Aplicaciones a tiempo parcial

Pan Am Sat ofrece servicios punto a punto o punto a multipunto las 24 horas del día durante todo el año para cadena de noticias, sistemas de cable para hoteles, corporaciones o instituciones públicas o privadas para difusión interna de educación a distancia, que normalmente requieren contratos por períodos menores a 5 años.

(4) Aplicaciones ocasionales

(a) Eventos especiales

Tales como transmisión de Olimpiadas, campeonatos mundiales de futbol u otros eventos como conciertos o presentaciones especiales.

(b) Otras aplicaciones especializadas

Tales como conferencias de negocios, aplicaciones internas en corporaciones.

b. Servicios de Telecomunicaciones (Redes/Arquitecturas: Ver **figura 56**).

(1) Servicios Corporativos

Tanto para las redes de datos, voz, facsímil, video y correo electrónico, estableciendo antenas baratas y pequeñas en los lugares que las corporaciones quieran interconectar. Para aquellas corporaciones cuyos requerimientos deban ser mejor servidos se proporcionan telepuertos gateway.

(2) Aplicaciones IDS y DDS (International Data Service y Domestic Data Service)

(a) Transferencia de datos a baja y alta velocidad

(b) Conectividad en ruta delgada

(c) Interconexión de redes LAN/WAN

(d) Transmisión de datos punto a multipunto

(3) Servicios VSAT

Tanto de una o doble vía en las bandas Ku o C en cualquier configuración (malla, estrella, con hub en una vía para difundir datos, con hub punto a multipunto, o por asignación por demanda).

(4) Aplicaciones en Voz

Tales como servicios de conmutación, línea privada y telefonía rural y telefonía multi-ubicación; ofreciendo circuitos de voz desde 32 Kbps, circuitos digitales de 64 Kbps hasta E1 (2.04 Mbps).

c. Servicios Domésticos y Regionales

(1) Los haces de punto de Pan Am Sat pueden proveer servicios equivalentes a un satélite de comunicaciones dedicado para países de manera individual o agrupados, por una fracción del costo.

(2) Esta cobertura nacional o regional permite:

(a) Acceso a muchas poblaciones remotas

(b) Enlaces de comunicaciones para redes educativas a distancia

(c) Redes de negocios, gubernamentales y militares (voz, videoconferencia o datos)

(e) Recepción de TV directa a los hogares.

FIGURA 54

FIGURA 55

FIGURA 56

55. NUEVOS SATELITES PAN AM SAT (PAS 5/PAS 6/PAS 7/PAS 8/ PAS 9).

- a. El PAS-5 diseñado por Hughes(HS 601 HP) fue lanzado el 28 de Agosto de 1997 en un órbita de ubicación geoestacionaria de 58° WL (longitud oeste) con el vehículo lanzador Proton. Tiene polarización lineal. Su carga útil en banda C tiene 24 transpondedores de 36 Mhz de 50 Watts de salida sobre todo América, su carga útil en banda Ku tiene 24 transpondedores de 36 Mhz de 110/60 Watts de salida. Las frecuencias de trabajo son:
- (1) Banda C
 - (a) Subida : 5.925 - 6.425 Ghz
 - (b) Bajada : 3.700 - 4.200 Ghz

 - (2) Banda Ku
 - (a) Subida : 12.750 - 13.250 Ghz
14.000 - 14.250 Ghz
 - (b) Bajada : 10.70 - 10.95 Ghz
11.20 - 11.70 Ghz
- b. Los satélites del PAS-6 al PAS-9 están siendo lanzados desde 1998, previendo su culminación a fines del año 2000, lo que constituirá junto con el PAS-5 una nueva generación de satélites tipo HS 601 HP, con mayores performances que las anteriores generaciones.

CAPITULO 5

SISTEMA DE COMUNICACIONES PERSONALES MOVILES GLOBALES POR SATELITE (GMPCS)

Sección I. Introducción

56. ANTECEDENTES DE LAS COMUNICACIONES MOVILES PERSONALES

- a. El cambio radical de las telecomunicaciones en la última década está orientándose sobre las operaciones móviles en lugar de los lugares fijos, llegándose a estar más relacionados con la gente que con los lugares.
- b. La conexión entre las redes globales y los usuarios individuales, conocidos como "la milla final", ahora puede efectuarse a través de sistemas basados en satélites empleando terminales terrestres similares a los aparatos telefónicos celulares, en cuanto a su tamaño y operación.
- c. La dependencia en los sistemas de comunicaciones personales (PCS: Personal Communication Systems) se ha incrementado en el mundo, haciendo que los usuarios se desplacen hacia el uso de satélites y sus terminales terrestres que le proveen confiabilidad esencial.
- d. Los usuarios necesitan asegurarse que las comunicaciones estarán siempre disponibles, sin importar donde se encuentre el que llama. Esencialmente local y algunas veces incompatible, los sistemas celulares no pueden proporcionar esta seguridad sobre una base nacional y aún regional en nuestro país.
- e. El nuevo concepto "en cualquier lugar a cualquier hora" podrá ser realidad y satisfacer las necesidades de comunicaciones, sólo si emplean los sistemas satelitales.
- f. Hasta hace apenas un lustro, cuando una gran organización quería contar con una red satelital, ella tenía que construir la propia. Para esto, instalaban "terminales de apertura muy pequeña (VERY-SMALL-APERTURE TERMINAL o más conocidos como VSATs)" en todos los lugares por enlazar y contruían una gran estación terrena satelital que serviría como un terminal Central/maestro o también llamado HUB en su Cuartel General o centro neurológico de la organización.
- g. La arquitectura de la red expuesta en el párrafo anterior podía llegar a costar millones de dólares, pero si se comparaba con los cientos de terminales y los costos por servicio telefónico y la oportunidad de contar con el servicio disponible, todo esto en un período de años, la inversión podría justificarse. Si a ello se agregaba que al tener una red satelital propia se obtenía la ventaja sobre los competidores de controlar la entrega de mensajes.

- h. Hoy, sin embargo, el mercado de comunicaciones inalámbricos (celular, troncalizado, beepers, etc.) se ha expandido para casi todos los servicios conocidos y además ha posibilitado la introducción de otros

nuevos tanto para voz como para datos; lo que aceleró la introducción de los Sistemas Móviles Satelitales, donde ahora las compañías pequeñas e individuos puedan comprar un terminal de estos sistemas.

57. SISTEMAS MOVILES SATELITALES (SMS)

- a. Los SMS han simplificado la obtención de terminales para el establecimiento de las redes satelitales, haciéndolos accesibles, a casi cualquier persona por tan sólo unos cuantos cientos de dólares; sin necesidad de estar diseñando redes VSAT con la consiguiente pérdida de tiempo.
- b. En el Perú dos empresas (IRIDIUM y GLOBALSTAR) han empezado a comercializar los terminales de sus SMS, aunque aún no tienen la interconexión a los sistemas celulares de las empresas operadoras en el país (TELEFONICA y TELE-2000/BELL SOUTH) esto deberá producirse antes de finalizarse este año de 1999; constituyéndose así en un auténtico "Sistema de Comunicaciones Personales Móviles Globales por Satélite (GMPCS)".
- c. Conforme el mercado de los SMS's vaya creciendo, el costo por terminal irá reduciéndose, así como el costo estimado de cargo por minuto; lo que permitirá que cada vez existan más personas de medianos recursos económicos que podrán disfrutar de esta tecnología de PCS empleando SMS.
- d. Nuestro Ejército está interesado en los sistemas comerciales de PCS con SMS, debido a las razones principales siguientes:
 - (1) Son ideales para satisfacer las necesidades de "enlace en movimiento", en especial las establecidas más allá de la línea de vista.
 - (2) No se requiere realizar gastos en inversiones iniciales para contar con una red satelital propia, para enlazar lugares alejados y/o de difícil acceso.
 - (3) El tiempo de instalación y operación en situaciones críticas es bastante corto, en comparación con otros sistemas satelitales.
 - (4) Los potenciales oponentes tendrán también la posibilidad de contar con esta tecnología en su territorio, lo que le facilitará su comando y control.
 - (5) La tendencia a reducir los costos por terminal y cargo por minuto, hará posible que una mayor cantidad de líderes de escalones subordinados puedan estar interconectados directamente.
- e. El reducido tamaño del terminal (poco peso), su flexibilidad y su movilidad, hacen que los SMS puedan ofrecer a los combatientes una potencialidad sin precedentes en una situación de combate y apoyo de combate, así como facilitar enormemente la conducción, el comando y control de sus fuerzas a un líder militar.
- f. Los usuarios del SMS serán capaces de comunicarse con terminales pequeños (portátiles a la mano) tanto en voz como en datos. Por otro lado, el nivel de potencia que se requiere (0.2 watt aprox) es menor que el que se emplea en un teléfono celular.

- g. De una manera general, las características técnicas claves para incluir el empleo de los SMS en el Ejército son:
- (1) Niveles de potencia bajos para voz encriptada, datos, video y mensajes cortos mezclados de voz/datos/video.
 - (2) Anti-perturbación, baja probabilidad de interceptación y engaño electrónico y se niega la ubicación del usuario a fuerzas enemigas.
 - (3) Completamente interoperable con todos los celulares comerciales y sistemas celulares basados en satélites.
 - (4) Redes predefinidas establecidas sobre demanda empleando el discado de dos botones (discado veloz o abreviado).
 - (5) No existe interferencia mutua entre muchos terminales operando simultáneamente en proximidades cercanas.
 - (6) Posibilidad de reportar información sobre la ubicación del terminal.
 - (7) Totalmente móvil, interconectándose a estaciones bases sin necesidad de torres.
- h. En la Sección III de este capítulo se detalla y describen los principales operadores de SMS que actualmente vienen ofreciendo los servicios de telecomunicaciones alrededor del mundo.

58. ALTITUD DE LAS ORBITAS PARA LOS SMS

- a. Tradicionalmente las órbitas geosincrónicas a la tierra (GEO: Geosynchronous-earth-orbit) ha sido la más común para las comunicaciones satelitales. Sus características y descripción fueron tratados en capítulos anteriores, cabe recordar sin embargo que la altitud en que se posicionaban los satélites de manera fija en el espacio, hacía fácil para una estación terrena mantener una gran antena apuntando al satélite.
- b. Esta altitud de los satélites GEO's (35,000 Km aprox) le permiten cubrir aproximadamente la cuarta parte de la superficie de la tierra, requiriéndose sólo algunos satélites para tener comunicaciones globales. En cambio los satélites de órbita baja a la tierra (LEO: Low-earth-orbit) se ubican alrededor de los 1000 Km pero sólo cubren un círculo de 4800 Km aproximadamente de la superficie terrestre, por lo tanto requerirán muchos satélites y estaciones de control (gateway) terrestres para proveer una continua cobertura de la tierra.
- c. La característica que hace atractivo a los satélites LEO's para su empleo en PCS es su distancia o más precisamente su baja pérdida de señal en el enlace, que se ubica alrededor de los 156 dB, que comparado con los 187 dB de los satélites GEO's, lo hacen necesitar por lo menos 30 decibeles ó 1000 veces más de potencia que los LEO's (recuerde que 3dB de diferencia es dos veces (o la mitad) de potencia). Esta diferencia de potencia obliga a que los satélites GEO's deban tener mayor potencia en sus transmisiones o una mejor ganancia de antena o una combinación de ambos.
- d. Otra ventaja de los satélites LEO's que también se deriva de su altitud es su menor "tiempo de retardo" con respecto al que se demora en los GEO's (6.7 multiseundos en LEO y 240 ms en GEO); esto es

precisamente porque en los satélites GEO's la señal debe viajar 70,000 Km (ida y vuelta). A estos tiempos de retardo hay que agregarle el tiempo de procesamiento, que producen el molesto eco en las comunicaciones satelitales en los GEO's.

59. OPCIONES ORBITALES PARA LAS COMUNICACIONES PERSONALES GLOBALES

- a. Como se ha venido mencionando en esta sección el GMPCS está basado en constelaciones satelitales que se ubican en diferentes órbitas: GEO, MEO y LEO. Lo referente a los satélites GEO, ha sido tratado extensivamente en lo que va del manual y en esta sección se ha comenzado a compararlo con los LEO's en los que corresponde a las ventajas y desventajas que representan las altitudes de los satélites. A continuación se describirá brevemente las otras dos opciones orbitales (MEO y LEO) que se tienen para el GMPCS.
- b. Orbita terrestre mediana (MEO: Medium-earth orbit).
 - (1) Esta órbita se ubica en altitudes intermedias entre las GEO's y LEO's, es decir por encima de los 1000 Km pero por debajo de los 35,000 Km, normalmente alrededor de los 10,000 Km sobre la superficie terrestre. Esta órbita representa una ventaja con respecto a los LEO's en que cubre mayor superficie de "observación satelital", consecuentemente se requerirán de menos satélites para cubrir toda la superficie del globo terraqueo. Su órbita es no-geostacionaria.
 - (2) Los terminales terrestres para la constelación satelital en órbita MEO, podrán "ver" el satélite por un período prolongado de tiempo superior al de los LEO's. requiriéndose sólo algunas llamadas "hand-off" (de captura automática de señal de sincronización). Sin embargo, la mayor altitud determinará que los satélite necesiten mayor potencia de transmisión y mayor complejidad en su construcción y diseño.
 - (3) De una manera general los satélites en MEO y LEO son muy similares, de ahí que mucha literatura existente la traten como si fueran la misma tecnología satelital, diferenciándola solo por la altitud de la órbita.
- c. Orbita terrestre baja (LEO: Low-earth orbit).
 - (1) La aparición de la telefonía celular terrestre cambió las prácticas modernas de trabajo, haciendo que los ejecutivos y trabajadores en general se puedan desplazar más libremente, haciendo más fácil y expeditiva las tareas de coordinación y ejecución de labores diarias. Sin embargo la telefonía celular no podía solucionar dos problemas:
 - (a) Primero, que el usuario de un teléfono móvil solo se contactaba mientras estaba dentro de una "celda" telefónica móvil y en aquellos países cuyas redes celulares no proveían cobertura total, existían lugares donde el teléfono no trabajaba, particularmente en áreas remotas o de baja

- densidad poblacional. Esto era así, ya que no era económicamente factible (comercialmente) instalar equipamiento necesario para apoyar la red de cobertura total.
- (b) Segundo, que el "roaming" (internacional o local) no siempre es fácil acordarlo entre operadores de telefonía celular nacional y/o internacional, para establecer un "sistema móvil global" (GSM: Global System Movil).
- (2) Estas dos razones fundamentales lideraron el desarrollo del GMPCS, con el lanzamiento al espacio de nuevas constelaciones satelitales no-geoestacionarias en órbitas bajas (LEO), que ofrecen comunicaciones globales entre cualquier punto sin importar donde se ubicará el usuario en la superficie terrestre. Estos satélites se ubican en órbitas no-geoestacionarias entre 700 a 1500 km de la superficie terrestre.
 - (3) El desarrollo de satélites LEO tomó forma al lanzarse al espacio dos tipos principales de sistemas: el primero conocido genéricamente como satélites "pequeño LEO" que ofrecen una amplia variedad de servicios de textos y datos; el segundo conocido como "gran LEO" que ofrece a los usuarios voz global perfectamente y posibilidades de servicios de banda ancha y facsímil.
 - (4) La órbita no-geoestacionaria de ambos tipos significa que la posición de los satélites cambia en relación a la superficie del planeta. En operación, ellos formarán una constelación en movimiento, circulando el globo y relevando mensajes de llegada y salida entre los satélites y los usuarios; y/o entre estaciones terrenas.
 - (5) En general los satélites LEO's tendrán un período de vida útil muy corto, debido a que hay muchos de ellos orbitando (entre 24 a 66 satélites). Además debido a su poco peso y órbita baja, es más barato su lanzamiento y puesta en órbita, empleando pequeños cohetes en cada satélite.
 - (6) Ambos tipos de sistemas satelitales LEO's serán tratados en párrafos separados de esta sección para una mejor comprensión y explicación de su importancia y utilidad en la actualidad.

60. "PEQUEÑOS LEO"

- a. Es un satélite o constelación de satélites no-geoestacionarias que operan en órbita terrestre baja, proporcionando principalmente servicios móviles de datos. Es el primer sistema que entro en total operación a fines de 1998.

- b. Se les llama "pequeño LEO", debido a que los satélites son pequeños (alrededor de un metro cúbico) y pesan más o menos 100 Kgs y porque viajan en órbitas pequeñas respecto a los GEO's (700-1500 km).
- c. Actualmente muchas empresas u organizaciones se han propuesto proyectar el uso de estos satélites como sistema "bent pibe" (curvado) o sistema "store-and-foward" (almacena y sigue : paquetes X-25). En el primer caso el satélite repite los mensajes (información) directamente entre los usuarios; y el segundo caso el satélite recibe la información desde una estación terrestre, la almacena en una memoria a bordo, continua en su órbita y suelta la información a la siguiente estación terrestre apropiada o al usuario que la espera (protocolo de conmutación X-25).
- d. Los usuarios accederán al "pequeño LEO" empleando pequeñas unidades portátiles a la mano que pesan menos de 500 gramos, tienen poco consumo de potencia y cuentan con antenas omnidireccionales de pocos centímetros.
- e. Este sistema se concentrará en proveer servicios de datos, antes que manejar tráfico de voz en tiempo real. La clase de servicio que proporcionarán los pequeños LEO's es "mensajería" (que incluye correo electrónico, acceso limitado a Internet, paging bidireccional y facsímil).
- f. Otros mercados que podrían interesar a los pequeños LEO's son comunicaciones de datos remota, rastreo digital, monitoreo ambiental y control supervisor/Adquisición de datos (para el monitoreo de instalaciones aisladas tales como minas, refinerías petroleras, etc.)
- g. Los "pequeños LEO's" esperan conquistar el mercado del "manejo de datos", ofreciendo servicios rápidos y baratos; ya que técnicamente son menos sofisticados que los "grandes LEO's". Para empezar, hay menos satélites en la constelación, aliviando la complejidad inherente en los sistemas "grandes LEO's"; por otro lado el proceso de transferencia de datos no es tan demandado en tiempo real como la transferencia de voz, debido a que los datos pueden almacenarse en memoria las veces en que los recursos del sistema están saturados y pasarlos en los momentos que se libere.
- h. La transferencia o tráfico de voz en tiempo real, debe ser procesada casi instantáneamente, desde que los interfaces de la señal causan demoras inaceptables y/o fragmentación de la señal, que dan como resultado una pobre calidad de servicio; por lo tanto los grandes LEO's han debido incorporar en sus satélites tecnología para compensar esto. Para los pequeños LEO's esto no es necesario, de ahí que sus servicios puedan ser más baratos y pueden interesar a grandes corporaciones que enlazan a sus computadoras alrededor del mundo

61. "GRANDES LEO"

- a. Es un satélite o constelación de satélites no-geoestacionarias que operan en órbita terrestre baja, proporcionando principalmente servicios móviles telefónicos. Esta constelación estará moviéndose alrededor de la tierra recogiendo y repitiendo llamadas telefónicas de los usuarios desde alguna región, país, continente o algún otro lugar de la tierra, constituyéndose en una verdadera red telefónica global móvil.

- b. Comparado con los "pequeños LEO's", el costo de una llamada, al menos inicialmente, es muy probable que resulte prohibitiva para muchos usuarios, con excepción de las grandes corporaciones con una genuina necesidad de comunicaciones globales de voz instantáneas hacia áreas remotas a cualquier hora del día. De hecho el INMARSAT III viene proporcionando esta clase de servicio, sin embargo no tiene la capacidad de mantener la comunicación "en movimiento".
- c. Los "grandes LEO's" ofrecen voz en tiempo real en movimiento, conectando a personas en cualquier lugar de la tierra en cualquier tiempo del día. Además, el terminal de usuario tendrá la posibilidad de servicios de paging, transferencias de datos y facsímil.
- d. Aunque como se manifestó el costo de la llamada y tal vez el costo del terminal sea caro para una persona que tradicionalmente ha estado empleando un celular; históricamente el mercado de la telefonía móvil ha mostrado que conforme aumenta el volumen del tráfico (generado porque hay más usuarios) los costos del equipo y "tiempo en el aire" se reducen dramáticamente.
- e. Otras de las razones para desarrollar los "grandes LEO's", además de la de tener "comunicaciones en movimiento", fue que los tradicionales satélites GEO deben comunicarse con otro satélite directamente vía un enlace intersatelital o vía una estación terrena. Esto causa una demora por la complejidad del enrutamiento de la señal con tráfico de voz, que origina que se empleen en los satélites GEO sofisticadas técnicas de "cancelación de eco" (el eco es un efecto del tiempo de retardo en la conversación de dos partes que hacen una llamada). En cambio los satélites no-geoestacionarios pueden "ver" el mundo entero al mismo tiempo al moverse simultáneamente alrededor de la tierra en órbitas bajas que reducen el tiempo de retardo.
- f. Adicionalmente, la gran distancia de la tierra al satélite en GEO, hacían casi imposible desarrollar versiones de terminales portátiles, debido a la necesidad de grandes potencias para establecer comunicaciones de tipo personal como en los celulares.
- i. Todos estos factores integrados, hacen prever que el futuro de los sistemas GMPCS con los "grandes LEO's" será la proliferación de los servicios móviles de usuarios bajo un esquema común de conmutación, plan internacional de numeración y tarificación que será accesible al público en general.

Sección II. Principales Características Técnicas del GMPCS

62. ASIGNACION DE FRECUENCIAS PARA GMPCS

- a. Los terminales de los sistemas móviles satelitales tienen asignada la banda "L". Los "grandes LEO's" están entre 1610 a 1660.5 Mhz en

- enlace de subida (móvil a satélite) y entre 1525 a 1559 Mhz en enlace de bajada (satélite a móvil).
- b. Si se empleará enlace cruzado entre satélites deberá trabajarse en la banda Ka entre 22.55 a 23.55 Ghz.
 - c. Los "pequeños LEO's tienen asignada las frecuencias entre 148 a 150 Mhz para enlace de subida; y entre 137 a 138 Mhz más 400.15 a 401 Mhz para el enlace de bajada.
 - d. Como se puede apreciar hay una muy limitada disponibilidad de ancho de banda para todos los portadores (suministradores de satélites) y para los potenciales millones de terminales de usuarios.
 - e. Si cada una de ellos tratara de emplear la subbanda entera, la probabilidad de interferencia sería bastante alta. De ahí que inicialmente los portadores han creado acuerdos informales entre ellos mismos para repartirse el espectro disponible, hasta que se llegue a acuerdos definitivos dentro del marco de la UIT.
 - f. Actualmente para los enlaces de bajada ya se vienen empleando frecuencias en la banda Ka ó de 6700 a 7075 Mhz para la operación del satélite y de subida entre 5090 a 5250 Mhz. Para el terminal se ha acordado que se puede emplear para frecuencia de bajada entre 2170 a 2500 Mhz para los LEO's y MEO's (Banda "S").
 - g. En el Perú, de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 250 MTC/15.19 de 1997 (Plan Nacional de Atribución de frecuencias): "Las bandas de 1610-1626.5 Mhz y 2483.5 - 2500 Mhz están destinados para el servicio público por satélite que utilice satélites de órbita terrestre baja".

63. TIPOS DE SISTEMAS GMPCS

- a. Resulta dificultoso tipificar los existentes sistemas satelitales de GMPCS, sin embargo se empleará los servicios de voz y data como una tipificación primaria:
 - (1) Sistema satelitales de órbita no-geoestacionaria baja (LEO's) con cobertura regional o global que permiten servicios móviles de comunicación de banda angosta, excluyendo voz.
 - (2) Sistemas satelitales de órbitas no-geoestacionarias medias y bajas (MEO's y LEO's) que permiten servicios móviles de banda angosta incluyendo voz y trasmisión de datos a baja velocidad.
 - (3) Sistemas satelitales de órbitas no-geoestacionarias bajas (LEO's) que permiten servicio de multimedia de banda ancha fijos o móviles.
- b. Los sistemas de voz emplean un "vocoder" para digitalizar y reducir la voz a 2,400 - 4,800 bps para la transmisión de la conversación en tiempo real. Los sistemas de datos están en un rango de baja a alta velocidad (600 bps a 12 Mbps) y no requieren conversación de voz en tiempo real.
- c. Todos los tipos de sistemas emplean terminales portátiles a la mano, con pequeñas antenas omnidireccionales.

64. COBERTURA DE LOS SISTEMAS GMPCS Y LLAMADAS "HAND-OFF"

- a. Los sistemas GMPCS funcionan de manera similar al sistema celular es decir por áreas de cobertura, donde los satélites hacen las veces de estaciones base formando celdas, con la particularidad que los satélites están girando más rápido que la rotación terrestre y dependiendo de la cantidad de satélites que constituyen cada constelación, para un sector dado de la tierra, se puede producir que cada cinco minutos este pasando un satélite.
- b. Si los satélites no tienen conexiones entre ellos, entonces toda la conmutación de circuitos debe tener lugar en una estación terrena. Para un sistema LEO y en menor extensión para los MEO's, habrán muchas estaciones terrenas de vías de salida ("gateway") alrededor del mundo, de tal manera que un satélite pueda conectarse a una nueva estación terrena conforme su cobertura se mueva (foot print).
- c. El tiempo promedio de conexión del satélite registrado, será la duración en que él será visto desde una estación terrena particular. Si una llamada está en progreso conforme el satélite se mueve fuera de la vista de un "gateway", dicha llamada tendrá que ser tomada por otros gateway o bajada, de manera similar a como sucede en un sistema celular.
- d. Los "pequeños LEO's cuenta con equipos de conmutación de paquetes (store - and - forward) en el satélite y con terminales, que pueden mantener o almacenar mensajes hasta que la siguiente "gateway" o un "gateway" particular este a la vista. Por eso es que los "pequeños LEO's necesitan menos satélites y menos estaciones terrenas "gateway" que los "grandes LEO's para proveer acceso todo - tiempo y llamadas hand-offs.
- e. Por otro lado los terminales de los sistemas GMPCS pueden ampliar su cobertura funcionando de modo dual, pues cuando se encuentran en una zona que tiene cobertura de una red celular con la cual un sistema dado tiene convenio de "roaming", la llamada se realizará usando dicha red; y cuando el terminal está en movimiento y sale de la cobertura celular se conecta automáticamente con la red móvil satelital.

65. ARQUITECTURA DE UNA RED GMPCS

- a. De manera general un sistema GMPCS está compuesto por:
 - (1) Constelación de satélites (LEO's ó MEO's).
 - (2) Estaciones de acceso ("gateways")
 - (3) Estaciones de control
 - (4) Terminales de usuario
 - (5) Interfaces de interconexión con redes existentes.
- b. La cantidad de satélites en una constelación es variable, dependiendo del operador y del tipo de servicio y pueden ser de unos pocos como 10 satélites hasta varias decenas. Igualmente pueden estar orbitando en varios planos e inclinaciones, con períodos orbitales de aproximadamente 100 minutos. Los períodos de vida útil también serán variables entre 5 a 8 años para los LEO's, y hasta 15 ó más años para

los MEO's, dependiendo de la "carga útil" en combustible y peso a bordo.

- c. Las estaciones de acceso (gateway) sirven como interfase, entre la constelación de satélites y las redes de telefonía pública conmutada, permitiendo la comunicación de los teléfonos móviles satelitales con otros teléfonos (fijos o móviles). Estos gateway están ubicados en regiones estratégicas alrededor del mundo.
- d. Las estaciones de control, administran la constelación de satélites, supervisan su funcionamiento, controlan sus órbitas y proveen servicios de telemetría y comando para la constelación. Los satélites transmiten continuamente datos de telemetría que permiten un reporte en tiempo real del estado actual del satélite. Estas estaciones también controlan la distribución de los recursos del satélite para cada gateway.
- e. Los terminales de usuario pueden ser fijos, móviles vehiculares o portátiles a la mano; pudiendo trabajar de modo único, modo dual (satelital/celular) y modo triple (satelital/celular digital/celular analógico). Cada terminal tendrá asignado un número, que de acuerdo a la recomendación de la UIT-T E.164 tendrá la estructura siguiente:
 - CC (Indicativo de país para SMS: 3 cifras)
 - GSN (Número de abonado móvil: máximo 12 cifras)

66. SEGURIDAD EN LOS SISTEMAS GMPCS

- a. Desde el punto de vista militar, los sistemas comerciales de GMPCS no son sistemas de comunicaciones seguros, aunque la tecnología CDMA por definición debería proveer una seguridad en el procesamiento de la señal.
- b. Si se deseara que la transmisión de voz sea considerada segura, un usuario tendrá que emplear un terminal especial o un adaptador para el terminal normal que le codifique o encripte su voz.
- c. En general, los enlaces de voz son digitales y emplean vocoders de 4800 ó 2400 bps. Estos vocoders toman la señal de voz (analógica) y la convierten a formato digital. Para usar un aparato de encriptado, se debe interceptar el "tren de bits" entre el vocoder y el transmisor sin interferir con el canal de señalización.
- d. Algunos fabricantes ya han desarrollado terminales con encriptado para clientes especiales de gobierno o de grandes corporaciones comerciales.

Sección III. Principales Operadores de SMS

67. CUADRO COMPARATIVO DE PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE OPERADORES DE SMS (Sistema Móvil Satelital)

a. A continuación a manera de introducción se presenta una relación de todos los operadores conocidos de SMS que están operando u operarán en el mundo, tanto en órbitas MEO como LEO, en párrafos subsiguientes se describirá con más detalle algunos de ellos:

Nº	Nombre del operador/ sistema	Tipo de Orbita	Cant de Satélite	Cant de Planos	Angulo Inclina.	Período vida/útil	Frec Gatew.	Acces	Tipo de Servicios
01.	IRIDIUM	Gran LEO	66 (12 spares)	6	86.4°	5 años	Ka	TDMA	Voz,datos fax,paging, RDSS
02.	GLOBALSTAR	Gran LEO	48 (8 spares)	8	52°	7.5 años	C	CDMA	Voz,datos fax,paging, GPS,RDSS
03.	KOSKON (POLYOT)	Gran LEO	32	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Voz,datos fax,paging
04.	ECCO (Constelac/TELEBRAS)	Gran LEO	46	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Voz,data fax,paging
05.	CCI - ARIES	Gran LEO	48	4	90°	N/D	C	CDMA	Voz,data,fax
06.	ELLIPSO-ELLIPSAT	LEO/MEO ELIPTICA/ CIRCULA.	15 Elip 9 Circ.	3	63.4°	N/D	C	CDMA	Voz,data, fax,paging, RDSS
07.	E - SAT	Peq´ LEO	6	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Datos
08.	ORBCOMM	Peq´ LEO	36	4	45.2°	5 años	148 - 150.05 Mhz	FDMA	Datos, paging, 2 vias
09.	FAISAT(Final Analysis)	Peq´ LEO	26	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Datos, correo elect, paging, voz
10.	VITA Sat (VITA)	Peq´ LEO	2	Polar	N/D	7 años	VHF UHF	FDMA	Datos
11.	CTA (GEM net)	Peq´ LEO	38	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Datos
12.	GE Starsys	Peq´ LEO	24	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Data,mensj
13.	LEO One USA	Peq´ LEO	48	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Datos
14.	Teledesic	LEO Broadband	840	21	N/D	N/D	Ka	FDMA/ TDMA	Servicios banda ancha
15.	M-Star (Motorola)	LEO Broadband	72	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	Servicio banda ancha
16.	ODYSSEY	MEO	12	3	52°	15 años	Ka	CDMA	voz,datos, fax,paging, ubic posici serv mensaj cortos
17	ICO	MEO	10	N/D	N/D	N/D	N/D		Voz.datos paging,fax

- b. En este cuadro comparativo se han considerado a todos los sistemas actuales y proyectados para total operación en los próximos 5 años, tales como GEM net, LEO One USA, M-star, ECCO, ICO, Odyssey, Teledesic entre otros.

68. GLOBALSTAR (GRAN LEO)

- a. Globalstar es un consorcio de compañías internacionales de telecomunicaciones, que se constituyó en 1991 en San Jose, California. Fue fundado por Local Space and Communications Limited y QUALCOMM Incorporated, como principales accionistas además de otras diez (10) empresas entre proveedores de servicios de telecomunicaciones y fabricantes de equipos. En 1994 Globalstar se asocia con TE.SA.M (Sociedad integrada por France Telecom en un 51% y por ALCA TEL en un 49%), para conformar un consorcio de compañías internacionales para continuar con el desarrollo de Globalstar.
- b. Este consorcio diseñó y construyó 56 satélites LEO para proveer y acomodarse al rápido crecimiento de la industria telefónica móvil. Cuarenta y ocho (48) satélites han sido puestos en servicio con los restantes remanentes sirviendo como "backup". El primer satélite se lanzó en 1997, previéndose culminar en 1999 con toda la constelación de satélites en el espacio.
- c. El sistema Globalstar proporcionará comunicaciones digitales móviles ofreciendo los servicios de voz, datos, facsímil, roaming y ubicación de posiciones a cualquier parte del globo terrestre, a un costo estimado por minuto que variará entre 35 a 53 centavos de dólar (venta total) dependiendo del país. El sistema ha sido diseñado para que se integre a los sistemas de telecomunicaciones terrestres existentes (telefonía fija local, telefonía celular, etc.).
- d. El segmento espacial de Globalstar
 - (1) Los cuarenta y ocho (48) satélites que comprenden esta constelación estarán ubicados en órbitas LEO's y son del tipo grande para permitir los servicios de voz ofertados. Los múltiples satélites proporcionan cobertura global con reducido desvanecimiento y bloqueo de Teñemática, eliminando el eco en los terminales y permitiendo que estos sean pequeños y de bajo consumo de potencia similares a los teléfonos celulares. (Ver **figuras 57 y 58**)
 - (2) Los satélites se ubican a una altitud de 1414 km sobre la superficie terrestre y tienen un período de rotación de 114 minutos por órbita. El peso de cada satélite es de 450 kg aproximadamente y requiere de 1100 vatios de potencia para su operación normal. (Ver **figura 59**).

FIGURA 57

FIGURA 58

FIGURA 59

- (3) Las frecuencias en que trabajan los satélites son las siguientes:
 - (a) Para enlace de bajada con los gateway (Tx) : banda C (6700 - 7075 Mhz)
 - (b) Para enlace de subida hacia el satélite (Rx) : banda C (5091 - 5250 Mhz)
 - (c) Para enlace de subida terminal satélite (Rx) : banda L (1610 - 1626.5 Mhz)
 - (d) Para enlace de bajada sat-terminal (Tx) : banda S (2483.5 - 2500 Mhz)
 - (4) Cada satélite tiene 16 haces dirigidos y puede manejar hasta 3000 circuitos de voz. La modulación es QPSK espectro ampliado (spread spectrum) y el tiempo conexión de satélite es de 10 a 12 minutos.
 - (5) El tipo de transpondedor que emplean es "bent pipe" con un diámetro de "foot print" de 5850 km. El tiempo de visibilidad de satélite es de 16.4 minutos.
- e. Segmento terrestre: Estaciones de acceso ("gateway")
- (1) Para el sistema Globalstar se ha previsto instalar entre 50 a 100 gateway y que cada uno de ellos atienda una zona de hasta 3000 Km de diámetro. (Ver **figuras 60, 61 y 62**)
 - (2) En función de la configuración cada gateway usa de 3 a 5 antenas de 5.5 de diámetro.
 - (3) Los gateway permiten conectar la constelación de satélites a los equipos de conmutación con base a tierra públicos y a los proveedores de servicios de telecomunicaciones celulares.
 - (4) Cada gateway puede comunicarse simultáneamente hasta con 3 satélites. Algunos gateway administran la red entera para monitoreo de llamadas y rendimiento del satélite.
- f. Segmento del usuario : Terminales
- (1) Globalstar cuenta con una variedad de terminales de usuario, desde estaciones fijas hasta unidades portátiles a la mano, sin dejar de mencionar a las unidades móviles.(Ver **figuras 63, 64, y 65**)
 - (2) Los terminales portátiles son similares a los teléfonos celulares y operan de modo dual: pueden conmutar la comunicación tanto para celular como para satelital, dependiendo de la disponibilidad del área de cobertura celular.
 - (3) Los terminales de globalstar transmiten datos a 9600 bps que permite soportar servicios tales como correo electrónico y paging si estos cuentan con los interfaces apropiados.
 - (4) Los servicios de determinación de la posición pueden dar la ubicación dentro de los 300 metros, debido a su posibilidad de roaming.

FIGURA 60

FIGURA 61

Figura 62

Figura 63

FIGURA 64 Y 65

g. El sistema Globalstar es un ejemplo de servicio que tiene enorme valor potencial para un combatiente debido a la variedad de misiones y escenarios en que debe actuar y en que se necesita estar comunicado en todo momento:

- (1) La flexibilidad y la movilidad del sistema es ideal para un soldado quien ya lleva bastante carga en el combate.
- (2) La interoperatividad creciente de esta tecnología, permite que sea considerada para su integración no sólo a redes públicas de telefonía fija o móvil celular, sino a redes propias militares.
- (3) Los terminales pueden ser encriptados para proteger la información o pueden modificarse para enfrentar los requerimientos de combate tales como soportar la inmersión por períodos largos, las variaciones de temperatura y los golpes.
- (4) Se puede contar con gateways transportables en cabinas/vehículos que podría dar seguridad al sistema, tener la posibilidad de distribuir y priorizar servicios de comunicaciones de acuerdo a situaciones de combate.
- (5) Se puede obtener uno o más canales comerciales para dedicarlos a uso militar, proveyéndoles con el equivalente a un código del área único y proporcionando comunicaciones instantáneas para aquellos escalones militares que deben interconectarse.

h. Globalstar en el Perú (Ver **figura 66**).

- (1) Con Resolución Ministerial 311-48 MTC/15.03 del 16 JUL 1998 la empresa TE.SA.M PERU obtuvo la concesión para la explotación del servicio Móvil por Satélite y el Servicio Telefónico en la modalidad de Teléfonos Públicos.
- (2) Esta empresa obtuvo el permiso de instalación de un gateway que se ubica en LURIN, que posibilitará una cobertura terrestre en un diámetro de 3000 Km, abarcando todo el territorio del país, norte de Chile y Argentina, el 50% del territorio boliviano, todo el territorio ecuatoriano y parte sur de Colombia y parte oeste del Brasil (Ver **figura 67**).
- (3) La ubicación de este gateway, posibilitará instalar tres antenas en dicho lugar para la captura simultánea de hasta tres satélites que iluminarán al país durante más del 90% del tiempo, lo que asegurará una cobertura satelital apropiado para los servicios de telecomunicaciones, con un alto grado de confiabilidad.
- (4) Las **figuras 68 al 71** tratan de graficar algunas de las ventajas y oportunidades que ofrecerá el servicio Globalstar en el Perú.

i. Mayor información sobre Globalstar puede obtenerse a través de Space Systems/Local Ins en el homepage: www.ssloral.com.

FIGURA 66

FIGURA 67

FIGURA 68

FIGURA 69

FIGURA 70

FIGURA 71

69. IRIDIUM (GRAN LEO)

- a. El sistema Iridium ha sido desarrollado, fundado y es propiedad de un consorcio global de compañías industriales y líderes en telecomunicaciones que toman el nombre de Iridium LLC. Este consorcio reveló en 1990 el nuevo concepto de las comunicaciones personales globales, en una conferencia de prensa simultánea en Pekín, Londres, Melbourne y Nueva York, señalando que se basaría en el lanzamiento de una constelación de 66 satélites en órbita baja (LEO's) a partir de 1996, para proporcionar servicios comerciales de voz, datos, paging, facsímil y mensajería. Los terminales terrestres y los satélites están siendo fabricados por Motorola Inc.
- b. En Diciembre de 1996 fue lanzado el primer satélite y ya en 1997, los miembros del consejo ejecutivo de Iridium recibieron el primer mensaje de un buscapersonas Iridium transmitido a través de los satélites que estaban en órbita. En 1998 se culminó con el lanzamiento de todos los satélites del sistema.
- c. El segmento espacial de Iridium
 - (1) Los sesenta y seis (66) satélites que comprenden esta constelación están ubicados en órbitas LEO's y son del tipo grande para permitir los servicios ofrecidos.
 - (2) A diferencia de Globalstar, el sistema Iridium actúa como un repetidor celular en el espacio:
 - (a) Sus satélites tienen la capacidad de comunicarse entre ellos, a través de enlaces cruzados (crosslinks) hacia otros cuatro satélites entre las frecuencias de 22.55 Ghz a 23.55 Ghz.
 - (b) Esta peculiar característica permite que toda la infraestructura se ubique a bordo de los satélites, sin necesidad que la información y la voz tenga que estar bajando a tierra para llegar a su destino, sino que viaja de satélite a satélite.
 - (c) Su poca o nula dependencia de las instalaciones terrestres para las comunicaciones, la hacen ideal para que se pueda emplear en situaciones de crisis políticas (guerras, conflictos), de desastres naturales en la superficie para operaciones de rescate o en lugares donde el servicio telefónico local es escaso o no es confiable.
 - (d) Los cuatro satélites con que se enlazan los demás satélites proveen cobertura global y enlace de bajada hace un gateway terrestre de Iridium.
 - (3) Los satélites se ubican a una altitud de 780 Km sobre la superficie terrestre y tienen un período de rotación orbital de 100 minutos con 28 segundos. El peso de cada satélite es de 700 Kg con una dimensión de un metro cúbico aproximadamente. (Ver **figura 72**)

FIGURA 72

- (4) Las frecuencias en que trabajan los satélites son las siguientes:
 - (a) Enlaces satélite-teléfono/beeper: banda L (1616 - 1626.5 Mhz)
 - (b) Enlaces satélite-seg terrestre: banda Ka (bajada: 19.4-19.6 Ghz (gateway) subida: 29.1-29.3 Ghz)
 - (c) Enlaces entre satélites: banda Ka (23.18 - 23.38 Ghz)
- (5) Las antenas de cada satélite proyectan puntos luminosos (foot print) sobre la superficie de la tierra de 4,700 Km de diámetro. Hay 48 haces dirigidos (por satélite), que le dan una alta calidad a la señal y un eficiente empleo del espectro, pudiendo cada haz apoyar un máximo de 236 usuarios simultáneamente.
- (6) Cada satélite puede manejar hasta 1100 circuitos de voz. La modulación es QPSK y el tiempo de conexión de satélite es de 9 minutos. La potencia que requiere cada satélite es de 1400 watts.
- (7) El tipo de transpondedor que emplean es de procesamiento. El tiempo de visibilidad de satélite es de 11.1 minutos.
- (8) Ver **figura 73**.

d. El segmento terrestre (gateway)

- (1) Localizado en regiones claves del mundo, las estaciones de acceso (gateway) de Iridium, interconectan la constelación satelital a las redes telefónicas públicas conmutadas. En América se ubican en Brasil, México y Estados Unidos. (Ver **figura 74**).
- (2) Las instalaciones de control terrestre constantemente monitorean los satélites Iridium y realizan los ajustes necesarios para asegurarse que el sistema este trabajando correctamente.

e. El segmento del usuario: Terminales

- (1) Iridium tiene desarrollado terminales pequeños de bolsillo, con los cuales un usuario se puede comunicar directamente tanto a la red celular terrestre como a la red satelital de Iridium debido a su capacidad de modo dual.
- (2) La transmisión de voz y data es a 2400 bps con calidad de sonido digital y sin retardos en la señal (eco).
- (3) Los teléfonos Iridium emplean un sólo número para cualquier lugar de la tierra, con posibilidades de hacer roaming automático con las principales redes celulares del mundo.
- (4) Los aparatos de busca personas (beepers) también son de bolsillo y pueden recibir mensajes alfanuméricos. Emplea una pila desechable normal con una vida útil aproximada de un mes.

f. Mayor información sobre Iridium puede conseguirse en: www.iridium.com.

FIGURA 73

FIGURA 74

70. COMPARACION DE LOS GRANDES LEO's (GLOBALSTAR VERSUS IRIDIUM)

- a. Los satélites de Iridium son más "inteligentes" y en mayor número que los de Globalstar, lo que significa que los primeros tienen más capacidades (66 satélites interconectados versus 48 que depende de muchos gateway).
- b. El costo total del sistema para Iridium es casi dos veces más que el Globalstar, pero obtiene poco para tanto dinero, comparado con lo barato y eficiente sistema que consigue el segundo (4 billones versus casi 2 billones de dólares).
- c. El costo del terminal de Globalstar es de casi tres veces menor que el de Iridium (750 dólares versus 2500 a 3000 dólares).
- d. El cargo por minuto de "tiempo en el aire" de Globalstar es de aproximadamente 50 centavos de dólar contra los casi 3 dólares que costara el minuto en Iridium.
- e. Aunque los satélites de Iridium son más inteligentes que los de Globalstar, estos últimos tienen la ventaja que evitan las complejas conexiones intersatelitales y emplean la infraestructura colocada en tierra.
- f. El empleo de la tecnología CDMA para Globalstar brinda también ventajas sobre Iridium que emplea TDMA:
 - (a) El TDMA requiere asignación exclusiva del espectro que restringe su reuso en celdas cercanas, ofreciendo menos capacidad que el CDMA.
 - (b) El CDMA es una forma de comunicaciones de espectro ampliado que diferencia las Teñemática por un código disperso permitiendo el uso de las mismas frecuencias todo el tiempo en cualquier lugar.
 - (c) El TDMA puede "ver" solo una señal satelital a la vez, en cambio del CDMA tiene diversidad de enlaces empleando receptores de barrido que pueden combinar un número de Teñemática débiles y convertirlas en serie ininteligibles.
- g. Iridium emplea más potencia en sus satélites que el Globalstar, pero lo hace con la doble finalidad de mejorar la calidad de la señal y compensar la limitación del TDMA que sólo puede manejar una frecuencia a la vez.
- h. A pesar que Iridium tiene más potencia en los satélites, sus terminales requieren antenas más grandes que los que necesitan los de Globalstar (3 pulgadas de Globalstar versus 6'' de Iridium).
- i. El período de vida útil de Globalstar es superior al de Iridium (7.5 años versus 5 años).
- j. Las **figuras 75 al 77** muestran el enrutamiento de llamadas de IRIDIUM y Globalstar, como factores a comparar.

FIGURA 75

FIGURA 76

FIGURA 77

71. ODYSSEY (CONSTELACION MEO)

- a. El sistema Odyssey fue el tercer sistema Móvil Satelital (SMS) que obtuvo licencia de la FCC para operar en los Estados Unidos (1995), conseguido a través de portadores celulares.
- b. TRW Inc (Fabricante de Odyssey) y Teleglobe Inc son los principales fundadores de Odyssey Telecommunications International Inc. La primera de ellas es un líder global en sistemas avanzados electrónicos y espaciales que ha construido y lanzado más de 185 satélites, muchos de ellos en actual uso. La segunda es una compañía canadiense y uno de los primeros operadores de telecomunicaciones intercontinentales en Estados Unidos.
- c. Odyssey es un sistema de comunicaciones móviles satelitales que para el año 2000 proveerá a suscriptores enlaces convenientes, efectivos y consistentes, con comunicaciones personales en teléfonos de bolsillo con estaciones inalámbricas fijos a precios similares a los teléfonos celulares, estimado en 65 centavos de dólar por minuto para cualquier servicio de voz, datos, facsímil y paging.
- d. El segmento espacial de Odyssey
 - (1) La constelación de satélites de Odyssey estará conformada por doce (12) satélites en órbita MEO alrededor de los 10,354 kms sobre la superficie terrestre, con un período orbital de 6 horas, en tres (03) planos y con una inclinación de 52°. (Ver **figura 78**).
 - (2) El peso de cada satélite será de 1917 kgs y tendrá un período de vida útil de 15 años. Cada satélite puede cubrir cerca de la cuarta parte de la superficie terrestre y evitar las demoras de la señal que son inherentes a los satélites GEO (aproximadamente el retardo es de 66.7 milisegundos con una pérdida de 176 dB).
 - (3) Cada satélite lleva como parte de su carga útil un transpondedor del tipo "bent pipe" y cuenta con 37 haces dirigidos. Puede manejar entre 3000 a 9500 circuitos de voz por satélite. El tiempo de conexión del satélite es de 1 a 2 horas ("en vista").
 - (4) El diámetro de footprint es de 10,540 km. El tiempo de visibilidad de satélite es de 94.5 minutos. La modulación es QPSK de espectro ampliado con multiacceso de tecnología CDMA.
 - (5) La configuración de la constelación asegura que al menos dos satélites estarán "en vista" todo el tiempo proporcionando la flexibilidad y confiabilidad de una cobertura satelital dual y doblar la capacidad del servicio para los usuarios mayores.
- e. El segmento terrestre de Odyssey
 - (1) Los gateways de Odyssey lo constituyen siete (07) estaciones terrenas, todos ellos altamente automatizadas.
 - (2) Debido a la arquitectura del sistema, estas estaciones emplearán hardware y software menos complejos, a pesar que todo el procesamiento se llevará en ellos.

FIGURA 78

- (3) El resultado de esta arquitectura significará que la reparación, el mantenimiento y las mejoras serán más fáciles de administrar. Así mismo redundará en la reducción de los costos de operación que será también en beneficio de los suscriptores de Odyssey.
 - (4) Habrá un centro de operaciones del sistema y un centro como reserva (backup).
- f. El segmento del usuario
- (1) Los teléfonos en el sistema Odyssey son de modo dual; compatible con el servicio de telefonía celular local y con los sistemas satelitales Odyssey.
 - (2) La recepción de voz en los teléfonos será de alta calidad e inteligibilidad, debido a que la altitud de los satélites MEO y la no necesidad de enlaces cruzados intersatelital, el retardo de voz y el eco no serán aparentes en ellos.
 - (3) El empleo del espectro ampliado y de la tecnología CDMA asegurará a los usuarios la privacidad de sus comunicaciones.
- g. Información adicional sobre el sistema Odyssey puede obtenerse de la page web: www.trw.com

72. TELEDESIC (LEO BANDA ANCHA)

- a. TELEDESIC LLC es una red de datos satelital creada por dos principales líderes de sistemas de Información de los Estados Unidos: Microsoft's Bill Gates y Mc Caw Cellular's Craig Mc Caw; para ofrecer a sus usuarios conectividad de datos de banda ancha virtualmente en cualquier parte del planeta. La compañía Boeing que tendría 10% de la propiedad de Teledesic; diseñará, construirá y lanzará toda la constelación satelital.
- b. El esfuerzo de esta unión estará orientado a "consumar el matrimonio de las computadoras y las comunicaciones" proporcionando enlaces de alta velocidad y capacidad de fibra óptica, para manejar la creciente cantidad de datos que están copando los sistemas de comunicaciones terrestres. Esta red de datos estará basada en una constelación de 840 satélites, circulando el globo terraqueo en órbitas LEO's. Se estima que para el 2002 entrará en operación con 288 satélites.
- c. Cuando entre en total operación, TELEDESIC estará cubriendo el 95% del territorio terrestre, que podrá tener acceso de banda ancha de dos vías para datos, desde donde se podrá discar de una red de área local (LAN) hacia Internet. La filosofía detrás de ésta "Internet en el cielo", es proveer acceso de banda ancha con calidad de fibra óptica, durante las 24 horas del día.
- d. Teledesic, recibió la aprobación para la asignación de frecuencia adicional de la UIT en 1996 y de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (WRC: World Radio-communications Conference) en 1997. Esta empresa, en la actualidad, además de contar con los 400 Mhz de espectro que la WRC autorizó en 1995 para ser empleados en los sistemas de satélite de órbita fija no-geoestacionaria en banda de 19

Ghz y 29 Ghz, tendrá 100 Mhz adicionales en las bandas de 18.8 a 19.3 Ghz y de 28.5 a 29.1 Ghz.

e. El segmento espacial de Teledesic

- (1) La constelación de Teledesic tiene proyectado poner en órbita hasta un total de 840 satélites más 84 de reserva en 21 planos orbitales, con una etapa en operación en el 2002 de 288 satélites en 12 planos orbitales diferentes. El primer lanzamiento está previsto para el 2001.
- (2) Cada satélite operará por debajo de los 1400 km de altitud en órbita LEO (aprox en los 700 km). El peso de cada satélite es de aproximadamente 1700 libras. Las antenas tendrán un tamaño de alrededor de 66 centímetros.
- (3) Las antenas podrán proporcionar hasta 64 Mbps en enlace de bajada y 2 Mbps para enlace de subida. La frecuencia de trabajo para enlace de bajada será entre 18.8 y 19.3 Ghz y para enlace de subida entre 28.6 Ghz y 29.1 Ghz.
- (4) Un problema que podrían presentar las frecuencias de trabajo de Teledesic son la absorción por agua (humedad o rocío en el aire). Otros problemas que podría presentarse son:
 - la probabilidad de fallas en el lanzamiento de tantos satélites en pocos meses;
 - la probabilidad que tantos satélites en órbita puedan chocar en el espacio por fallas en sus velocidades de rotación.
- (5) Aunque Teledesic también se ve afectado por el empleo de la tecnología TDMA (al igual que Iridium), su capacidad de velocidad hasta E1 (16 kbps a 2048 Mbps) podría compensarse con 10,000 veces más ancho de banda y con un bit de tasa de error que puede acomodarse al nuevo estándar para fibra óptica tal como SONET-ATM (synchronous optical network/asynchronous transfer mode) que envía paquetes sin retransmisión.
- (6) Teledesic buscará ganar economía de escala a través de lanzamiento de tantos pequeños "pájaros" (satélites) como sea posible, para conformar una red malla con pares de satélites iguales separados en nodos iguales para establecer una arquitectura cupular. Al distribuirse las responsabilidades del sistema entre los 840 satélites autónomos, se minimizan los requerimientos tales como: procesamiento de mensajes y potencia empleada por cada uno. Al construirse redundancia en toda la constelación; antes que en cada satélite, la confiabilidad y protección será más alta a la vez que se reducen los costos individuales y complejidad del satélite.
- (7) Los satélites de Teledesic están diseñados para ser lanzados en grupos de ocho (08) o más, a través del trasbordador espacial o por cohetes. Orbital Sciences, ha desarrollado un método de bajo costo para lanzar grupos de LEO's desde un trasbordador.
- (8) Los enlaces satélites-tierra de Teledesic no sufrirán degradación por las lluvias, debido a que los satélites operarán por encima del ángulo vertical mínimo (40°) sobre el horizonte, reduciéndose de

esta manera la porción del enlace expuesto al agua a niveles manejables.

- (9) La constelación satelital de Teledesic, espera tener un período de vida útil alrededor de 10 años.

f. El segmento terrestre de Teledesic

- (1) Los centros de control de red con base a tierra de Teledesic contarán con lo último en sistemas de control de hardware y software, que le permitirá administrar el acceso a la red y la información sobre facturación u otros servicios a los usuarios.
- (2) Los gateways de Teledesic es otro elemento mayor del segmento terrestre, que interconectará los satélites a las redes públicas.
- (3) La cantidad de gateways y de centros de control aún no ha sido determinada. Los planificadores del sistema Teledesic piensan que las facilidades (instalaciones) de gateways deben ser considerablemente descentralizados y difusas, en lugar de las grandes estructuras monolíticas. En cuanto a los centros de control, se piensa que de acuerdo al tráfico de datos actual sólo se requerirá de dos locaciones.

g. El segmento del usuario

- (1) Los usuarios del sistema teledesic podrán conectarse a él a través de terminales fijos interconectados a un computador o servidor, cuya antena será pequeña del tipo plana.
- (2) Estos terminales podrán manejar datos a velocidades de 64 Mbps para enlace de bajada y de 2 Mbps para enlaces de subida, aunque dichos terminales de banda ancha ofrecerán capacidades de dos vías de 64 Mbps.
- (3) Los terminales tendrán la capacidad de convertir la conmutación rápida de paquetes en el satélite desde una serie de corta longitud fija, hacia los protocolos conocidos tales como Internet, RDSI y ATM (Asynchronous Transfer mode).

73. ORBCOMM (Orbital Communications Corporation) (PEQ´LEO/DATOS)

- a. ORBCOMM es una asociación de propiedad de 3 empresas: Sciences Corporation (NASDAQ: ORBI), Teleglobe Inc de Canadá (Montreal: TGO); y de Technology Resources Industries Bhd de Malasia. La primera de ellas diseña, manufactura y comercializa un amplio rango de productos espaciales y servicios satelitales; la segunda es un líder global en el campo de las telecomunicaciones que opera redes de cables y enlaces satelitales en Canadá y otros países; y la tercera es un holding que controla la telefonía celular en Malasia.
- b. El sistema Orbcomm incluye 36 satélites microestrellas circulando la tierra en órbita baja (LEO), con uno o más estaciones terrenas gateway en cada país donde se ofrecen los servicios (hay cuatro en los EEUU) y un Centro de Control de Red en cada país. Además cuenta con licencia de EEUU para tener 200,000 ó más suscriptores a su sistema.

- c. ORBCOMM proveerá entre otros servicios los siguientes: reportes, mensajes, globalgramas, localizaciones y una serie de servicios de datos y mensajerías a 2400 bps para transmisión y 4800 bps para recepción en el terminal del usuario (incluido X400 y X25). (Ver **figura 79**)
- d. Este sistema emplea banda angosta de frecuencias VHF entre 137 a 150 Mhz en dos vías (137-138 enlace de bajada/148-149.9 enlace de subida) y de 400.05 a 400.15 Mhz.
- e. El segmento espacial (satélite)
 - (1) De los 36 satélites, 4 están cerca a los polos y 32 inclinados 45°, todos en órbita circular a 775 Km de altitud.
 - (2) Cada satélite tiene un peso de 80 libras con un diámetro de 41 pulgadas por 6.5 pulgadas de largo. Usa arreglo solar para su funcionamiento. (Ver **figura 80**)
 - (3) Cuenta con sistema GPS a bordo y el comando de la nave y la telemetría es vía VHF en 57.6 Kps.
- f. El segmento del usuario
 - (1) Los terminales de usuarios de ORBCOMM son fáciles de usar, pequeños en tamaño y con baterías livianas de larga duración.
 - (2) Cuentan con teclado alfanumérico y pantalla de cristal liquido para la mensajería. Se producen también computadoras tipo Laptop y palmtop equipados con tarjetas y dispositivos de Orbcomm para proveer posibilidades de enlace dos vías inalambrico hacia los satélites.
 - (3) Los terminales tienen construidos en su interior posibilidades de localización de posición para que puedan tener aplicaciones en empresas de transportes interprovinciales y para casos de emergencia, como si fuera un GPS.
 - (4) Tienen posibilidades de roaming automático
 - (5) Algunas aplicaciones que puedan tener ORBCOMM contando con los terminales apropiados son:
 - (a) En comunicación de datos
 - 1. Monitoreo del medio ambiente
 - 2. Monitoreo de industrias e instalaciones
 - 3. Monitoreo de recursos remotos
 - 4. Transporte de containers
 - 5. Recuperación de propiedad movible (vehículos)
 - 6. Sensores remotos (uso militar)
 - 7. Reporte de posiciones (uso militar)
 - (b) En comunicación de mensajería
 - 1. Negocios personales (beeper bidireccional)
 - 2. Para sillas de discapacitados
 - 3. Servicios de emergencia, rescate y primeros auxilios
 - 4. Comunicaciones militares por texto
 - (c) Ver **figura 81**

FIGURA 79

FIGURA 80

FIGURA 81

CAPITULO 6

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Sección I. Introducción

74. ANTECEDENTES DEL GPS

- a. Desde los primeros años de 1960, la Fuerza Aérea y la Naval de los EEUUNA han contado con programas de navegación satelitales (13 ABR 1960 se lanzó el Transit 1B, primer satélite de navegación para uso militar).
- b. En 1973, ambas fuerzas consolidan sus esfuerzos de desarrollo en navegación satelital, con un programa conjunto llamado NAVSTAR Global Positioning System (GPS) construido por Rockwell International. Este programa se convirtió en un sistema de navegación y posicionamiento radial con base espacial satelital, que proporciona tres dimensiones:
 - (1) Posición (latitud, longitud y altitud)
 - (2) Velocidad
 - (3) Tiempo (precisión de reloj atómico trazado al tiempo Universal coordinado: UTC)
- c. Este sistema viene siendo operado y mantenido por el gobierno federal de los EEUUNA, mediante los Departamentos de Defensa y Transporte, para proporcionar información continua (24 horas al día) sobre posición y navegación en cualquier parte del globo terraqueo; tanto para usuarios comerciales como militares, (Ver figura 82).
- d. Aunque originalmente fue desarrollado como un sistema para uso militar y continua funcionando en ese rol, los GPS también proveen significativos beneficios a la comunidad civil. En un esfuerzo para hacer que el servicio de GPS pueda estar disponible a la mayor cantidad de usuarios, pero manteniendo protegidos los intereses y la seguridad nacional de los EEUUNA, NAVSTAR provee dos tipos de servicio basados en los niveles de precisión:
 - (1) Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS: Precise Positioning Service)
 - (a) Que provee un sistema de total precisión principalmente a los EEUUNA y a otros usuarios militares aliados. Los receptores GPS-PPS leen información codificada y contienen dentro de sus componentes internos una técnica de seguridad anti-descriptiva que los protege de cualquier imitación de la señal GPS. Este servicio está disponible solo a usuarios autorizados por el Dpto de Defensa de los EEUUNA.
 - (b) Este tipo de servicio proporciona la posición con una precisión por debajo de los 10 metros para el sistema o usuario si se cuenta con la apropiada clave criptográfica.

FIGURA 82

- (2) Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS: Standard Positioning Service)
 - (a) Que provee a los usuarios civiles y a otros usuarios alrededor del mundo con una capacidad de posicionamiento menos precisa que el PPS.
 - (b) Los receptores para este servicio no son capaces de emplear anti-descriptores (sistema no-criptográfico) y su precisión está alrededor de los 100 metros normalmente para ubicación horizontal, la exactitud de la ubicación vertical estará dentro de los 300 metros y la exactitud en el cálculo del tiempo de 340 nanosegundos.
 - (c) Cabe mencionar que en este servicio se puede degradar aún más la precisión a través de la introducción de errores controlados si es que fuera necesario, con el objeto de negar información precisa a un adversario potencial durante épocas de crisis o guerra.

- e. El actual sistema NAVSTAR consta de tres segmentos principales (Ver **figura 83**)
 - (1) Segmento espacial o constelación satelital
 - (2) Segmento de Control (Estaciones)
 - (3) Usuarios (receptores GPS)
- f. En este texto nos ocuparemos principalmente de los dos primeros segmentos, ya que el tercer segmento (usuarios) es tratado en otro Texto Especial denominado "Empleo de Navegadores Satelitales en actual uso en el Ejército "Edición 1997. Sin embargo en sección aparte se describen algunos receptores GPS de uso militar.

75. SEGMENTO ESPACIAL DEL SISTEMA NAVSTAR

- a. El segmento espacial consiste de una constelación de veintiseis (26) satélites GPS (24 activados más 2 de reserva) en órbitas semi-sincrónicas alrededor de la tierra. Cada satélite provee las tres dimensiones (3D) continuamente con cobertura mundial bajo cualquier condición de clima.
- b. A fines de 1995 los satélites de la generación Block II estaban todos en órbita, sólo un satélite de la generación Block I aún permanecía activo empleándose principalmente para pruebas. El período de vida útil esperado de esta generación (Block II) es de cinco (05) años, pero el objetivo es mantenerlos orbitando por 7 años y medio. (Ver **figura 84**)
- c. Esta constelación satelital GPS, permite que desde cualquier parte de la tierra, un mínimo de cuatro y típicamente de seis a diez satélites estén siempre en línea de vista. Esto es debido a que la constelación tiene seis (06) planos orbitales inclinados 55° con respecto al Ecuador y que en cada plano orbital existen (04) satélites.

FIGURA 83

FIGURA 84

- d. El período orbital es de aproximadamente 12 horas siderales (cerca de 2 minutos menos que la hora normal) la altitud de los satélites es de aproximadamente 10,900 millas náuticas (20,183 Km). Los satélites GPS transmiten Teñemática de radiofrecuencia las cuales llevan la información requerida por el equipo del usuario. Las Teñemática de tiempo preciso y frecuencia se proporciona a través de dos patrones de cesio y dos de rubidio en cada satélite (sólo un patrón es empleado en un momento dado, los otros son redundantes).
- e. La siguiente generación de satélites GPS, Block IIR se encuentra en su período de fabricación a cargo de Lockheed Martin Marietta en King of Prussia, Pa. Esta generación proveerá la misma señal que el Block II, sin embargo, el satélite en sí será un diseño completamente nuevo.
- f. La generación Block IIR se viene produciendo desde Agosto de 1996 a razón de cuatro satélites por año, hasta completar 21, estimándose que para fines del 2000 esté en condiciones de lanzarse esta generación al espacio.
- g. Una de las mejoras de Block IIR es la capacidad de operaciones autónomas superiores, que le darán más precisión y debido a su diseño más robusto incrementará la supervivencia del satélite.
- h. La siguiente generación después de Block IIR, será el Block IIF que pretende integrar los requerimientos de posicionamiento espacial y terrestre bajo un solo contrato.

76. SEGMENTO DE CONTROL DEL SISTEMA NAVSTAR

- a. El segmento de control, consiste de: una estación de control maestra (MCS: Master Control Station) localizada en Colorado Springs EEUUNA, cinco estaciones monitoras localizadas en Hawai, en la base aérea de Falcon, en la Isla Ascensión, en Diego Garcia y en Kwajalein, tres antenas terrestres (Ascensión, Diego García y Kwajalein) y una estación de control maestra de reserva en Cabo Cañaveral.
- b. Con este segmento se busca, se monitorea y se administra la constelación satelital, proporcionándole datos de sincronismo de reloj y de actualización de posicionamiento y navegación. La estación de control maestra es la central de procesamiento de las facilidades del GPS, operando de manera ininterrumpida, reuniendo a la vez los datos de las estaciones monitoras, estimando la posición de cada satélite (efemérides) y los parámetros del reloj; y, los carga a cada satélite para la retrasmisión en la data de mensaje de navegación.
- c. Las estaciones monitoras, son receptores altamente precisos localizados en lugares seleccionados y estudiados con precisión. Estas estaciones siguen pasivamente todos los satélites GPS a la vista (hasta once al mismo tiempo) y reúne los datos de cada una de ellos para realizarles un procesamiento primario. Las mediciones y las observaciones del mensaje de los datos de navegación son transmitidos a la estación de control maestra para su procesamiento completo.
- d. Las tres antenas terrestres son las que envían los datos procesados a los satélites, a través de transmisión radial.

77. SEGMENTO DEL USUARIO DEL SISTEMA NAVSTAR

- a. El segmento consiste de una variedad de receptores diseñados para recibir, decodificar y procesar Teñemática procedentes de la constelación satelital GPS. Debido a que los terminales GPS, son típicamente solo receptores, un número ilimitado de usuarios pueden simultáneamente emplear el sistema NAVSTAR.
- b. Un receptor GPS simplemente mide una distancia entre un punto de recepción y los satélites, siendo la posición determinada por la intersección de las distancias de los vectores. Estas distancias son determinadas por el receptor, al medir con precisión el tiempo que demora la señal en viajar desde el satélite hasta su posición.
- c. La comunidad comercial, incluyendo la Administración Federal de Aviación y el Departamento de Transporte de los EEUU, están buscando agresivamente cambiar la "disponibilidad selectiva" (DS) hacia cero (lograr una precisión de 16 metros o mejor sin emplear Seguridad de Comunicaciones):
 - (1) Lo que se busca es desactivar la DS antes de culminar el año 2000, mientras tanto, la prerrogativa de reintroducir DS en sus actuales niveles (100 metros de precisión) será retenida por la National Command Authority de los EEUU, para usos comerciales.
 - (2) La protesta para desactivar la DS no es nueva. Los militares americanos históricamente han desactivado la DS durante situaciones críticas (Tormenta del desierto, Haití, etc.). Por otro lado la proliferación de "sistemas diferenciales" en el mundo, está dando a cualquier persona que tenga un receptor GPS comercial, una capacidad de recibir Teñemática diferenciales precisas por debajo de los 16 metros (sin seguridad de comunicaciones). Este hecho argumenta en favor de los fabricantes y usuarios comerciales por la no necesidad de mantener la disponibilidad selectiva:
 - (a) Un GPS diferencial (DGPS) computa el tamaño del error y lo aplica a información posicional.
 - (b) Hay varias formas de realizar diferencial, una de ellas es la "trasmisión diferencial":
 1. Esta forma usa el receptor GPS a la vista de controles para medir el rango de errores para todos los satélites visibles y determina una corrección para cada uno.
 2. Estas correcciones son transmitidas en un formato de RTC MSC-104 por un faro que esté dentro del rango de la señal.
 3. El receptor de faro diferencial recibe y transforma (demodula) la señal, luego la transfiere al receptor DGPS del usuario, que aplicará las correcciones a la información de posición que reúne para computar posiciones diferenciales y datos de navegación corregida.

4. Esta forma requiere que el receptor GPS esté conectado a un receptor de faro diferencial compatible y estar dentro del rango de alcance del mismo.
- (3) Otro argumento de presión para que en el año 2000 se desactive la disponibilidad selectiva (DS) es que existe un mandato de la Administración Federal de Aviación, para que en ese año toda aeronave comercial en vuelo deba emplear GPS como su principal fuente de navegación y posicionamiento para aproximación.
- (4) Hasta que el Departamento de Defensa de los EEUUNA no cambie su actual política de mantener la precisión para los usuarios comerciales de GPS en 100 metros, se necesitará de más inversión civil en sistemas de mejoramiento diferenciales de área amplia y dicho costo será cargado a los usuarios para el mantenimiento y la infraestructura desarrollada.

78. PERSPECTIVAS FUTURAS DE LOS GPS

- a. En lo que respecta a la "disponibilidad selectiva (DS)" algunos fabricantes y comercializadores de receptores comerciales GPS, están enviando Teñemática al Dpto de Defensa y al gobierno federal de los EEUUNA de que si en el 2000 no se desactiva la DS; se desarrollarán y lanzarán satélites GPS controlados por civiles para emplearse en conjunción con los satélites GPS rusos.
- b. Los GPS están rápidamente siendo parte del mundo comercial y de nuestras vidas personales, al estarse integrando cada vez más en aplicaciones comerciales tales como: automóviles privados, botes/yates, camiones de transporte, navegación marítima y terrestre, aviación privada y comercial, sistema de computación y miniaturización, etc.
- c. Conforme el mercado comercial de GPS continúe expandiéndose, se irá revertiendo el rol de esta tecnología con respecto a su inicial y exclusivo uso militar.

Sección II. Receptores Terrestres GPS de uso militar actuales y proyectados

79. RECEPTOR GPS LIGERO PRECISION (PLGR: PRECISIÓN LIGHT WEIGHT GPS RECEIVERS) AN/PSN-11

- a. El PLGR (AN/PSN-11) es el principal receptor en actual uso en el Ejército americano. Es un puesto altamente preciso de navegación por Teñemática de satélites, donde hasta cinco (05) satélites están siendo "capturados" a la vez de manera continua.
- b. El PLGR proporciona al usuario con coordenadas de posición, tiempo e información de navegación. Sus componentes principales son: antena, teclado, pantalla iluminada, unidad de procesador de recepción y una batería.
- c. Su diseño para uso militar le permite que pueda ser empleado en cualquier parte del mundo, en cualquier tipo de vehículo (terrestre, marítimo de superficie o aéreo), en cualquier tipo de clima, de día o de noche, por largos períodos sin requerir alimentación (10 horas aprox) debido a su batería solar, aunque cuenta con accesorios para fuente externa.
- d. El PLGR está reemplazando al Receptor GPS ligero pequeño (SLGR: Small Lightweight GPS receivers) AN/PSN-10, que fue una versión comercial empleada en la Operación Tormenta del Desierto que tenía un sistema de recepción de señal no codificada..

80. RECEPTOR PLGR MEJORADO

Estará en uso en el Ejército americano aproximadamente en el año 2000. Esta versión no reemplazará sino que complementará al PLGR, ya que serán versiones intercambiables, sin embargo tendrán diferencias claves tales como:

- a. El PLGR mejorado tendrá una batería de mayor duración (20 horas versus 10 horas).
- b. El PLGR mejorado incrementará su "waypoints" (999 versus 99)
- c. El PLGR mejorado incrementará sus rutas (15 versus 10)
- d. El PLGR mejorado incrementará su "Legs" (25 versus 9)
- e. El PLGR mejorado incrementará su "time-to-first-fox" (70 segundos versus 180)

81. RECEPTOR PLGR II

- a. El Ejército de los EEUUNA ha encargado el desarrollo de un receptor GPS que proporcione a todos sus sistemas mayor capacidad operacional mientras limita los efectos de posibles COME (Contramedidas electrónicas).
- b. Los requerimientos que deben ser satisfechos con el PLGR II son los siguientes:
 - (1) Código de adquisición "Direct Y"
 - (2) Código diferencial GPS P(Y)
 - (3) Sistema de administración de clave electrónica
 - (4) Capacidad de banda dual L1 y L2
 - (5) Receptor autónomo con monitoreo integrado
 - (6) Datos de todo el mapeo existente
 - (7) Alertas audibles con posibilidad de ON/OFF para opns cubiertas
 - (8) Canales "All-in-View"
 - (9) Conectores "positive-lock"
 - (10) Brújula electrónica
 - (11) Pantalla remota como un accesorio
 - (12) Mejorar proyector de gráficos
 - (13) Mejor margen de COCOME
 - (14) Mostrar gráficamente cuando se recibe perturbación
 - (15) Módulo de disponibilidad selectiva/"antispoofing".
 - (16) Backward compatibility with PLGR interfaces
 - (17) Backward compatibility con actual montura PLGR
 - (18) Mejor "time - to - first fix"
 - (19) Mejor "time - to - second fix"
 - (20) Leppsensen datacard
 - (21) Más menús amigables "trees"
 - (22) Fuente de poder intercambiable (cuando es vehicular)
 - (23) Características de zoom-in/zoom-out
 - (24) Windows - type touch screem
 - (25) Llave para control remoto de sistemas de radio monocal
 - (26) Llave para función definible de usuario
 - (27) Habilidad para recibir datos.

82. RECEPTOR GPS AUTONOMO AEREO (SAGR: STAND ALONE AIR GPS RECEIVER) AN/ASN-169

- a. El SAGE (AN/ASN-169) es el resultado de la modernización del AN/PSN-10, que incorpora modificaciones al hardware y software, así como adiciona las posibilidades del sistema Precise Position (PPS: Precise Position System).
- b. El AN/ASN-169 servirá como un sistema de transición a instalar en aeronaves hasta que se modernice el actual AN/ASN-128B (un sistema de navegación GPS doppler).

83. MODULO APLICATIVO PARA RECEPTOR GPS (GRAM: GPS RECEIVER APPLICATION MODULE)

- a. El GRAM es un sistema de arquitectura abierta insertado en una tarjeta de circuitos como un módulo, que define las funciones, los performances e interfaces y provee un juego común y preciso de definiciones y semánticas.
- b. El estándar GRAM deberá satisfacer los requerimientos de todos los usuarios quienes necesitan un terminal GPS autónomo.

Sección III. Empleo del GPS en Operaciones

84. COMO USA EL EJERCITO AMERICANO EL GPS

- a. Existen un número tremendo de aplicaciones militares para el GPS tales como:
 - (1) Navegación en camino (enrutamiento)
 - (2) Navegación de bajo nivel
 - (3) Localización de objetivos
 - (4) Apoyo aéreo cercano
 - (5) Guiado de misiles
 - (6) Comando y control
 - (7) Lanzamiento aéreo todo clima
 - (8) Emplazamiento de sensores remotos
 - (9) Vigilancia precisa
 - (10) Navegación espacial
 - (11) Aproximación y aterrizaje
 - (12) Encuentros
 - (13) Coordinación de bombardeos
 - (14) Opns de vehículos ploteados remotamente
 - (15) Búsqueda y rescate
 - (16) Reconocimiento fotográfico
 - (17) Captura del satélite y navegación del mismo
 - (18) Actualización del rango de instrumentación inicial
- b. El Ejército americano comenzó inicialmente a usar el GPS durante ejercicios normales de entrenamiento táctico para lograr una amplia variedad de tareas y misiones como parte de un Programa de Demostración y Explotación Espacial de donde se obtuvo valiosa experiencia operacional, y de las lecciones aprendida se desarrollaron los requisitos y especificaciones del PLGR.
- c. El Ejército americano usó GPS extensivamente durante las Operaciones Tormenta/Cubierta del desierto para: navegación; búsqueda y rescate, bombardeo táctico y estratégico, localización de misiles Patriot, Reconocimiento por Fuerzas especiales y otras misiones. Los receptores GPS proveyeron datos de alta precisión de posición a usuario, y fue "instrumento" valioso en la ejecución, del avance a gran velocidad de las fuerzas a través del desierto.
- d. Algunas de las misiones llevada a cabo usando GPS durante las operaciones mencionadas son:
 - (1) Equipos de Fuerzas Especiales fueron colocados detrás de las líneas enemigas usando GPS para navegar y reportar su situación y la localización de unidades enemigas y bases. Conociendo de su localización precisa ayudaron en su reabastecimiento o extracción.
 - (2) A Helicópteros y aviones de ataque equipados con GPS les fue posible conocer sus posiciones y navegar con precisión en todo momento a lo largo de rutas predeterminadas de día y de noche. Los blancos fueron enfrentados con precisión.

- (3) Las Fuerzas de reconocimiento fueron capaces de reportar las posiciones enemigas con precisión. Las patrullas fueron capaces de navegar con precisión y confianza de noche sin puntos de referencia visuales en tierra.
- (4) El apoyo aéreo, tanto de apoyo táctico cercano y bombardeo de gran altitud fue más preciso y puntual.
- (5) Las unidades de logística fueron capaces de navegar con precisión sobre largas distancias para precisar localizaciones donde proveer apoyo con mayor velocidad.
- (6) La localización de las bajas fue determinada, usando GPS y reportadas. La evacuación Médica ocurrió rápidamente con equipos navegando directamente a la localización exacta de las víctimas para proveer soporte médico.
- (7) Los tiros indirectos fueron más precisos, con menos proyectiles usados para ajustes.

85. COMO SE PLANEA EMPLEAR EL GPS EL PROXIMO SIGLO

- a. El Ejército americano planea adquirir más de 84,000 receptores GPS para su empleo en vehículos, aeronaves y como equipo individual para soldados.
- b. La utilización planeada para estos receptores incluyen las siguientes misiones:

- (1) Maniobras
 - Blindada e Infantería
 - Tropas aeromóviles
 - Fuerzas Especiales
- (2) Inteligencia y Guerra Electrónica
 - Reconocimiento
 - Vigilancia
 - Localización de sensores remotos y minas
 - Localización de sistemas de Inteligencia enemigos
- (3) Aviación
 - Misiones Electrónicas Espaciales
 - Controladores de Avanzada aérea
- (4) Apoyo Logístico de Combate
 - Reabastecimiento y Reparación
 - Buque a tierra.

- c. **EL GPS ES UNA AYUDA A LA NAVEGACIÓN, NO UN REEMPLAZO PARA MÉTODOS INDEPENDIENTES DE NAVEGACIÓN.** El cómo se aplica los datos del GPS determina cuan efectivamente será usado y cuan crítica llegará a ser su empleo. Cuando el GPS sea usado, el

usuario deberá ser alertado de potenciales interferencias procedentes de perturbadores de área local/global de fuentes electrónicas y bloqueo de señal.

CAPITULO 7

COMANDO Y CONTROL EN MOVIMIENTO (C²EM)

Sección I. Introducción

86. CONCEPTO DE COMANDO Y CONTROL EN MOVIMIENTO (C²EM)

- a. La idea de C²EM surge de la necesidad que hoy en día tienen los Ejércitos modernos de contar con fuerzas móviles pequeñas pero eficientes capaces de desplegarse en cualquier parte de un campo de batalla. Esto incrementará las dificultades del Comando y Control de las fuerzas, que estarán dispersas y en movimiento por todo el campo de batalla.
- b. Los manuales de operaciones describen la necesidad de permitir al Comandante Táctico y a su Estado Mayor un acceso rápido a la información y a la inteligencia. Sin embargo el acceso rápido que necesitará el Cmdte, no será necesariamente el mismo que necesita su Estado Mayor y aún entre estos últimos será también diferente.
- c. La diferenciación puede ser definida por el perfil operacional de los diferentes miembros del Estado Mayor. Las actividades de "comandar" deben cumplirse cualquiera sea la acción del Comandante. De hecho algunas acciones no pueden cumplirse "en movimiento"; las operaciones logísticas por ejemplo:
 - (1) Las operaciones logísticas no son conducidas bajo el concepto estricto de "en movimiento". Sus necesidades por comunicaciones serán durante las pausas de alguna acción táctica.
 - (2) Aunque las operaciones logísticas estén apoyando una batalla móvil y operando dentro de una fuerza de combate moviéndose, sus acciones serán realizadas durante las pausas o altos cortos.
 - (3) Durante estos períodos de pausas o altos las comunicaciones deberán estar disponibles a ellos en minutos (no en horas) desde la llegada de una Unidad a una posición dada.
 - (4) Tomará algo de tiempo, aunque muy poco, para que esta Unidad pueda entrar en operaciones después que se han detenido.
- d. El apoyo de las comunicaciones para las diferentes operaciones será tan puntual como divergente. El Comandante y sus elementos de operaciones (G-3/S-3) necesitarán acceso asegurado inmediato hacia las fuerzas combatientes y elementos de inteligencia en apoyo a las operaciones en curso:
 - (1) El acceso asegurado inmediato consistirá en sistemas de comunicaciones de voz segura, texto/datos a baja velocidad y gráficos.
 - (2) La información será la crítica y específica para la operación en curso.
 - (3) Los comandantes deberán contar con la presentación de los hechos del campo de batalla de la manera más simple, fácilmente digerible y tan completa como sea posible, sin incluir minuciosidades irrelevantes que distraigan su atención.

- (4) Los comandantes deben tener la capacidad de obtener un comprensivo cuadro del campo de batalla en muy corto tiempo, para lograr el total entendimiento de lo que viene ocurriendo y de lo cual son responsables.
 - (5) La movilidad de las fuerzas no debe ser un problema para que los sistemas de comunicaciones se integren en la plataforma de combate del comandante.
 - (6) SATISFACER LA NECESIDAD DE ACCESO ASEGURADO INMEDIATO PARA EL COMANDANTE Y SU ELEMENTO DE OPERACIONES SERA EL COMANDO Y CONTROL EN MOVIMIENTO. (C²EM)
- e. Naturalmente el apoyo de comunicaciones a los otros elementos del Estado Mayor no será menos importante sin embargo las condiciones bajo las cuales se cumplirán serán muy diferentes:
- (1) Los elementos de apoyo administrativo no apoyan a las operaciones en curso "sobre el movimiento". Estos elementos serán tan móviles de acuerdo a como el comandante y los elementos involucrados en el combate mantengan el ritmo de la misión.
 - (2) Los elementos de apoyo administrativo deben parar, detenerse y hacer pausas para cumplir sus tareas asignadas:
 - (a) Los tanques y vehículos blindados no podrán ser abastecidos mientras están desplazándose.
 - (b) Las comidas no pueden prepararse ni los soldados estar comiendo mientras están moviéndose.
 - (c) El mantenimiento no puede realizarse sobre el vuelo (en helicóptero por ejemplo).
 - (d) La atención médica no puede hacerse "en movimiento" salvo que sea sobre una plataforma estable (helicópteros o vehículo rodando en carreteras apropiadas).
- f. Cuando se comparan los dos perfiles operacionales expuestos en los subpárrafos "c" al "e", el análisis revela que mientras todas las acciones deben tener lugar sobre un campo de batalla móvil, no existe necesidad para que todas las acciones sean cumplidas "en movimiento":
- (1) La diferenciación está en que algunos requerimientos serán por "comunicaciones móviles en las pausas".
 - (2) Para tener la capacidad de C²EM los sistemas de comunicaciones deberán tener la posibilidad mínima de procesar datos a baja y mediana velocidad.
 - (3) La necesidad inmediata para el C²EM es por comunicaciones de voz seguras y alguna data. La necesidad futura incluirá gráficos operacionales, imágenes y un potencial vídeo de movimiento total o cercano a él (full motion o near full motion video)
- g. Los sistemas de comunicaciones para el C²EM deben ser capaces de estar operando en todo momento, para lo cual dichos sistemas deberán ser parte integral de la plataforma de combate del Comandante, esto

posibilitará que éste pueda ejecutar sus funciones de control conforme la situación lo demande. Los cambios de órdenes o de misiones, deberán ser transmitidas para su ejecución vía voz o data.

87. SISTEMAS DE COMUNICACIONES PARA EL C²EM

- a. Para proporcionar un adecuado apoyo para el C²EM las capacidades de los actuales sistemas de comunicaciones deben incrementarse, de tal manera de proveer equipamiento apropiado que permita la trasmisión y recepción de voz y data hasta 16 Kbps que incluya GPS, transferencia de archivos y video fractal (posibilidad de ver detalles de una imagen fija o en movimiento partiendo de una estructura compleja pormenorizado a cualquier escala. Es empleada en gráficos de computador/multimedia y otras aplicaciones basados en imágenes).
- b. Este equipamiento apropiado puede estar constituido no sólo por sistemas radiales digitales terrestres sino también satelitales, que permitan comunicaciones de apoyo en movimiento.
- c. Uno de los más grandes retos para el C²EM con sistemas satelitales es el tamaño de la antena:
 - (1) La ganancia de la antena es proporcional a la frecuencia.
 - (2) Por otro lado el tamaño y disponibilidad de canales y anchos de bandas pequeños restringirán la velocidad de los datos.
 - (3) Para satélites con altitudes menores a órbitas GEO's, las pérdidas por enlace se reducen, permitiendo el uso de antenas de menor ganancia, menor perfil y omnidireccionales.
- d. Los nuevos sistemas de comunicaciones en apoyo al C²EM, deberán ser pues con larga autonomía operacional, de antenas pequeñas omnidireccionales, pequeño tamaño del equipo y poco peso, con capacidad de transmitir datos hasta velocidades medianas (incluido vídeo digital), que puedan operar en movimiento en todo tiempo y lugar, interoperables entre todos los sistemas de las fuerzas armadas. Todas estas son algunas de las características y requerimientos que deberán tener o satisfacer los sistemas de comunicaciones.

88. CONCEPTOS QUE AFECTARAN LA ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES QUE APOYEN EL C²EM

- a. Hay dos grandes conceptos que afectarán el diseño de la arquitectura de los sistemas de comunicaciones que apoyen al C²EM, basados en tecnología satelital principalmente. Estos son:

- (1) Red de Información del Combatiente (WIN: Warfighter Information Network).
 - (2) Servicio de Difusión Global (GBS: Global Broadcast Service).
- b. Estos dos conceptos tienen su origen en la evidente necesidad del empleo del ambiente espacial como una dimensión ineludible en que se deberá combatir y tener superioridad, como si fuera una plataforma de combate del Comandante, en la cual deberán integrarse las comunicaciones como su elemento primordial y fundamental .
- c. Estos dos conceptos tomaron como principios los siguientes:
- (1) Extender el alcance, empleando base espacial y repetidores aerotransportados.
 - (2) Puestos de Comando más pequeños e inalámbricos.
 - (3) Contar con servicios de difusión global.
 - (4) Contar con computadoras que procesan datos en movimiento.
- d. Los conceptos y principios mencionados serán desarrollados en secciones subsiguientes.

Sección II. Red de Información del Combatiente (WIN: Warfighter Information Network)

89. CONCEPTO DE LA RED DE INFORMACION DEL COMBATIENTE

- a. La Red de Información del combatiente es un concepto operacional que se propone integrar en un todo los servicios o canales de información y las comunicaciones, que apoyen las necesidades de una fuerza conjunta en operaciones.
- b. La Red es una "envolvente" que integra la red de Comando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, vigilancia y reconocimiento (C⁴IVR), los sistemas de telecomunicaciones comerciales (terrestres y satelitales) y los sistemas de comunicaciones e información (datos) de alta tecnología (automatización, robótica, geomática, etc).
- c. La Red está diseñada para incrementar la capacidad y velocidad de distribución de la información a través del uso espacial para obtener o ganar el dominio de la información.
- d. "La superioridad en el dominio de la información no se podrá obtener sin la integración de las posibilidades espaciales dentro de la arquitectura de los sistemas de comunicaciones". Por esta razón, los satélites de comunicaciones son el componente mayor del objetivo de la arquitectura de la Red de Información del Combatiente.

90. CARACTERISTICAS DE LA RED DE INFORMACION DEL COMBATIENTE

- a. El vertiginoso avance de las telecomunicaciones, la computación y la informática, está permitiendo el desarrollo de sistemas automáticos de Comando y Control. La década de los 90's ha recalcado la necesidad por mejorar los sistemas de apoyo de comunicaciones de voz y datos, durante todas las fases de las operaciones bélicas.
- b. La victoria en un futuro campo de batalla convencional, dependerá de las acciones de soldados calificados y líderes competentes; que tengan la habilidad para moverse rápidamente, procesar y compartir la información y obtener una perspectiva común y relevante del campo de batalla; todo esto a través del empleo de sistemas de comunicaciones confiables, seguros, en movimiento, redundantes, flexibles y con capacidad de supervivencia en cualquier situación de combate.
- c. Para alcanzar este ideal planteado, la Red de Información del combatiente debe tener las características siguientes:
 - (1) Flexibilidad doctrinaria

La doctrina de comunicaciones que se desarrolle y los sistemas de información que se implementen (adquieran) deben proveer a los líderes comunicantes la flexibilidad para adaptarse a los varios ambientes y condiciones operacionales que permitan apoyar a las fuerzas conforme ellas necesiten los sistemas de comunicaciones.
 - (2) Movilidad estratégica

Los Ejércitos modernos cada vez más vienen empleando fuerzas más pequeñas y más eficientes tecnológicamente, basados en las necesidades de la misión, sin comprometer su letalidad y supervivencia. Los comunicantes deben anticiparse a las necesidades de la misión del combatiente, proporcionando paquetes apropiados y equipamiento radial ligero de gran capacidad de procesamiento de información, que asegure e incremente la supervivencia en cualquier lugar.

(3) Modularidad y adaptabilidad

La doctrina de apoyo de comunicaciones deberá basarse en el planeamiento de operaciones con fuerzas de tamaño absolutamente necesarios para cumplir con éxito una misión, con organizaciones más "planas" y menos jerárquicas, donde intervendrán muchos líderes en todos los niveles que requerirán "acceso asegurado multinivel". Esto significa apoyar por módulos de apoyo. Las UU/Com deberán contar con líderes jóvenes con gran iniciativa y responsabilidad, altamente capacitados y con la adecuada autoridad que se le delegará como sea necesario; para responder al apoyo de comunicaciones por pequeños elementos constituidos (módulos).

(4) Conectividad conjunta

Esto significa interoperatividad de todos los sistemas de comunicaciones de todas las fuerzas armadas, que proporcionen la habilidad para pasar información en todos los niveles. Los sistemas a desarrollar y la doctrina de comunicaciones deberá preveer estas condiciones de interoperatividad (conectividad, directorios, enrutamiento, administración de red, distribución, etc.)

(5) Versatilidad para trabajar/operar en guerra

Las operaciones en una guerra moderna están variando de formas, desde un combate convencional hasta acciones cívicas, opns psicológicas, guerra electrónica, ayuda humanitaria y rescates en desastres, entre otras. Las organizaciones de comunicaciones deberán entrenar para adaptarse a las tácticas, técnicas y procedimientos para un número variado de escenarios operacionales.

91. SISTEMAS DE INFORMACION QUE SOPORTA LA RED DE INFORMACION DEL COMBATIENTE

- a. La Red de Información del Combatiente será un "sistema de sistemas". La piedra angular de esta Red será su habilidad para proporcionar con prontitud información clave para el proceso de toma de decisiones del Comandante Táctico. Esto es realizado por la integración de los sistemas de información que engloban los niveles estratégicos, operacionales y tácticos, así como aquellos que apoyan a las operaciones conjuntas.
- b. Los sistemas de información que soporta la Red de Información del combatiente están categorizados de la manera siguiente:
 - (1) Sistema Global de Comando y Control (SGC²).

- (2) Sistema Global de Apoyo de Combate.
- (3) Sistema de Comando de Batalla del Ejército
- (4) Sistema de Administración de Información estándar del Ejército
- (5) Sistema de Mensajería de Defensa

c. Sistema global de Comando y Control (SGC²)

- (1) Es parte de la arquitectura técnica conjunta que integra en un terminal de computadora toda la información que necesita un combatiente, ofreciendo un sistema único para que un Estado Mayor Conjunto y sus fuerzas armadas puedan planear y ejecutar todas sus operaciones.
- (2) El SGC² puede manejar los tiempos y fases de las fuerzas, así como desplegar datos para planeamiento continuo, proporcionando un cuadro operacional común, correo electrónico secreto, programas secretos Netscape en internet (w.w.w: worldwide.web), Netscape newsgroups, posibilidad de ATO leer/proyectar e interfaces para gráficos con más de 30 aplicaciones.
- (3) De una manera general las funciones claves del SGC² incluyen:
 - (a) Imágenes, cuadros o figuras operacionales comunes.
 - (b) Planeamiento y ejecución de operaciones conjuntas
 - (c) Planeamiento distribuido y colaborativo
 - (d) Inteligencia e imágenes
 - (e) Logística
 - (f) Niveles de destreza y entrenamiento
 - (g) Manejo automático de mensajes
 - (h) Mapeo y registro gráficos
 - (i) Planeamiento y ejecución de apoyo médico

d. Sistema Global de Apoyo de Combate (SGAC)

- (1) Es un sistema que interface e integra las redes de apoyo de combate y servicios logísticos de todo el sistema de defensa desde sus bases administrativas hasta el área de combate.
- (2) El objetivo de este sistema es integrarse al SGC² en un solo computador, de tal forma de constituirse en una infraestructura que provea comando, control, comunicaciones, computación. inteligencia y apoyo de combate.

e. Sistema de Comando de Batalla del Ejército

Este sistema integra la red espacial y las comunicaciones para enlazar funcionalmente los Cuarteles Generales de los niveles estratégicos, operaciones y tácticos. Sus componentes son:

- (1) Sistema global de Comando y Control del Ejército
Provee enlace para el SGC², siendo interoperable con todos los niveles tanto vertical como horizontalmente.
- (2) Sistema Táctico de Comando y Control del Ejército

Se interfacea directamente con el sistema global de C² del Ejército y provee el esquema para la conectividad precisa desde los niveles GU a EO. Este sistema está compuesto por 5 sistemas tácticos:

- (a) Sistema de control de maniobra.
- (b) Sistema de data táctica para artillería
- (c) Sistema de C²I para defensa aérea
- (d) Sistema de Análisis de todas las fuentes
- (e) Sistema de control de apoyo administrativo

f. Sistema de Administración de Información Estándar

Se refiere a los diferentes sistemas que contienen información logística, médica y de personal, que se administran separada e independientemente. Estos sistemas necesitarán una serie de interfaces para su integración al SGC²

g. Sistema de Mensajería de Defensa

- (1) Es un sistema que provee servicios de mensajería segura, electrónica, global y precisa a los combatientes, tanto en guarnición como en ambientes tácticos de despliegue de fuerzas.
- (2) Este sistema actuará de manera similar a una red digital automática (AUTODIN: Automated Digital Network) y sistemas de mensajería por correo electrónico.
- (3) Este sistema deberá estar basado en la tecnología de conmutador de modo de transferencia asincrónica (ATM: Asynchronous-Transfer mode)

92. ARQUITECTURA DE TRANSPORTE SATELITAL DE LA RED DE INFORMACION DEL COMBATIENTE

a. Arquitectura terrestre del sistema de comunicaciones actual (Ejército Americano).

- (1) La arquitectura terrestre actual, comúnmente conocida como "sistema de área de usuario común", consiste de conmutadores digitales que emplean la tecnología TDM (time-división multiplexing) operando en 16/32 Kbps.
- (2) El sistema de trasmisión va de 4 a 144 canales para conmutadores tácticos conjuntos. Los conmutadores MSE (Mobile Suscriber Equipment) cuentan con 8 hasta 64 canales, con capacidad de integración radioalámbrica.
- (3) Como se puede apreciar la capacidad de canales y las velocidades de transmisión no serán suficientes para soportar las necesidades de mayores anchos de banda para un campo de batalla digitalizado. Es por eso que esta arquitectura debe complementarse con el apoyo de una arquitectura satelital tanto para mono como multicanal, que fueron explicados en capítulos anteriores.

b. Arquitectura satelital del sistema de comunicaciones actual.

- (1) Los satélites para enlaces monocanal, en frecuencias UHF, tienen también limitada capacidad, son fácilmente detectables y perturbables por fuerzas enemigas. Por otro lado no tienen la posibilidad de proveer comando y control en movimiento. Sin embargo para los combatientes en tierra, con terminales pequeños, son muy ventajosos y satisfacen sus requerimientos actuales para voz y datos a baja velocidad.
- (2) Los satélites para enlaces multicanal, cuentan con dos tipos de terminales terrestres para mediana y alta velocidad de transmisión de datos para comunicaciones. Para niveles estratégicos se tienen estaciones fijas pesadas y medianas; y para niveles tácticos estaciones transportables. Esta arquitectura provee flexibilidad y algún grado de seguridad para las fuerzas terrestres, sin embargo la reducida capacidad del segmento espacial es una limitación, además de la falta de movilidad de sus terminales.

c. Arquitectura de transporte satelital de la Red de Información.

- (1) Segmento espacial.
 - (a) Consiste en una mixtura apropiada de: constelación en UHF (UHF follow-on), constelación SHF (multicanal DSCS III) y constelación EHF (Milstar) como satélites militares; y toda la variedad de satélites comerciales que se emplearán de acuerdo a la situación.
 - (b) La constelación UHF follow-on consiste de 8 satélites, la constelación DSCS III culmina su período de vida en el 2003 y será reemplazado por la constelación SHF follow-on para aumentar la capacidad de conmutación a bordo, canales de banda ancha, resistencia a perturbación y otras mejoras. El tercer tipo de constelación Milstar cuenta con un paquete EHF a bordo y se interconectarán a la constelación UHF follow-on a través de un paquete de banda cruzada EHF/UHF, teniendo capacidad antiperturbación y baja probabilidad de interceptación.
- (2) Terminales Terrestres.
 - (a) Para enlaces monocanal
 - Además del AN/PSC-5 Spitfire, explicado anteriormente, para la Red de Información del Combatiente se ha diseñado especialmente un terminal dentro del programa Milstar, denominado Single Channel Advanced Man Portable (SCAMP).
 - El SCAMP será el principal terminal de usuario para el combatiente proporcionando comunicaciones personales satelitales (PCS: Personal Communication Satellite) en movimiento. Su diseño será pequeño, poco peso y para proporcionar voz y datos con una pantalla interactiva para comunicación visual con otro SCAMP desde cualquier parte.
 - La pantalla del SCAMP permitirá al usuario el planeamiento y/o modelaje de futuras misiones a través de un

- computador pequeño que se le pueda conectar. Contiene además capacidad de recepción GPS, anti-perturbación y baja probabilidad de interceptación.
- El SCAMP puede operar de modo punto a punto y modo de difusión, proveyendo voz y data a una velocidad de 2.4 Kbps
- (b) Para enlaces multicanal (Terminales Tácticos)
- La arquitectura para estos enlaces considera terminales que empleen la tecnología de ATM para sus conmutadores centrales (back bone) con funcional RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Los conmutadores centrales o maestros ATM tendrán dos versiones: la primera será el SHF tri-band advanced range-extensión terminal (STAR-T) y la otra será un conmutador autónomo. Estos conmutadores se enlazarán con la red de transporte terrestre para proveer conectividad global.
 - El START-T, es un terminal multicanal SHF desarrollado en el programa Milstar, de rápida activación, confiable y de "estado del arte", que proveerá comunicaciones de largo alcance vía la red de información del combatiente, entre las fuerzas desplegadas y una plataforma de "proyección de la fuerza". Su denominación será el AN/TSC-156.
 - El START-T, reemplazará a los actuales terminales del Ejército americano AN/TSC-85/93B. Este terminal es capaz de operar con satélites comerciales y militares en tres bandas de frecuencias (C, X y Ku). Hay dos versiones tipos de terminales: conmutador y estándar. El primero de ellos será capaz de apoyar hasta 280 abonados; el segundo consistirá de dos pesados "hum vee" y un generador remolcado.
 - El terminal Táctico Móvil Seguro confiable antiperturbación (SMAR-T: Secure Mobile Anti-jam Reliable Tactical Terminal), es otro de los terminales desarrollados dentro del programa Milstar para comunicaciones multicanal en la banda EHF, que estará montado sobre vehículos multipropósito de alta movilidad para proporcionar enlaces de largo alcance dentro de la Red de Información del Combatiente.
 - El SMAR-T proveerá a los usuarios tácticos con comunicaciones satelitales seguras, anti-perturbación y perdurables de baja y media velocidad para datos. Contará con un rendimiento agregado de hasta 8 Mbps, con conmutación ATM que incrementará la velocidad y flexibilidad de las comunicaciones.
- (c) Para enlaces multicanal (Terminales estratégicos)
- Dentro de la Red de Información del Combatiente se ha diseñado y desarrollado un terminal estratégico que permitirá la interoperatividad entre los terminales tácticos del Ejército americano y la Red del Sistema de Información de Defensa (DISN: Defensa Information System Network).

Estos terminales se denominan Puntos Estandarizados de Entrada Táctica (STEP: Standardized Tactical Entry Points).

- Los terminales STEP son estaciones fijas, inicialmente llamadas "gateway", que serán modernizadas con una serie de servicios y equipamiento que permita resolver mejor la falta de apoyo estandarizados para las fuerzas tácticas dentro del concepto de comando, control, computación e inteligencia (C⁴I).

NOTA: Mayor información sobre la Red de Información del Combatiente será desarrollada en un Texto Especial, que se viene produciendo y estará disponible a mediados del 2000.

Sección III. Servicio de Difusión Global (SDG)

93. ANTECEDENTES Y CONCEPTO DEL SDG

- a. En 1995, la industria comercial desarrolló el servicio de difusión televisiva directa (Direct - TV, Prime Star), empleando satélites de alta potencia y receptores electrónicos con pequeñas antenas de apenas 18 pulgadas, que permitía que cualquier hogar que contará con estos receptores podría recibir directamente más de 100 canales televisivos de cualquier parte del mundo.
- b. Esta misma tecnología, con algunas modificaciones necesarias para adaptarla a las necesidades militares, es lo que en esencia constituirá el Servicio de Difusión Global (SDG). Aunque el servicio comercial de difusión televisiva directa fue conformado específicamente para el mercado televisivo, la tecnología modificada y aplicada al uso militar servirá para una variedad de productos de altos volúmenes de datos y de vídeo.
- c. Los productos que el combatiente necesitará en el combate moderno será informaciones visuales tales como: texto, gráficos, fotografías, imágenes y videoteleconferencia. Estos productos podrán ser presentados en forma de: mapas / cartogramas, datos de clima, base de datos, entrenamiento / aprendizaje a distancia, alertas situacionales, radiodifusión sonora y televisiva y múltiples servicios de vídeo y logísticos; entre algunas de las aplicaciones.
- d. Los sistemas comerciales usan la tecnología de comprensión de vídeo digital y transpondedores satelitales de alta capacidad para difundir hasta 150 canales de vídeo digital, audio y datos para receptores pequeños.
- e. El SDG será un sistema de difusión satelital multimedia de "estado del arte" diseñado para soportar las crecientes necesidades de información visual y de datos para los Comandantes Tácticos y sus Estados Mayores, proporcionando una continua, alta-velocidad, flujo de información de una vía y alto volumen de datos e imágenes a las Unidades en Guarnición, en los despliegue o "en movimiento".
- f. El objetivo final del SDG será dar de manera simultánea a los Comandantes y planificadores del campo de batalla un conocimiento profundo y común del área de conflicto. Esta visión común, provendrá de un centro de C⁴IVR (Comando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento), que permitirá coordinar las operaciones estrechamente desde cualquier parte del campo de batalla.
- g. El SDG empleará transmisión multiplexada de banda amplia de muchos canales, permitiendo al sistema llevar alrededor de 520 veces más información sobre los soportes o plataformas, en cualquier momento.

94. DESARROLLO DEL SDG

El Servicio de Difusión Global será desarrollado y puesto en operación en tres fases:

a. Fase I (1996 -1998)

Consistirá en el alquiler de los servicios de satélites comerciales (canales), operando en la banda Ku y enlazándose a terminales terrestres del Ejército, para ser empleado en el desarrollo de conceptos de la operación, demostraciones, ejercicios y apoyo limitado a operaciones tácticas.

b. Fase II (1999 - 2000)

Consistirá en el alquiler de transpondedores comerciales, simultáneamente equipar los satélites UFO que se lanzarán en ese período, con capacidad de cuatro transpondedores por satélite para proveer cobertura casi global vía tres "spot beams". Cada satélite tendrá una capacidad máxima de 96 Mbps

c. Fase III (2001 - 2002)

Consistirá en el lanzamiento de una constelación de cinco satélites que provea cobertura global robusta, cada uno equipado con nueve transpondedores con una capacidad máxima de 150 Mbps para proveer todos los productos y servicios.

95. COMPONENTES DEL SDG

a. El Servicio de Difusión Global consistirá de los segmentos siguientes:

- (1) Segmento espacial
- (2) Segmento administrador de la difusión
- (3) Segmento terminal

b. El Segmento espacial estará conformado por paquetes especiales de SDG instalados en los 3 últimos satélites UFO que se lanzarán en el año 2000, cada satélite con cuatro transpondedores de 24 Mbps de capacidad cada uno; para una capacidad total de 96 Mbps por satélites equipados con 9 transpondedores para una capacidad máxima por satélite de 150 Mbps. El Segmento espacial requerirá de recursos de comando y control con base a tierra para su administración, lo que asegurará que la carga útil satelital cumpla con sus objetivos para el cuidado de la instalación y solución de problemas.

c. El segmento Transmisor administrador de la difusión

- (1) Aceptará, coordinará y empaquetará los productos de información que provienen de diferentes fuentes nacionales de la mayor cantidad posibles de niveles civiles y/o militares (de todos los escalones).
- (2) Esta información luego la difundirá y/o priorizará para su empleo por los Comandantes Tácticos y Estados Mayores.

- (3) Un Transmisor-Administrador difusor (TBM: Transmit Broadcast Manager) programará y enrutará todas las transmisiones del SDG (tanto periódicamente, de manera continua o a la vez), así como constituirá los grupos y los transmitirá a los transpondedores, vía un Punto Principal de Inserción (PIP: Primary Injection Point) enlazado al satélite.
- (4) El TBM controlará el PIP y los puntos de Inserción Tácticos y de Teatro de Operaciones (TIP: Theater/Tactical Injection Points) asegurando que se realice la entrega precisa del producto:
 - (a) El PIP serán instalaciones fijas que recibirán la información "de subida" hacia el segmento espacial procedente del segmento administrador.
 - (b) Los TIP's se emplearán para transmitir al segmento espacial la información vital de los Cmdtes directamente involucrados en las operaciones. Serán sistemas transportables para facilitar su empleo en cualquier zona.

d. El segmento Terminal

- (1) Este segmento ha sido diseñado bajo la filosofía de "presión inteligente y/o atracción usuaria" (smart push/user pull), que busca evitar la saturación de las fuerzas desplegadas con "sobrecarga de información":
 - (a) "Presión inteligente" es el proceso de preseleccionar productos de data y video que apoyarán a los usuarios a través de un área de operaciones específica.
 - (b) "Atracción usuaria", significa que los usuarios individuales solicitarán y recibirán información (a través de los canales normales de solicitud) de los productos de información.
- (2) Este segmento proporcionará a los usuarios la capacidad para recibir transmisiones de imágenes, audio, vídeo o archivos de datos a altas velocidades, de manera similar a la tecnología comercial de los servicios de "televisión de difusión directa" (tráfico enviado en una vía). Este segmento busca que el SDG pueda administrar mejor los sistemas de comunicaciones de dos vías en apoyo a las necesidades de enlace de las fuerzas con bajo y/o lento volumen de tráfico, mientras que provee un flujo de información de alta velocidad en una vía en apoyo de las Unidades dispersas, así como a combatientes individuales en la zona de operaciones.
- (2) La información procedente de los Tactical Injection Points (TIP's) es recibida en este segmento terminal a través de dos tipos de equipos:
 - (a) El Conjunto Receptor de tierra (Ground - receive suit), que incluye equipamiento criptográfico y equipamiento receptor administrador de la difusión. Ambos tendrán dos versiones

(fija y transportable). El administrador de la difusión es el principal responsable por la distribución al usuario de la habilidad para emplear la información una vez que ha sido transportada sobre el sistema de Difusión Global; seleccionando y filtrando los productos de datos, enrutando la información a los usuarios finales, controlando los terminales receptores y asegurando la confiabilidad de la entrega de la data.

- (b) Terminales receptores operados y adquiridos por los usuarios, que se emplearán en los escalones más bajos y consideran los aparatos periféricos tales como monitores, computadoras, etc; que se requieran para hacer utilizable la información recibida.

CAPITULO 8

SISTEMA DE COMUNICACIONES SATELITALES EN EL EJERCITO

Sección I. Introducción

96. INTRODUCCION

- a. El Sistema satelital del Ejército actualmente esta en etapa de implementación, y su empleo resulta todavía restringido para determinado niveles de Comando.
- b. El Estado Peruano no dispone de Satelite propio, por lo tanto el Ejército del Perú en particular y las FFAA en general, se encuentran empeñadas en adquirir a las empresas administradoras de satelites privados o comerciales, los servicios (transpondedor) con el ancho de banda necesario que satisfaga sus necesidades de enlace.
- c. El equipamiento satelital y el alquiler del transpondedor son todavía muy costosos, pese a la reciente reducción de precios efectuada por las empresas administradoras de comunicaciones satelitales de órbita geoestacionaria, que efectuaron ante la llegada al mercado satelital de equipos de comunicación que emplean satelites de baja altura (caso IRIDIUM).
- d. La posibilidad de perturbación y escucha esta presente debido a que las estaciones controladoras por lo general están ubicadas en Estados Unidos y se rigen por administración privada, y las frecuencias son fácilmente detectables por equipos analizadores de espectros, lo que obliga a adquirir equipos satelitales con sistemas de codificación o encriptación y con capacidades de salto de frecuencia.
- e. El ancho de banda disponible determina la cantidad de información a transmitir en un periodo de tiempo establecido, incidiendo en el nivel de implementación en las Estaciones Remotas de acuerdo a la disponibilidad de facilidades de comunicaciones asignadas a un determinado nivel de Comando. Por ejemplo, para una estación solamente se requerirán 2 canales telefónicos requiriendo la asignación de una Compresión de 2 Canales de Voz, para estaciones remotas asignadas a escalones mas altos de Comando requerirán de compresoras de mayor capacidad (de 4 y 8 abonados), lo que representa un mayor empleo del ancho de banda para comunicaciones telefónicas.
- f. El ancho de banda esta relacionado directamente con la calidad de la Videoconferencia, quiere decir que a mayor ancho de banda se puede transmitir una mayor cantidad de información y por consiguiente aumenta la calidad del video. Una excelente definición de imagen se obtiene empleando anchos de banda superiores a los 300 Kbps

Sección II. Composición del Sistema Satelital del Ejército

97. COMPOSICION

- a. El Sistema Satelital del Ejercito (SICOSE) esta compuesto por los Subsistemas siguientes :
 - (1) Una (01) Estación Maestra
 - (2) Estaciones Satelitales Remotas
 - (3) Transponder y Estación Controladora
- b. El sistema satelital básicamente esta organizado en Estaciones Satelitales, las que varían su composición de acuerdo al equipamiento implementado, nivel de Comando asignado, necesidades de comunicaciones o situación operativa.
- c. El número de estaciones satelitales obedece o depende de los aspectos siguientes :
 - (1) Necesidades del Instituto
 - (2) Disponibilidad de ancho de banda
 - (3) Recursos presupuestales.

98. COMPOSICION DE UNA ESTACION SATELITAL

- a. De manera general las Estaciones Satelitales están organizadas de la siguiente forma:
 - (1) Unidad Exterior
 - (2) Unidad Interior
 - (3) Planta Externa
- b. El nivel de implementación de las estaciones satelitales varía de acuerdo a la función (Maestra o Remota), Escalón de Comando asignado, y Necesidades de Comunicaciones (Cantidad de Canales Telefónicos).
- c. La función de la Estación Maestra es la de controlar y supervisar el normal funcionamiento de la Red, para lo cual dispone de personal especialista y equipos satelitales con capacidad de efectuar operaciones de ruteo y conmutación a alta velocidad. La función de una estación remota es mucho más simple, y se limita a proporcionar facilidades de voz, data y video.
- d. La composición de acuerdo al nivel de Comando asignado, puede variar en hardware y software particularmente a nivel multiplexor. Por ejemplo, una Estación Satelital remota asignada a un Puesto de Comando de bajo escalón o nivel, tiene asignados dos terminales telefónicos, mientras que otras estaciones de mayor nivel de Comando dispondrán de Cuatro y hasta Ocho canales Telefónicos.
- e. Las necesidades de comunicaciones se determinan en base a las necesidades operativas del PC con apoyo de ERS. La flexibilidad del Sistema Satelital del Ejército, permite que se priorice la asignación del

ancho de banda a los PPCC que requieran de mayores facilidades de comunicaciones sea por razones operativas, de apoyo al desarrollo nacional, o para casos de instrucción y entrenamiento.

99. CONFIGURACION DEL SISTEMA SATELITAL

- a. La configuración del sistema satelital del Ejército es TIPO ESTRELLA, ubicándose la Estación Maestra en el centro de la red.
- b. Todas las estaciones satelitales remotas establecen comunicación, enganchan o sincronizan con la estación maestra, quién dispone de los Modem's necesarios para recepcionar los enlaces de bajada de la totalidad de estaciones remotas dependientes.
- c. La comunicación entre estaciones remotas tiene lugar a través de la Estación Maestra, quién actua como estación ruteadora para manejo de datos, y conmutadora con apoyo de una Central Telefónica para los canales telefónicos.

Sección III. Descripción del Sistema Satelital

100.COMPOSICION

- a. También denominada HUB o Estación PRINCIPAL, resulta ser el componente de mayor importancia del Sistema
- b. La Estación Maestra se encarga de las funciones siguientes:
 - (1) Administrar y monitorear el funcionamiento del Sistema Satelital
 - (2) Operar como una Estación Adicional permitiendo el manejo de las comunicaciones técnicas para la coordinación y control de la red satelital.
 - (3) Integrar la Red Satelital al Sistema de Comunicaciones Permanente.
 - (4) Actuar como Estación Ruteadora para satisfacer las necesidades de comunicaciones entre estaciones remotas
- c. Su composición es similar al de una Estación Satelital Remota:
 - (1) Unidad Exterior con Redundancia
 - (2) Unidad Interior
 - (3) Planta Externa
- d. La Unidad Exterior, dispone de dos Equipos de RF interconectados por una llave o Switch de acción manual y electrónica, lo que proporciona la característica de Redundancia, permitiendo al sistema continuar operando en caso se presente algún problema en cualquiera de los componentes de las Unidades de RF.
- e. La Unidad interior dispone de Equipos Modem Satelitales, Multiplexores de Alta Performance con gran capacidad de ruteo, UPS's (Soportes de energía ininterrumpida), terminales de monitoreo y administración del Hardware y Software de la Red Satelital, terminales de voz, data y video, circuitos combinadores, equipos de seguridad de comunicaciones y equipos complementarios.

101.DESCRIPCION DE UNA ESTACION REMOTA

- a. Las Estaciones Remotas Satelitales de forma general tienen composición similar, variando su implementación de acuerdo a las necesidades de Comunicaciones, y de acuerdo al escalón del PC asignado.
- b. Las Estaciones Remotas están ubicadas en las tres (03) regiones del país : Costa , Sierra y Selva, en lugares donde la naturaleza y las condiciones meteorológicas afectan considerablemente el rendimiento del sistema, por lo que resulta indispensable mantener personal debidamente capacitado en mantenimiento preventivo de equipos satelitales (Ver **figura 85**)
- c. Las Estaciones Remotas se encargan de proporcionar las facilidades de comunicaciones siguientes:

- (1) Canales Telefónicos
De acuerdo al nivel de comando puede variar de 2, 4 hasta 8 canales de voz.
 - (2) Canales de Datos
Se emplean para la transmisión y recepción de Correo Electrónico y Video Conferencia.
- d. La composición de una Estación Remota es la siguiente:
- (1) Unidad Exterior
 - (2) Unidad Interior
 - (3) Planta Externa e Interna
- e. **La Unidad Exterior** esta conformada por los elementos siguientes:
- (1) Antena Parabólica
 - (2) Unidad de RF
 - (3) Sistema de Pararrayos
 - (4) Pozo a Tierra para sistema satelital.
- f. **La Unidad Interior** esta conformada por los equipos siguientes:
- (1) Rack Satelital
 - (2) Modem Satelital
 - (3) Multiplexor
 - (4) Equipo de Encriptación
 - (5) UPS
- g. Planta Externa e Interna
- h. Las características técnicas de cada Unidad se detallarán en la siguiente Sección.

Sección IV. Equipamiento Satelital

102.UNIDAD EXTERIOR

- a. Antena Parabólica

- (1) Permite la interfase entre la Estación satelital terrena (segmento terrestre) y el Satélite (Segmento Espacial)
 - (2) La antena parabólica tiene tres partes principales:
 - (a) Antena Parabólica de 2.4 mts
 - (b) Conjunto posicionador de Azimut y Elevación
 - (c) Trípode de soporte de Antena
- b. Unidad de RF
- (1) Ubicado en la antena parabólica, se encarga de las funciones de amplificación de la señal de salida (de transmisión) y de la señal de entrada (recepción), y la de convertir la señal de FI en RF para su transmisión al satélite y a la inversa para su recepción.
 - (2) La Unidad de RF tiene las partes siguientes:
 - (a) Fuente de Alimentación
 - (b) Up Down Converter (Converter de subida y bajada).
 - (c) Amplificador (SSPA)
 - (d) Amplificador de Bajo Ruido o LNA
 - (3) Las Unidades de RF por su constitución modular pueden ser ubicadas en diversas partes de la antena, sobre todo cuando se dispone de variados tipos de trípodes de soporte.
- c. Sistemas de Pararrayos
- (1) La ubicación de estaciones satelitales en lugares remotos, donde se presentan periódicas temporadas de descargas electricas a determinado la necesidad de dotar a estas estaciones de Sistemas de Pararrayos.
 - (2) Los sistemas de pararrayos tienen las partes siguientes :
 - (a) Pararrayos
 - (b) Torre Metálica ventada
 - (c) Cable de Cobre con aisladores
 - (d) Pozo de Tierra
 - (3) Los pararrayos se ubican cerca de la antena parabólica y el Rack Satelital, debiendo considerarse que protegen aproximadamente un radio equivalente a la altura de la Torre ventada.
- d. Pozo a Tierra
- (1) El Pozo a tierra tiene la finalidad de proporcionar a todos los componentes electrónicos del sistema satelital, una adecuada protección contra sobrecargas, cortos, o corrientes parásitas que se presenten durante el funcionamiento del sistema.

- (2) El valor de los pozos a tierra no debe superar los Cinco (05) Ohmios, lo que asegurará un eficiente rendimiento.
- (3) Un Pozo a tierra básicamente está construido con químicos especiales, cuya función es la de bajar la resistividad del suelo. Por lo general, se construyen en Un (01) Metro Cuadrado por Dos y Medio a Tres (2.5 a 3) metros de profundidad.
- (4) Los pozos a tierra en paralelo son los han presentado un mayor rendimiento, y requieren períodos más prolongados de mantenimiento.

e. Ver **figura 86**

103.UNIDAD INTERIOR

a. Rack Satelital

- (1) Existen diversos tipos de Rack, entre los cuales tenemos los del tipo bastidor que soportan varios equipos, los de tipo gabinete que existen metálicos y de fibra de vidrio y que son más pequeños y más cerrados que los del tipo bastidor, hasta los más sofisticados con motores circuladores de aire que permiten una adecuada refrigeración de los equipos satelitales.
- (2) Los Rack's de acuerdo a su estructura son ubicados sobre mesas especiales, o sobre sus propias ruedas.

b. Modem Satelital

- (1) Se encarga de recibir y transmitir las Señales de la Unidad Exterior (Converter).
- (2) Opera en modo Full Duplex, o sea puede recibir y transmitir a la vez, a través de dos frecuencias, denominadas:
 - (a) Frecuencia de Transmisión, de Modulación, de subida, de enlace de subida o de salida. Normalmente es superior a la Frecuencia de Recepción por requerir de mayor potencia.
 - (b) Frecuencia de Recepción, de Demodulación, de bajada, o de enlace de bajada
- (3) El Modem se encarga de modular la señal de Banda Base que se desea transmitir a una señal de Frecuencia Intermedia (IF) de 70 MHz, y de demodular la señal proveniente del converter .

c. Multiplexor

- (1) La comunicación satelital permite velocidades de transmisión de datos que son, por lo general, más altas que las velocidades de las fuentes de información. La velocidad de un canal satelital típico es de 64 Kbps mientras que la velocidad necesaria para transmitir un canal de voz de buena calidad es de 9.6 Kbps. Es posible, entonces en este caso, transmitir varios canales de voz utilizando

el canal de 64 Kbps. EL Multiplexaje Digital nos permite hacer esto, agrupando varias Teñemática de voz en una sola.

- (2) En el multiplexor de multicanalizan o multiplexan los canales telefónicos y de datos.
- (3) Un multiplexor presenta las partes siguientes:
 - (a) Multiplexor propiamente dicho (chasis)
 - (b) Tarjeta de Enlace
 - (c) Tarjeta de Canales Telefónicos
 - (d) Tarjeta Compresora de canales telefónicos
 - (e) Tarjeta Ruteadora o de Datos
 - (f) Cableado de Interconexión y de Energía.
- (4) Los multiplexores son configurados a control remoto desde la Estación Maestra, donde existe un terminal para la administración y monitoreo del software de todos los multiplexores de la red.

d. Equipo de Encriptacion

Su finalidad es proporcionar seguridad integral a las comunicaciones satelitales, actuando de forma transparente (evita atenuar significativamente la señal de banda base).

e. UPS

- (1) Su función es la de proporcionar un soporte de energía estabilizada y permanente del orden de los 220 VAC y 60 Hz, a todos los componentes electrónicos del sistema.
- (2) Presenta las partes siguientes :
 - (a) UPS propiamente dicha
 - (b) Banco de Baterías
 - (c) Base soporte y Cableado de Interconexión.
- (3) La UPS disponibles son del tipo Ferroresonante y On – Line, y varían de acuerdo a su umbral de entrada, y a la cantidad y tipo de baterías empleadas.
- (4) La UPS en buenas condiciones de funcionamiento, con un adecuado empleo y cargado de baterías, puede proporcionar en promedio Ocho (08) Horas de Energía al Sistema sin presencia de energía.

f. Ver **figura 87**.

104.PLANTA EXTERNA E INTERNA

a. Planta Externa e Interna

- (1) Planta Externa
Esta conformado por los cables de RF de transmisión y Recepción, cableado de energía y tierra para la Fuente de Alimentación de la Unidad de RF

(2) Planta Interna

Lo conforman la Llave termoeléctrica, los supresores de pico, el cableado de energía y tierra, el cableado telefónico (para exteriores e interiores), el cableado de datos (tipo UTP nivel 5, pacht cord, o fibra óptica), regletas para teléfono y teléfonos analógicos .

FIGURA 85

FIGURA 86

FIGURA 87

ANEXO 01.- DEFINICIONES IMPORTANTES

- Apogeo.-** Punto en la órbita del satélite, donde está lo más lejos de la tierra y la velocidad es más lenta.
- Perigeo.-** Es el punto en la órbita del satélite donde está lo más cercano a la tierra y la velocidad es la más rápida.
- Periodo.-** El tiempo que toma un satélite en hacer una vuelta completa alrededor de la tierra. El periodo aumenta con la altitud de la órbita. El periodo mínimo para una órbita sustentable es de 89 minutos.
- Excentricidad.** El grado en el cual una órbita varía de ser circular. Describe la forma de la órbita. La excentricidad de la órbita del satélite es generalmente un número decimal entre cero y uno. Si la excentricidad es cercana a cero, entonces la órbita es considerada circular. Si la excentricidad es entre 0.5 y 0.999, entonces la órbita es altamente elíptica.
- Altitud.-** Altura de la órbita del satélite. La altitud del satélite determina el área de comunicaciones y la forma de los trazos del terreno.
- Vestigio.-** Area en la superficie de la tierra que está dentro del campo de vista de los transmisores y sensores del satélite.
- Nadir.-** El punto de la superficie de la tierra directamente debajo del satélite basado en una línea imaginaria trazada a través del satélite y el centro de la tierra.
- Trazado Terrestre.-** El trazo de Nadir del satélite en la superficie de la tierra mientras este gire alrededor del globo.
- Inclinación.-** Angulo que la superficie de la órbita del satélite hace con la superficie ecuatorial. Puede ser un ángulo de cero (0) a ciento ochenta (180) grados)
- Pro-grado.-** Orbita con una inclinación entre cero (0) y noventa (90) grados.
- Retro-grado.-** Orbita con una inclinación entre noventa (90) y ciento ochenta (180) grados.
- Punto Luminoso.-** Patrón de antena localizada y enviada a una limitada área geográfica.
- Tierra Amplia.-** Un gran patrón de antena ampliamente dispersado que cubre una gran área geográfica.

Haz Luminoso

Movible.- Un patrón de antena localizado que puede ser movido hacia áreas dependiendo de la necesidad de la misión.

Transpondedor. Una combinación de un paquete de antenas, un receptor, convertidor de frecuencia y transmisor localizado a bordo del satélite. Los satélites de comunicaciones típicamente pueden tener entre 12 y 24 Transpondedores.

Tiempo de Duración de

Vida.- El tiempo de vida estimado de un satélite geoestacionario, por ejemplo, puede ser cuando hay insuficiente combustible disponible a bordo del satélite para mantenerlo en su órbita geosincrónica deseada sobre las 22,300 millas sobre el Ecuador de la Tierra.

ANEXO 02: ANTENAS DE COMUNICACIONES SATELITALES PARA EL EJERCITO

ANTENA LINEAL (LATIGO)–OMNI –DIRECCIONAL.- Antena fluvial consiste de un alambre hecho de un material muy buen conductor y de un simple metal. El uso de una antena omni-direccional es semejante al de una antena de baja ganancia, por ejemplo un terminal GPS el cual recibe en los rangos de frecuencia de la banda L.

ANTENA HELICE.- Una antena hélice es construida con un material conductor formando una helix (semejante a un espiral de un alambre de bobina dentro de un shape cilíndrico) con un centro fuera del núcleo. Este tipo de antenas altamente direccionales (Transmisión de un ancho de rangos de 120 aproximadamente) es usado en manpack, a bordo y donde la clasificación terminal táctico UHF es una consideración mayor. Esta es designada de altas ganancias a frecuencias específicas.

ANTENAS PARABOLICAS.- Esta antena tipo plato normalmente se usa en frecuencias de UHF y SHF y tienen alta ganancia y eficiencia. Una ventaja de la antena parabólica es que trabaja sobre un rango de frecuencia ancha. Una antena parabólica tiene un foco de dirección en el medio de la antena para recibir y transmitir Teñemática. El plato es usado como reflector cuando transmite, el asta es propicia para recibir la alimentación de la señal, la ganancia del reflector y la salida al espacio. Cuando recibe y reúne Teñemática este foco por medio del plato reflector entra el asta de alimentación la cual lleva la señal dentro del sistema electrónico al receptor. La ganancia de la antena parabólica depende del diámetro del plato de sus antenas reflectoras y de la frecuencia de la señal.

ANEXO 03: ACCESO MULTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA EN LA BANDA DE UHF (DEMAND ASSIGNED MULTIPLE ACCESS)

1. Antecedentes

- a. La evolución de los satélites de Comunicaciones ha experimentado enormes cambios en la filosofía de su misión, en sus capacidades técnicas y en el uso de la población. Los primeros años de la década de los 70's fueron la época, en que la mayoría de los usuarios de los Satélites de Comunicaciones de UHF, usaron terminales en barcos, en aeronaves y otros de apoyo nuclear principalmente para mensajes de comunicaciones de baja velocidad. Los sistemas actuales incluyen miles de terminales para voz y datos encriptados de alta velocidad.
- b. Conforme los requerimientos por satélites tácticos han aumentado, la capacidad de los mismos se ha saturado rápidamente. Las frecuencias disponibles para mantener los satélites de comunicaciones de UHF, son limitadas y solamente el uso eficiente de estas frecuencias, puede satisfacer las demandas en aumento de los combatientes.
- c. El Acceso Múltiple Asignado por Demanda (DAMA) es un método de ganancia de eficiencia en el uso de los canales para satélites de Comunicaciones de UHF que usa canales automatizados de manera compartida. La asignación basada en la demanda significa que el espacio del transpondedor no utilizado puede ser dinámicamente distribuido, en un tiempo casi real, a las bases de procedencia. Esto aumentará la eficiencia de carga proporcionando aproximadamente de 4 a 20 veces la información a través de los sistemas actuales.
- d. Un canal es dividido por la estación de control DAMA, en segmentos de tiempo llamadas "cuotas de tiempo" (Time slots). Un terminal de usuario interactúa con la estación de control, la cual dinámicamente asigna, las cuotas de tiempo para estas llamadas del usuario. Los recursos del canal son asignados sobre la base de las necesidades actuales y los rangos de redes de comunicación. Cualquier elemento no empleado del sistema del canal DAMA estará disponible para ser compartido por cualquier otro usuario.

2. ¿QUÉ ES DAMA?

- a. El concepto de DAMA es muy simple. El grupo de canales UHF de los satélites es un recurso escaso que debe ser compartido. Estos canales pueden ser asignados en demanda, de aquí el nombre de "Demanda asignada". Muchos usuarios habilitados pueden, en cualquier momento tener acceso activo a estos canales de ahí que se dice el sistema proporciona "Acceso Múltiple".

- b. DAMA permite que múltiples usuarios tengan acceso simultáneo al grupo de canales disponibles del Satélite, sobre la base de su demanda. DAMA

mejora la eficiencia de los recursos de los satélites, asegurando que los canales no permanezcan “sin uso” cuando las redes asignadas a los canales no estén en comunicación.

- c. Dentro del concepto de DAMA hay otro concepto llamado Acceso Múltiple de División de tiempo (TDMA: Time Division Multiple Access), que permite que muchos usuarios de redes compartan un canal de satélite. TDMA es análogo al multiplexado de división-tiempo, donde un canal de comunicaciones es dividido en posiciones o cuadros de tiempo que a su vez se dividen en cuotas de tiempo (time slots). El incremento de información desde cada uno de las varias entradas individuales son colocadas en las cuotas de tiempo dentro de los cuadros de tiempo. De esta manera; la información, desde un número de diferentes fuentes de entrada, puede fluir continuamente de forma simultánea a través de un canal de comunicaciones.
- d. Con el satélite TDMA cada entrada puede considerar a un usuario, quien ha sido asignado a una cuota de tiempo. Usando esta técnica de acceso múltiple, un número de terminales de usuario, toman turnos transmitiendo ráfagas de datos a través de un transpondedor común durante sus respectivas cuotas de tiempo asignadas. Cada transmisión de un terminal terrestre habrá empleado solo el ancho de banda de transpondedor y la potencia que demanda la duración de su cuota de tiempo}
- e. TDMA/DAMA, es simplemente asignación de cuotas de tiempo para el usuario de redes en base a la demanda. TDMA se usa para permitir que más de una red pueda compartir un canal simple y proporcionar la característica de acceso múltiple de DAMA. Este método TDMA/DAMA, proporciona las eficiencias de colocar más de un usuario, en el mismo canal de satélite y de recursos de tiempo del canal, asignados solamente cuando son necesarios.

3. VENTAJAS DEL DAMA

- a. La tecnología DAMA para UHF, requiere cambios para los terminales terrestres antes de su implementación. Hay cambios substanciales de Hardware (parte física) y Software (parte lógica), para equipos terminales que los necesiten aún cuando ellos son costosos, proporcionarán un beneficio mayor.
- b. Los Terminales DAMA utilizan la potencia del canal y el ancho de banda con mayor eficiencia, ya que los usuarios son beneficiados con este servicio, por la demanda, a través del control de recurso del transpondedor de manera automática, antes que la asignación del canal fijo.
- c. Aunque la sincronización del sistema y el mantenimiento por los controladores de la red es costoso, esto no lo es tanto como para no contar con el servicio DAMA si se le compara con otro servicio satelital equivalente NO-DAMA.
- d. La tecnología DAMA proporciona las siguientes ventajas:
 - (1) Utilización completa por pocos usuarios que utilizan todo el ancho de banda disponible y la capacidad total de transmisión de un canal dedicado de comunicaciones de satelitales, aún cuando sea

compartido por frecuencia o por técnicas de acceso múltiple de división de tiempo.

- (2) La reducción del canal de usuario dedicado permite que este sea compartido por todos los usuarios bajo el principio de “lo suficientemente justo a tiempo”, lo que aumentan la efectividad de la capacidad del canal y el proceso de la información.
- (3) Si todo un transpondedor de comunicaciones se le releva de ser “dedicado”, entonces el asignado para un canal único estará disponible para una diversidad de velocidades de datos múltiples de una manera flexible.
- (4) **Operativamente.**- La pérdida de canales dedicados para un usuario significará cambios en la manera en que los usuarios conduzcan sus comunicaciones.
- (5) **Técnicamente.**- Los usuarios necesitarán modificar o reemplazar los sub-sistemas de comunicaciones de UHF existentes, para revisar los procedimientos y para regular la carga de algún control externo sobre el modo en el cual ellos usan su acceso UHF a los Satélites de Comunicaciones.