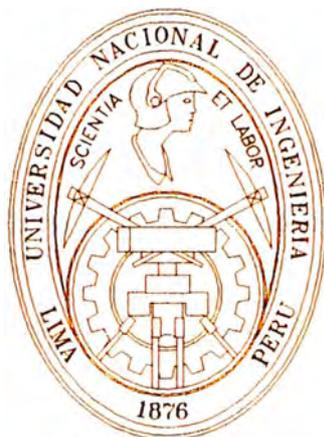


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**"INTERFERENCIA DEL USO DE LA  
TECNOLOGÍA DEL ESPECTRO  
ENSANCHADO EN LA BANDA DE 2400 MHz  
A 2483,5 MHz"**

**INFORME DE INGENIERIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

**VÍCTOR ANDRÉS CÓRDOVA BERNUY**

PROMOCIÓN 1995 – I

LIMA – PERÚ

2005

*Para mis padres,  
Victor y Raquel  
por su constante apoyo y esfuerzo.*

**INTERFERENCIA DEL USO DE LA TECNOLOGÍA DEL ESPECTRO  
ENSANCHADO EN LA BANDA DE 2400 MHz A 2483,5 MHz**

## **SUMARIO**

El presente trabajo enfoca y propone solución al problema suscitado en la banda de frecuencias de 2400 MHz a 2483,5 MHz, banda en la cual actualmente operan empresas de servicio público concesionarias portadoras locales que trabajan con tecnología MMDS (Sistema de distribución multipunto de multicanales) la cual no prevee técnicas de protección contra interferencias y constantemente son interferidos por sistemas de radioenlaces que utilizan tecnología de espectro ensanchado.

Por otro lado, en el presente trabajo se estudia las tecnologías que actualmente están siendo ofrecidas en el mercado y que operan en la banda de espectro ensanchado, se realiza un análisis de la banda y se propone la alternativa de normalización de esta banda.

**INDICE**

<b>PROLOGO</b>	01
<b>CAPITULO I</b>	
<b>SEÑALES DE ESPECTRO ENSANCHADO</b>	03
1.1. Introducción	03
1.2. Características de las señales de espectro ensanchado	04
1.3. Ventajas del uso de la señal de espectro ensanchado	04
1.4. Tipos de señales de espectro ensanchado	05
<b>CAPITULO II</b>	
<b>OCUPACIÓN Y USO DEL ESPECTRO</b>	15
2.1. Espectro electromagnético	15
2.2. Espectro radioeléctrico	17
2.3. Espectro ensanchado	20
<b>CAPITULO III</b>	
<b>CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE FRECUENCIAS</b>	35
3.1. Canalización de la banda de frecuencias adoptada en el Perú	35
3.2. Canalización de la banda de espectro ensanchado	42
3.2.1. Comparación internacional de la canalización en otras administraciones	46
3.2.2. Ventajas	53
3.2.3. Desventajas	54

**CAPITULO IV**

<b>INTERFERENCIAS</b>	56
4.1. Antecedentes	57
4.2. Señales Interferentes	62
4.3. Niveles permitidos	78
4.4. Niveles de ruido	79
4.4.1. Ruido no correlacionado	79
4.4.2. Ruido correlacionado	84
4.4.3. Otros tipos de ruido	85
4.5. Análisis	86
4.5.1. Canalización actualizada de espectro ensanchado	86
4.5.2. Sistemas MMDS	91
4.5.3. Sistemas de espectro ensanchado	96
4.6. Comentarios de las señales interferentes	98

**CAPITULO V**

<b>NUEVAS TECNOLOGÍAS INALAMBRICAS</b>	101
5.1. Redes de corto alcance	102
5.1.1. IEEE 802.15	102
5.1.2. Home RF	103
5.1.3. BLUETOOTH	103
5.2. Redes de mediano alcance	113
5.2.1. IEEE 802.11x	113
5.2.2. Home RF	114

5.2.3. HiperLAN/2	114
5.2.4. WI-FI	115
5.3. Redes de gran escala	119
<b>CAPITULO VI</b>	
<b>HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS</b>	125
6.1. Problemática de homologación de equipos de espectro ensanchado	125
6.2. Recomendaciones para procesos de homologación	127
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES PROPUESTAS</b>	130
<b>CONCLUSIONES</b>	135
<b>ANEXO A</b>	137
<b>CUADRO DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIOELÉCTRICAS EN EL PERÚ</b>	138
<b>ANEXO B</b>	139
<b>PLAN NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS</b>	140
<b>ANEXO C</b>	207
<b>RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 076-98-MTC/15.19</b>	208
<b>ANEXO D</b>	210
<b>NORMA IEEE 802.11b</b>	211
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	328

## PROLOGO

El presente trabajo tiene por objetivo analizar las interferencias que actualmente vienen sufriendo las empresas de servicio público portadores locales que están operando en Lima y la provincia constitucional del Callao en la banda de 2400 MHz., a 2483,5 MHz.

Este trabajo se ha dividido en siete capítulos en los que se trata en forma separada cada aspecto relacionado al problema de las interferencias en la banda de espectro ensanchado.

En el capítulo 1, se realiza un estudio de las señales de espectro ensanchado, indicando sus características, ventajas con relación a los sistemas digitales convencionales y tipos de señales de espectro ensanchado.

En el capítulo 2, se realiza un estudio de la ocupación y uso del espectro, en el mismo se aclara los conceptos de espectro electromagnético, espectro radioeléctrico y espectro ensanchado.

En el capítulo 3, se estudia la canalización de la banda de frecuencias, canalizaciones de la banda de espectro ensanchado en otros países, indicando las ventajas y desventajas de estas canalizaciones.

En el capítulo 4, se estudia el problema de las interferencias, los antecedentes de este problema, señales interferentes, análisis, niveles permitidos y niveles de ruido con relación al espectro ensanchado.

En el capítulo 5, se estudia las nuevas tecnologías que operan en la banda de espectro ensanchado, clasificándolas por la distancia de su alcance.

En el capítulo 6, se estudia la homologación de equipos, indicando la problemática existente y recomendaciones para procesos de homologación.

Finalmente en el capítulo 7, se indica las soluciones y recomendaciones al problema de interferencias. De otro lado, se realiza una propuesta para el uso de la tecnología de espectro ensanchado, para lo cual se propone la alternativa de normalización de la banda.

# CAPITULO I

## SEÑALES DE ESPECTRO ENSANCHADO

### 1.1. Introducción

Las técnicas de señales de espectro ensanchado (Spread Spectrum) se originaron en respuesta a las necesidades de las comunicaciones militares que requerían una comunicación resistente a las interferencias y segura. Cada vez es mayor el interés en estas técnicas y están usándose en áreas como redes WAN, MAN, LAN y PAN.

En el diseño de los sistemas de comunicación digital, se pone especial atención a la eficiencia en el uso de la potencia y el ancho de banda de la señal, teniendo en cuenta la exigencia de una determinada calidad de servicio. Sin embargo, en ciertos casos; existen situaciones en los cuales es necesario que el sistema soporte la acción de interferencias externas y opere con una menor densidad espectral de potencia y un mayor ancho de banda (señal de espectro ensanchado) para proporcionar capacidad de acceso múltiple sin control externo. Esta técnica además proporciona mayor seguridad al canal, de tal forma que sea inaccesible a otros usuarios externos.

Actualmente los sistemas de comunicaciones están considerando como parámetros de diseño, la inmunidad al ruido e interferencias y

confidencialidad (seguridad) del sistema. Estos dos parámetros han cobrado mucha importancia, con el uso de la técnica de señales de espectro ensanchado.

## **1.2. Características de las señales de espectro ensanchado**

Un sistema de comunicación de espectro ensanchado, tiene las siguientes características:

- La señal transmitida ocupa un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la señal de información (banda base).
- El ensanchamiento (dispersión) de la densidad espectral de potencia se produce mediante el uso de una señal auxiliar independiente de la información, conocida como señal código, código de dispersión o código pseudo aleatorio (PN).
- En el receptor la recuperación de la información se realiza por correlación utilizando una réplica sincronizada del código de dispersión que se utiliza en el transmisor.

## **1.3. Ventajas del uso de la señal de espectro ensanchado**

Las principales ventajas de esta técnica son las siguientes:

- Alta inmunidad a las interferencias intencionadas o no intencionadas y a las interferencias de señales multitrayecto.
- Uso compartido (acceso múltiple) de un mismo canal por dos o más usuarios.
- Baja probabilidad de interceptación (LPI - Low Probability Interception) debido al ensanchamiento del espectro, lo cual hace dificultosa la

intercepción de las señales transmitidas por parte de otro receptor ajeno a la comunicación (interceptor).

- Posibilidad de acceso múltiple aleatorio (CDMA), con lo cual es posible tener varios usuarios cursando comunicaciones independientes en el mismo canal.

- Privacidad de las comunicaciones, ver la figura 1.1.

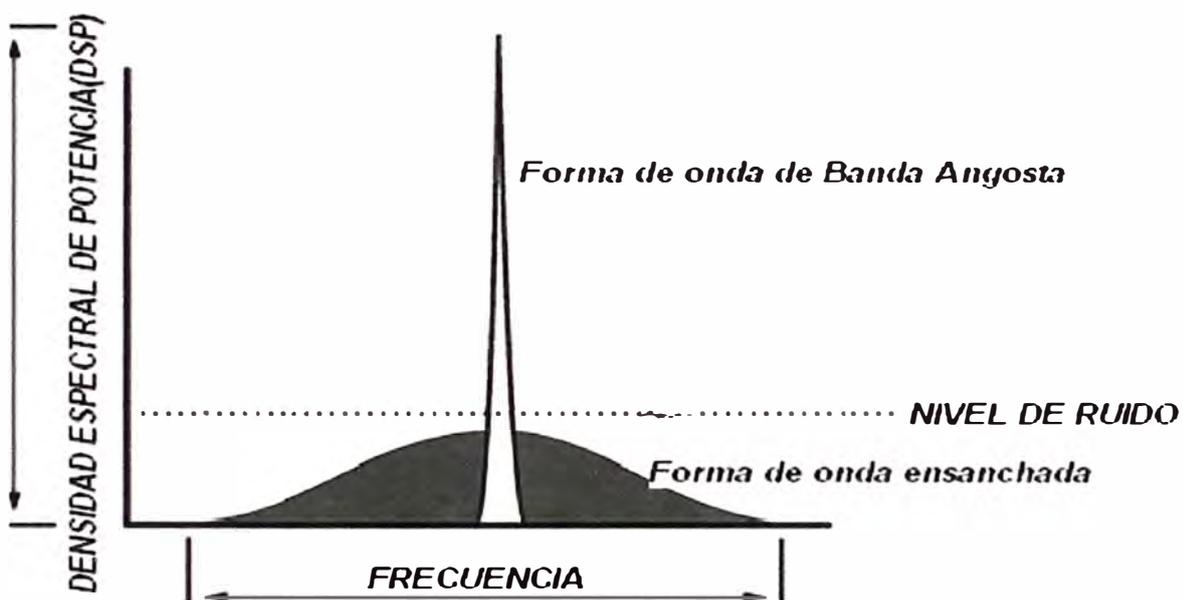


Figura 1.1. Densidad Espectral de Potencia de la señal de Espectro Ensanchado.

Mayor información sobre las características y formas de generar las señales de espectro ensanchado puede encontrar en [1].

#### 1.4. Tipo de señales de espectro ensanchado

Existen diversas formas de clasificar los sistemas de comunicaciones que usan señales de espectro ensanchado:

- Por la modulación:
  - Espectro ensanchado por secuencia directa.

- Espectro ensanchado por salto de frecuencia.
- Espectro ensanchado por salto en el tiempo.
- Espectro ensanchado por chirp.
- Espectro ensanchado por método híbrido.

- Por concepto:

- Sistemas promediables; aquellos en el que la reducción de la interferencia se da porque puede ser promediado sobre un gran intervalo de tiempo, así tenemos al sistema de espectro ensanchado de secuencia directa.
- Sistemas de evitamiento; aquellos donde la reducción de la interferencia ocurre porque la señal es hecha para evitar la interferencia en una gran fracción del tiempo, así tenemos a los sistemas de espectro ensanchado por salto de frecuencia, salto en el tiempo y los chirp. Por otro lado, el sistema de espectro ensanchado por método híbrido puede clasificarse como un sistema promediable o de evitamiento o ambos.

Los sistemas de comunicación de espectro ensanchado más conocidos y empleados son el de secuencia directa y salto de frecuencia.

Existen varias técnicas de modulación de espectro ensanchado, las que se diferencian en el modo de ensanchamiento del espectro y el tipo de modulación que emplean. Entre ellas tenemos:

- Modulación por Secuencia Directa (DS - Direct Sequence).-

La señal de datos  $x(t)$  es multiplicada por un código de ruido pseudo aleatorio  $g(t)$ , denominada código PN, debido a esta multiplicación la fase de la señal varía. Un código pseudo aleatorio (código PN) es una secuencia de

pulsos (chips) de valores 1 y -1 (caso polar) ó 0 y 1 (caso no polar). Produce bajos valores de cross-correlación entre los códigos y dificultad para interferir o detectar la señal de datos. El principal parámetro de un sistema de espectro expandido es la ganancia de procesamiento ( $G_p$ ), definido como la razón entre el ancho de banda de transmisión y el ancho de banda de información:

$$G_p = \frac{\text{Ancho de banda de la señal modulada } BW_t}{2 \cdot (\text{Ancho de banda de la señal banda base}) BW_i} \quad (1.1)$$

Una forma usual para crear un código pseudo aleatorio (PN) es mediante un registro de desplazamiento. Cuando la longitud de tal registro de desplazamiento es  $n$ , el periodo del código es:

$$N_{DS} = 2^n - 1 \quad (1.2)$$

en un sistema de secuencia directa la longitud del código es el mismo que el factor de ensanchamiento, esto es:

$$G_p(DS) = N_{DS} \quad (1.3)$$

esto también se puede observar en la figura 1.2 donde se muestra como el código PN es combinado con la señal de datos, el ancho de banda de la señal de datos es ahora multiplicado por un factor, la potencia contenida sin embargo permanece igual pero la densidad espectral de potencia disminuye.

La generación de códigos PN se realiza mediante un registro de desplazamiento. Por esta razón es fácil introducir una gran ganancia en los sistemas de secuencia directa.

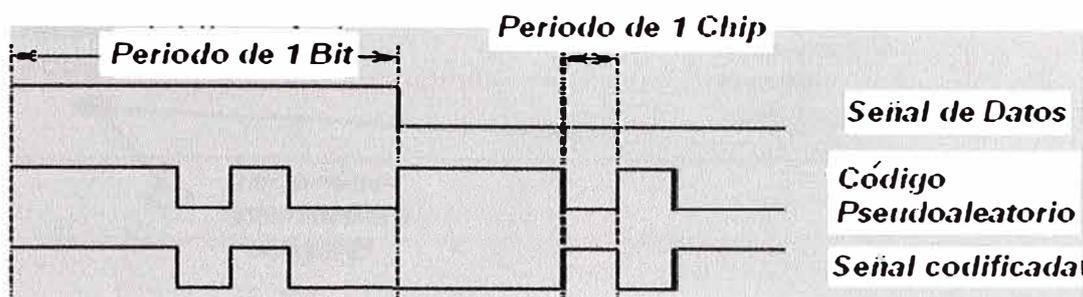


Figura 1.2. Expansión de la Secuencia Directa.

En la figura 1.3 podemos observar un sistema de secuencia directa. En el receptor, la señal recibida es multiplicada nuevamente por el mismo código PN (sincronizado). La operación de desensanchamiento es la misma que la operación de ensanchamiento, la consecuencia es que una posible señal de interferencia en el canal de radio será ensanchada antes que la detección de datos sea efectuada, de esta forma los efectos de interferencia son reducidos.

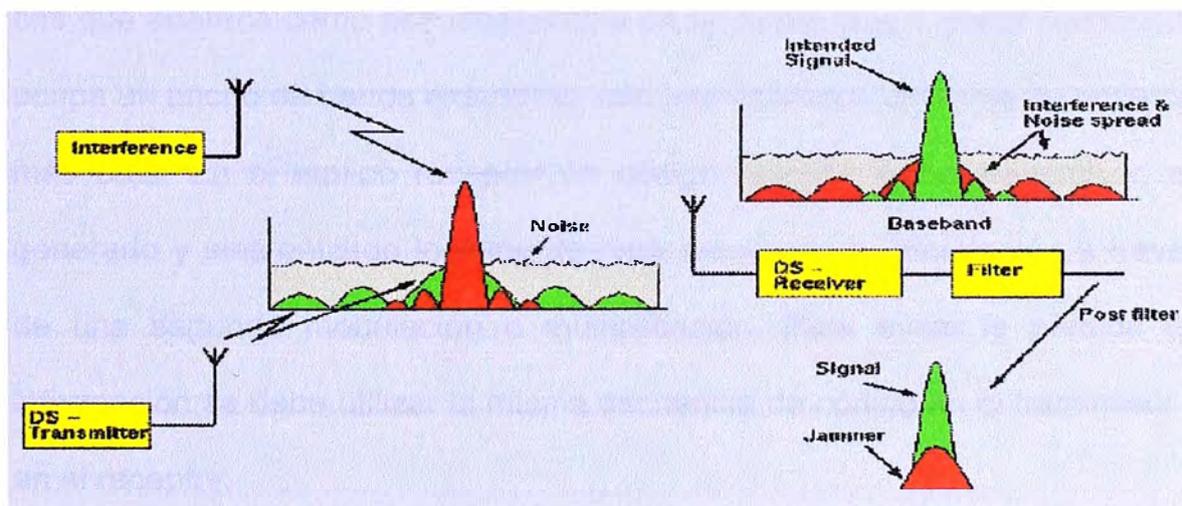
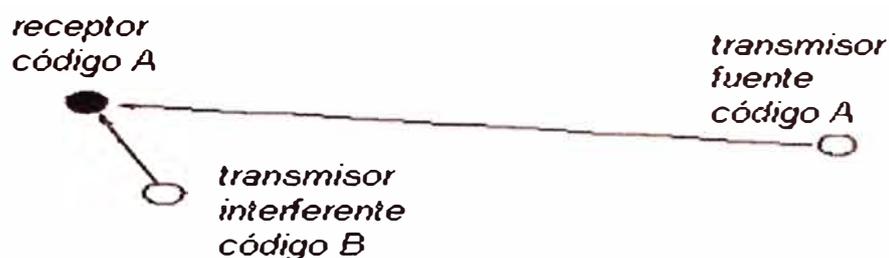


Figura 1.3. Modulación por Secuencia Directa.

El principal problema de esta técnica de modulación es el efecto Cercano-Lejano (Near-Far) como se ilustra en la figura 1.4.



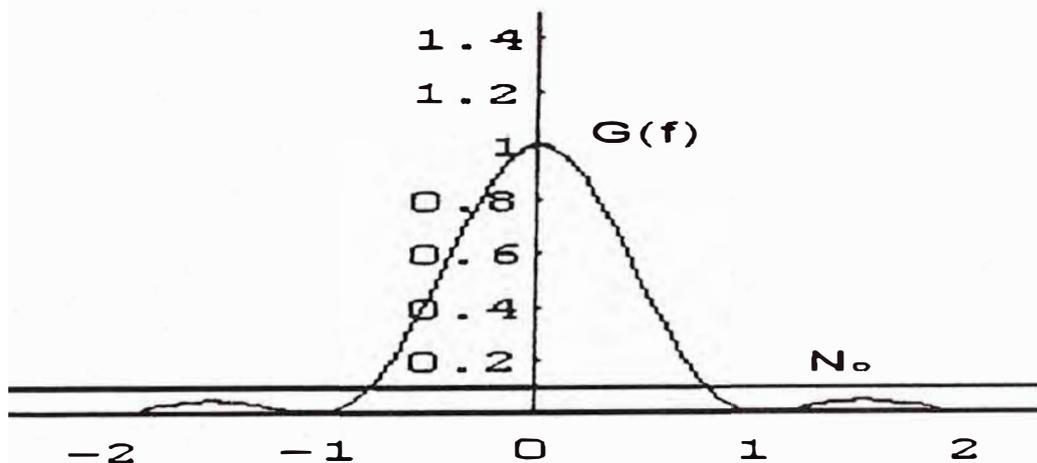
**Figura 1.4.** Efecto Cercano Lejano (Near-Far)

Este efecto se presenta cuando un transmisor interferente está mucho más cerca del receptor que el transmisor fuente. Aunque la cross-correlación entre los códigos A y B es baja, la correlación entre la señal recibida del transmisor interferente y el código A puede ser más alta que la correlación de la señal recibida del transmisor fuente y el código A, como resultado de este hecho no es posible una detección adecuada de la señal.

El código que modula la fase de una señal portadora; es una cadena de bits que aparece como pseudoaleatoria de tal forma que la señal combinada ocupa un ancho de banda extendido, con una densidad uniforme de potencia más baja. En el equipo receptor un código idéntico al del transmisor, es generado y sincronizado localmente para recuperar la información a través de una segunda modulación o multiplicación. Para evitar la pérdida de información se debe utilizar la misma secuencia de código en el transmisor y en el receptor.

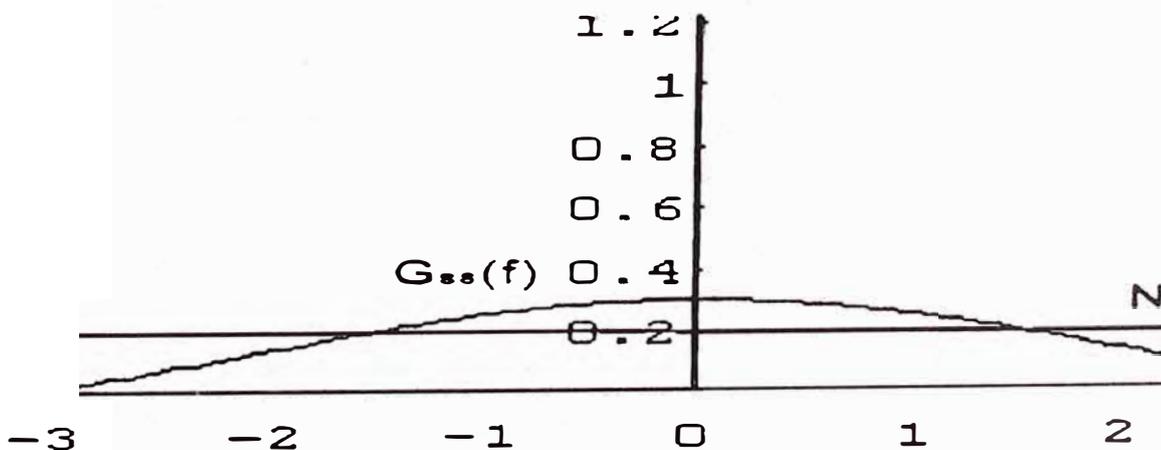
Para mostrar las ventajas de la modulación de espectro ensanchado frente a interferencias, vamos a considerar como  $G(f)$  la densidad espectral de potencia de la señal a transmitir antes del proceso de ensanche y  $G_{ss}(f)$  después de éste. En la figura 1.5 se observa la densidad espectral de poten-

cia de la señal a transmitir ocupando un ancho de banda  $W$ , y la densidad espectral de potencia del ruido blanco  $N_0$  ocupando un ancho de banda infinito. Después del proceso de ensanchado la densidad espectral de potencia de la señal a transmitir ocupa un ancho de banda  $W_{ss}$  mientras que el ruido se mantiene constante, por lo que en esta parte del proceso no tene-



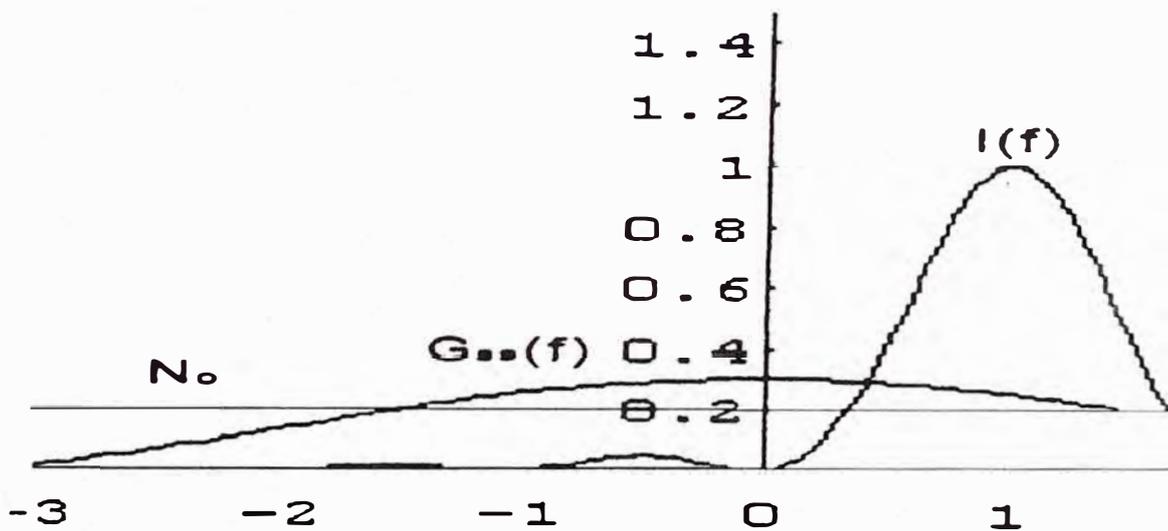
**Figura 1.5.** Densidad Espectral de Potencia de Señal a Transmitir

mos una mejora del rendimiento frente al ruido. Como resultado del proceso de ensanchado se observa que la densidad espectral de la señal original  $G(f)$  se ha transformado en  $G_{ss}(f)$ , mientras que el ruido que ha permanecido conserva su misma densidad espectral. Ver figura 1.6.



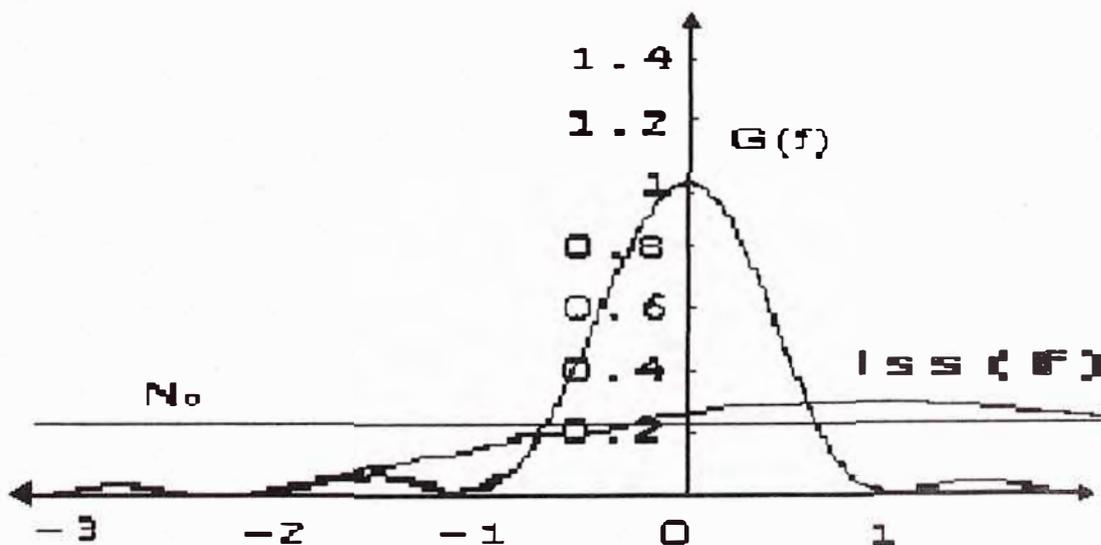
**Figura 1.6.** Proceso de Ensanchamiento de la señal.

Vamos a suponer que la señal ensanchada es transmitida e interferida en el canal de comunicación por otra señal  $I(f)$ , como se muestra en la figura 1.7.



**Figura 1.7.** Señal de Interferencia  $I(f)$ .

Al llegar al receptor se produce en él la multiplicación de las señales de entrada por la señal de código PN (Pseudoaleatorio) del receptor y asumiendo que el código empleado para ensanchar la señal  $G(f)$  es la mis -



**Figura 1.8.** Proceso de Recuperación de Información  $G(f)$ .

ma que la del receptor, se producirá un desensanchamiento para la señal  $G_{ss}(f)$  y un ensanchamiento para la señal  $I(f)$ , lo que permitirá finalmente recuperar la información contenida en  $G(f)$  tal como se muestra en la figura 1.8.

- Modulación por Saltos de Frecuencia (FH - Frequency Hopping ).-

En esta técnica de modulación, la frecuencia portadora da saltos de frecuencia, cuya frecuencia instantánea varía en conformidad con una señal obtenida de la multiplicación de la señal de datos  $x(t)$  y una secuencia pseudo aleatoria (una secuencia FH - secuencia de longitud  $N_{FH}$  ). De esta forma el ancho de banda es incrementado por un factor  $N_{FH}$ . Si no existe solapamiento entre canales:

$$G_p(FH) = N_{FH} \quad (1.4)$$

El proceso de modulación por salto de frecuencia es ilustrado en la figura 1.9. Una desventaja de la modulación por Salto de Frecuencia es obtener una alta ganancia de procesamiento, para esto es necesario usar un sintetizador de frecuencia para poder ejecutar saltos rápidos sobre una portadora de frecuencia. El sintetizador con saltos de frecuencia más rápido es el que tiene una mayor ganancia de procesamiento. Por otro lado el salto de frecuencia es menos afectado por el efecto NEAR-FAR que en el caso de Secuencia Directa. La secuencia de Salto de Frecuencia tiene solo un número limitado de choques entre frecuencias, esto significa que si se encuentra presente una interferencia cercana, solo un número de saltos de frecuencia serán bloqueados en lugar de la señal entera. De los saltos que

no son bloqueados debería ser posible recuperar el mensaje de datos original. La señal portadora cambia abruptamente de frecuencia de acuerdo con un código pseudo aleatorio. El orden en que las frecuencias son seleccionadas es tomado de un conjunto predeterminado por el código de secuencia. El equipo receptor sigue estos cambios o saltos (hops) de frecuencia y produce una señal constante de frecuencia intermedia IF, a partir de la cual es recuperada la información.

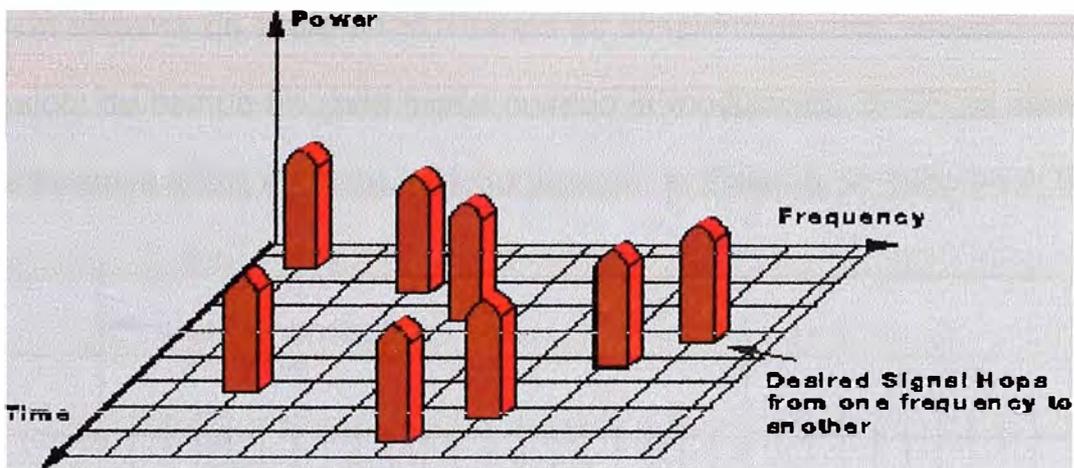


Figura 1.9. Ilustración del concepto de salto de frecuencia.

- Modulación por Saltos de Tiempo (TH - Time Hopping).-

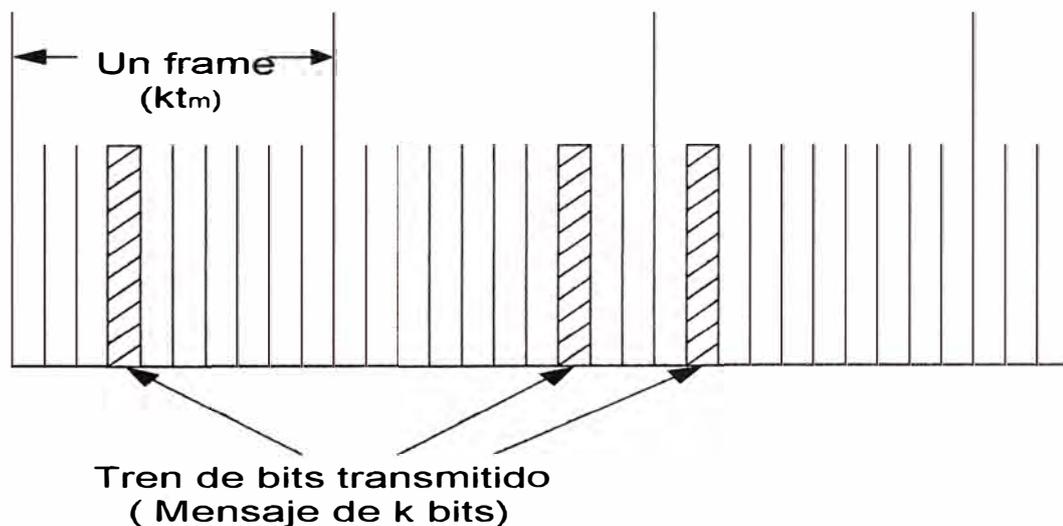
Esta técnica de modulación es ilustrada en la figura 1.10. El eje del tiempo es dividido en intervalos conocidos como frames, y cada frame es subdividido en  $m$  slots de tiempo. Durante cada frame uno y solo un slot de tiempo será modulado con un mensaje de datos. El slot de tiempo particular que es escogido para un frame dado es seleccionado por medio de un generador de códigos Pseudo Aleatorios (PN). Todos los bits del mensaje acumulados en el frame previo son transmitidos en slot de tiempo seleccionado. Para cuantificar este concepto, consideremos:

$T_f$  = Duración de frame

$k$  = Número de bits de mensaje en un frame

$$T_f = kt_m$$

El ancho de banda de cada slot de tiempo en un frame es  $T_f / m$  y el ancho de cada bit en el slot de tiempo es  $T_f / km$ , el cual es simplemente  $t_m/m$ . Esto indica que el ancho de banda de la señal transmitida es  $2m$  veces el ancho de banda del mensaje y por lo tanto la ganancia del procesamiento de un sistema de Salto en el Tiempo es simplemente dos veces el número de slots de tiempo en cada frame cuando la modulación BPSK es usada. La interferencia entre usuarios simultáneos en un sistema de salto en el tiempo



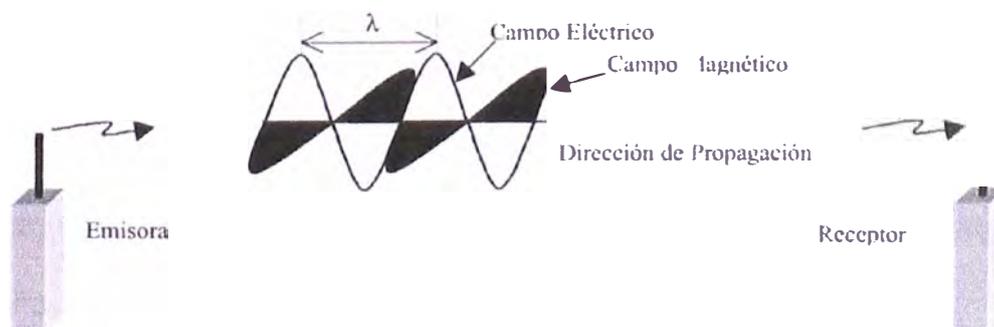
**Figura 1.10. Técnica de modulación de salto en el tiempo**

puede ser minimizado coordinando las veces en el cual cada usuario puede transmitir una señal. Esto también evita el problema NEAR-FAR. En este tipo de modulación la frecuencia instantánea de cada pulso es una función lineal del tiempo, usualmente es utilizada en aplicaciones de radar.

## CAPITULO II OCUPACIÓN Y USO DEL ESPECTRO

### 2.1. Espectro electromagnético

El movimiento de cargas eléctricas en un metal conductor, origina ondas de campos eléctrico y magnético, de aquí que algunos autores indican que las ondas electromagnéticas constituyen un fenómeno vibratorio que resulta de la variación del campo eléctrico y campo magnético y de aquí el origen de su nombre eléctrico – magnético que se propagan a través del espacio vacío a la velocidad de la luz tal y como se muestra en la figura 2.1. Estas ondas radiadas llevan asociada una energía electromagnética que puede ser captada por una antena receptora, sin embargo, los campos eléctrico y magnético pueden existir independientemente uno del otro, y se les denomina entonces campos estáticos.

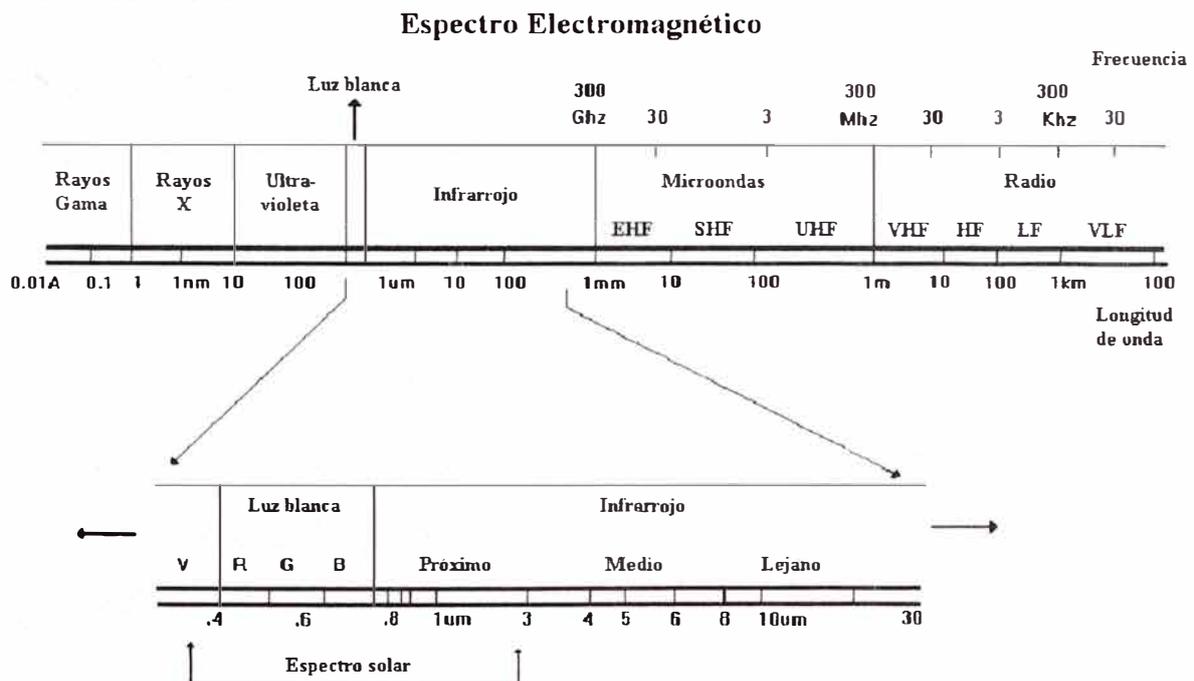


**Fig. 2.1.** La antena emisora establece ondas de campo eléctrico y magnético que se propagan a la velocidad de la luz por el espacio libre hasta la unidad receptora.

Cuando en una región del espacio existe energía electromagnética, se dice que en esa región del espacio hay un campo electromagnético y este campo se describe en términos de la intensidad de campo eléctrico (E) y/o la inducción magnética o densidad de flujo magnético(B) en esa posición.

Para identificar una onda electromagnética se debe conocer la longitud de onda, la frecuencia, el número de onda y la energía.

El espectro electromagnético; es el conjunto de todas las posibles radiaciones electromagnéticas que el hombre hasta ahora ha podido descubrir. En la figura 2.2 se indica este conjunto.



**Fig. 2.2.** Las radiaciones electromagnéticas en función de la frecuencia de las ondas.

A continuación describiremos la naturaleza de los espectros indicados en la figura anterior. Las radiaciones del espectro electromagnético tienen un factor de penetración e incidencia sobre la superficie. Las radiaciones más

penetrantes, cuya presencia se verifica con igual intensidad durante el día o la noche, son los rayos cósmicos (o rayos gamma), fundamentalmente integrados por protones con gran energía. Una parte de ellos atraviesa la atmósfera y llegan a penetrar varios kilómetros por debajo de la superficie de la corteza terrestre. Le siguen en intensidad los denominados rayos X, seguidos en otro menor factor de penetración por la radiación ultravioleta lejana y la radiación ultravioleta cercana, a continuación se verifica, desde la radiación lumínica del violeta hasta la del rojo conformando el denominado espectro de luz visible.

Mas allá de la radiación lumínica del rojo se ubican las radiaciones infrarrojas cercanas, luego las radiaciones infrarrojas lejanas.

Todas estas radiaciones pueden representarse en un plano, lo mismo que la descomposición del prisma de luz visible, en función del factor de penetración medido en Amgstrons.

Varias de las radiaciones mencionadas, no solo están constituidas por protones, sino también por otras partículas, como fotones, positrones, neutrones, neutrinos, electrones, mesones, etc.

Según memoria OSIPTEL 1996, espectro electromagnético; es el conjunto de todas las posibles frecuencias a través de las cuales se mueven las ondas radioeléctricas y magnéticas en el espacio.

## **2.2. Espectro radioeléctrico**

Es la parte del espectro electromagnético y que está constituido por el espectro de radiofrecuencias de ondas hertzianas utilizando como medio de transmisión el aire para los servicios de radiocomunicación celular, de radio

búsqueda, de radiocomunicación por satélite, radiodifusión por aire y otros servicios.

Según el artículo 57º, del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones (TUO), aprobado por D.S. N° 013-93-TCC, el espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la nación. Su utilización y otorgamiento de uso a particulares se efectuará en las condiciones señaladas en la Ley de Telecomunicaciones y su Reglamento.

Según el artículo 183º del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, modificado por el D.S. N° 002-99-MTC, el espectro radioeléctrico es el medio por el cual pueden propagarse las ondas radioeléctricas sin guía artificial. Constituye un recurso natural limitado que forma parte del patrimonio de la nación. Corresponde al Ministerio la administración, la atribución, la asignación y el control del espectro de frecuencias radioeléctricas y en general, cuanto concierne al espectro radioeléctrico.

Según memoria de OSIPTEL 1996, el espectro radioeléctrico es el subconjunto de frecuencias comprendidas entre los 3 KHz y los 300 GHz.

Según el Reglamento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, se entiende por espectro radioeléctrico u ondas hertzianas: "El conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000GHz y que se propagan por el espacio en forma inalámbrica".

Según el PNAF (Plan Nacional de Asignación de Frecuencias) ver anexo B; el espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo con la tabla 2.1.

Número de la Banda	Símbolos	Gama de frecuencias (excluido superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B. km
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas	B. Hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. Dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Onda decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12	----	300 a 3000 GHz	Ondas decimétricas	-----

**Tabla 2.1.** Plan Nacional de Atribución de frecuencias

Nota 1: La "banda N" (N = número de la banda) se extiende de  $0,3 \times 10^N$  Hz a  $3 \times 10^N$  Hz.

Nota 2: Prefijos K = Kilo( $10^3$ ), M = Mega ( $10^6$ ), G = Giga ( $10^9$ ), T =Tera( $10^{12}$ )

Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio(Hz), las frecuencias se expresan:

- en Kilohertzios (KHz) hasta 3000 KHz, inclusive;
- en Megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3000 MHz, inclusive;
- en Gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3000 GHz, inclusive.

Para las bandas de frecuencias por encima de 3000 GHz, es decir, para las ondas centimilimétricas, micrométricas y decimicrométricas, conviene utilizar el Teraherzio (THz).

En el anexo A se adjunta el cuadro de atribución de frecuencias radioeléctricas en el Perú.

### **2.3. Espectro ensanchado**

Dentro de la banda SHF existe un rango de frecuencias muy utilizado como son los 2,4 GHz y 5 GHz. La banda de 2,4 GHz se encuentra dividida en dos sub-bandas atribuidas mundialmente a la investigación espacial, exploración de la tierra por satélite, servicio fijo por satélite, servicio de aficionados, servicio de radiolocalización, servicios fijos y móviles terrestres y los sistemas de espectro ensanchado:

- 1) Banda de 2025 a 2400 MHz.
- 2) Banda de 2400 a 2483,5 MHz.

La banda de 2400 a 2483,5 MHz se encuentra atribuida para la Región 2 (América) a las aplicaciones industriales, científicas y médicas ICM donde funcionan los hornos de microondas y demás aplicaciones industriales.

Igualmente, la banda de 5 GHz se encuentra dividida en seis sub-bandas atribuidas mundialmente a la radionavegación marítima y aeronáutica, investigación espacial; la exploración de la tierra por satélite, servicio fijo por satélite, servicio de aficionados, servicio de radiolocalización y a los sistemas de espectro ensanchado.

- 1) Banda de 5150 a 5250 MHz

- 2) Banda de 5250 a 5350 MHz
- 3) Banda de 5350 a 5460 MHz
- 4) Banda de 5460 a 5725 MHz
- 5) Banda de 5725 a 5850 MHz
- 6) Banda de 5850 a 5925 MHz

Una característica común de las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz es que en ella funcionan los “sistemas de baja potencia y corto alcance”, desarrollados sobre las sub-bandas dedicadas a las aplicaciones ICM consideradas como de “uso libre al público” a nivel mundial. Así, bajo la sombra de los ICM, nacieron tecnologías como el espectro ensanchado, los sistemas U-NII, los sistemas inalámbricos de área local, etc., que bajo la premisa de no-interferencia, poco a poco se han ido implantando a nivel internacional.

En la Región 2 (América) y de acuerdo a la nota internacional S5-150 del Reglamento de la UIT, las bandas de 2,4 GHz y de 5,725 GHz a 5,875 GHz están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM), los servicios de radiocomunicación que funcionen en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones, pero fuera de esta banda, el nivel de radiación de los ICM debe ser tal que no cause interferencia a otros servicios, en particular a un servicio de radionavegación o cualquier otro servicio de seguridad.

La nota P19 del plan nacional de atribución de frecuencias (PNAF), establece que las ondas comprendidas en el rango de frecuencias de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz y 5725-5850 MHz, están destinadas para

aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM) y están atribuidas a título secundario al servicio fijo que utilice la tecnología de espectro ensanchado.

La nota P85A del plan nacional de atribución de frecuencias establece que la banda de 2300 - 2483,5 MHz está atribuida a título primario al servicio fijo para servicios públicos de telecomunicaciones.

Según el artículo 2º de la Directiva N° 003-98-MTC/15.19, la misma que fué aprobada mediante Resolución Directoral N° 076-98-MTC/15.19 (ver anexo C) del 07 de Julio de 1998, se indica que el uso de la tecnología de espectro ensanchado podrá ser autorizado para su empleo en el servicio fijo privado, cuando lo solicite el interesado y siempre que cumpla con las normas técnicas y condiciones establecidas en la presente directiva. Según el artículo 3º de la misma directiva, se autoriza la utilización de sistemas de espectro ensanchado, que operen únicamente en las siguientes bandas de frecuencia, indicadas en el plan nacional de atribución de frecuencias:

2400 – 2483,5 MHz.

5725 – 5850 MHz.

La regulación en otros países al respecto es como se indica a continuación:

a.- Estados Unidos, es el país que hasta el momento cuenta con los mayores adelantos en el uso de tecnologías inalámbricas de banda ancha, por tal motivo el marco regulatorio aplicado en la actualidad, establece algunos lineamientos para servicios inalámbricos que usan bandas libres del espectro, en especial Wi-Fi que merecen ser analizados detenidamente.

La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) define tres tipos de aparatos o dispositivos que utilizan bandas libres, son de baja potencia y no interfieren otras bandas y se catalogan de acuerdo al tipo de radiación emitida:

-Radiaciones intencionales: son aquellos aparatos que generan radiofrecuencias intencionalmente, como son los teléfonos inalámbricos, juguetes a control remoto y otros transmisores de bajo poder.

-Radiaciones no intencionales: generan radiofrecuencias pero no intencionalmente, estos son los computadores, impresoras, discos duros y otros aparatos que cuentan con un reloj interno o circuitos temporizadores, interfases para televisión, VCRs, etc.

-Radiaciones incidentales: generan radiofrecuencias durante su uso pero no de forma intencional, incluye motores o switches mecánicos. La premisa fundamental para este tipo de operaciones es que no pueden causar interferencia en las bandas con licencia y a su vez no están protegidas contra interferencias recibidas.

Los parámetros generales para operaciones en bandas sin licencia son los siguientes:

-A los equipos que operan que generan radiaciones intencionales o no intencionales no se le reconoce derechos adquiridos sobre las bandas utilizadas por el solo hecho de tener aparatos certificados o registro de los mismos.

-Las operaciones que generen radiaciones intencionales, no intencionales o incidentales están sujetas a condiciones de no generar radiaciones peligrosas.

-Las operaciones de este tipo están obligadas a cesar su operación si se comprueba que están causando interferencias perjudiciales a empresas con licencia.

Las primeras bandas que se aprobaron para operar sin licencia se dieron en los años 30 para los 30 MHz, pero los desarrollos que desde la época se han venido realizando, han obligado a la asignación de nuevas bandas; es así como en 1950 se permitía operar sistemas desde los 27 MHz hasta los 70 MHz, En 1985 se aprobó la utilización de espectro ensanchado en la banda de 902-928 MHz, 2400 – 2,835 MHz y 5725 – 5850 MHz. El espectro ensanchado (spread spectrum) fue utilizado por los militares en la segunda guerra mundial, con una gran inmunidad a interferencias e interceptaciones.

La autorización del espectro ensanchado era de gran importancia por dos razones: las bandas de frecuencia utilizadas tenían una destinación para aplicaciones de ICM (industriales, científicas y médicas), cuya intención no era la transmisión de datos y estas frecuencias proporcionaban suficiente ancho de banda para transmitir cantidades considerables de información.

En 1989, la FCC estableció nuevos límites de emisión de potencia con el fin de crear mayores oportunidades para el desarrollo de nuevos dispositivos no licenciados; de igual forma se establecieron nuevas restricciones para algunas bandas con el fin de proteger operaciones de

radio muy sensibles a las interferencias, como bandas para transmisiones por satélite y gubernamentales.

La FCC revisa permanentemente su reglamento con el fin de asignar nuevas bandas libres, es así como en 1995 se destinó la banda de 59 GHz - 64 GHz., para operaciones sin licencia. Una de las variables para tomar en cuenta en este tipo de medidas es que la posibilidad de interferencia en bandas tan altas es muy poca debido a su corto rango de acción.

En 1998 se destinaron las siguientes bandas para la UNII (Infraestructuras Nacionales de la Información No Licenciadas): 5150 – 5350 MHz, 5725,5 – 5825 MHz. De acuerdo con los estudios realizados, la FCC concluyó que al abrir nuevas bandas para uso sin licencia beneficiaría un gran número de usuarios, incluyendo usuarios del sector industrial, médico y científico. Ver tabla 2.2.

Tecnología	Año de autorización	Banda de Frecuencias (MHz)
ISM/ Espectro ensanchado	1985	902-928; 2400-2483,5 & 5725 - 5850
Comunicaciones personales sin licencia	1993	1910 - 1930 & 2390 - 2400
Ondas milimétricas	1995	59000-64000
U-NII	1998	5150-5350 & 5725-5825
Ondas milimétricas (Expansión)	2001	57000-59000

Tabla 2.2. Fuente Comisión Federal de Comunicaciones. Comisión de Investigación de Políticas de Espectro. Reporte 2002 del Grupo de trabajo de dispositivos no licenciados y experimentos autorizados.

Sin embargo no en todas las bandas se han logrado los desarrollos esperados. Tal es el caso de la banda para PCS (Comunicaciones personales sin licencia), con la cual se esperaban desarrollos en teléfonos

inalámbricos, redes de área local y otras aplicaciones de bajo rango, sin embargo para tales desarrollos se necesitaba poca interferencia y en esta banda no se lograba fácilmente.

Contar con bandas libres incentiva el desarrollo, sin embargo es que entre más desarrollos se logren, las bandas van a tener mayor interferencia, por lo tanto la industria presiona cada vez más para que se abran nuevas bandas y evitar dichas interferencias. A este fenómeno se le conoce como “Tragedia de los Comunes <sup>(1)</sup>”. La pregunta que surgía era como podría la FCC asignar nuevas bandas y priorizar dicha asignación con la de bandas exclusivas o por licencia.

Lo que se ha podido concluir es que los nuevos desarrollos son para rangos cortos, permitiendo asignar nuevas bandas, las cuales no tienen porque interferir en aquellas bandas con licencia, por lo tanto, no tendría justificación entregar dichas bandas bajo licencia.

El límite máximo de bandas asignadas para uso comercial es cada vez mayor, por ejemplo en 1995 la banda mas alta asignada fue 40 GHz y ahora está en 77 GHz y muy posiblemente en poco tiempo llegue a los 95 GHz, la probabilidad de interferencia con otras bandas es prácticamente despreciable debido a su corto rango de acción (en la banda EHF o extremadamente alta, por encima de los 30 GHz, el rango de acción se mide en centímetros). Un caso especial donde los límites de potencia en bandas libres no son tan peligrosos, es en la zona rural, debido a la baja densidad

---

<sup>1</sup> Tragedia de los Comunes: término que literalmente significa tragedia de los comunes para referirse al uso de bandas libres donde pueden confluír varios usuarios y tecnologías, al no tener exclusividad en dichas bandas deben soportar entre si interferencias y ruido.

de servicios. De acuerdo con esto, la FCC recomienda el uso de estaciones de mayor potencia para bandas libres con el fin de cubrir mayores distancias, lo cual a su vez permite reducir los costos de inversión. Incentivar el desarrollo de ISPs inalámbricos es fundamental para el desarrollo de la banda ancha en zonas apartadas de los centros urbanos.

Con el fin de realizar estudios y dar recomendaciones para el uso eficiente del espectro, la FCC creó el Grupo de trabajo de dispositivos no licenciados y experimentos autorizados-UEWG). Este grupo ha dado las siguientes recomendaciones:

- Creación de bandas adicionales sin licencia, con lo cual se fomenta el desarrollo de nuevos productos y protocolos cuya interferencia a las demás bandas sea cada vez menor. De igual forma se debería crear un administrador de bandas (“band manager”) que monitoree permanentemente las bandas y mida su uso, con el fin de que las bandas sean mejor aprovechadas inclusive se puede llegar a pensar que para un uso eficiente del espectro se podrían reasignar bandas. Lo importante sería poder medir el impacto de una decisión de este tipo.
- Protocolos: la creación de un “administrador de bandas” también serviría para procurar que los protocolos que se usan para operar en una banda específica cumplan con las condiciones necesarias para garantizar la mínima interferencia posible.
- Creación de un método estándar para la medición de ruidos máximos. Un método estándar permitiría un uso más eficiente del espectro. Para cumplir con este objetivo se necesitaría la participación del sector público y privado.

La disponibilidad de espectro sin licencia ha generado el crecimiento del<sup>(2)</sup> mercado para este tipo de dispositivos, los cuales van desde teléfonos inalámbricos hasta sofisticados equipos de vigilancia. En la tabla 2.3. siguiente se muestra la penetración de estos dispositivos en los Estados Unidos.

Producto	Penetración	Cantidad por vivienda	Total Base instalada (millones)
Teléfonos inalámbricos	81,0%	1,5	130,01
Control de garajes	40,8%	1,29	56,26
Juguetes controlados por radio	19,5%	2,61	54,47
Walkie-talkies	15,1%	1,85	29,81
Monitores de bebe	10,5%	1,38	15,52
Sistemas de seguridad para el hogar	18,0%	1,10	21,21
Sistemas de apertura de puertas de autos	26,5%	1,40	39,71

Tabla 2.3. Fuente: Comentarios CEA del 30.09.2002

La gran popularidad de las redes de computadores y la proliferación de múltiples equipos en los hogares han incentivado el desarrollo de WLAN cuyo costo-beneficio es muy comparable con las redes alámbricas tomando en cuenta la libertad de acción y la movilidad.

b.- Canadá; la banda de 2467 MHz - 2483,5 MHz es considerada de uso libre, las cuales han sido operadas por muchos años, sin embargo solo

<sup>(2)</sup> El grupo de investigación Synergy (research group) estima que para el año 2007, 21 millones de americanos tendrán acceso a W-LAN. Gartner Research predice que para el año 2004 habrán 45 millones de laptop que utilicen tecnología Wi-Fi en el Mundo.

recientemente, desde la adopción del estándar IEEE 802.11 b se ha visto un verdadero desarrollo de aparatos y opciones para el consumidor final. Este segmento del mercado crece rápidamente, pero al mismo tiempo también crece la congestión en esta banda.

Para asegurar que los canadienses tengan acceso a la más avanzada tecnología y facilidades en telecomunicaciones, en 1999 se liberaron 300 MHz en la banda de 5 GHz para la operación de WLAN:

-5150 MHz – 5250 MHz, con PIRE máximo de 200 mw. para uso en interiores.

-5250 MHz – 5350 MHz, con PIRE máximo de 1 W

-5725 MHz – 5825 MHz, con PIRE máximo de 4 W

Estas bandas están armonizadas con el mercado de Norte América. Las redes inalámbricas de uso libre permite conexiones de alta velocidad punto a punto y punto – multipunto con una excelente relación costo-beneficio. El desarrollo de redes inalámbricas permitirá el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones de Canadá, facilitando el acceso y el desarrollo de nuevos productos y servicios, con énfasis en aplicaciones multimedia.

c.- Francia, siempre ha restringido el uso de estas bandas para redes privadas, sin embargo el regulador definió un proceso de consulta en diciembre de 2001 para permitir un uso más amplio de dichas bandas. El objetivo de la consulta era permitir el uso libre de algunos segmentos en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz, las cuales como se dijo antes estaban reservadas para las redes privadas. El proceso de consulta anunciaba que

podría permitir su uso a partir de junio de 2002 para el desarrollo de Host Spots en los 2.4 GHz.

En noviembre de 2002, el regulador adoptó esta decisión y definió las condiciones para el uso de la banda de 2.4 GHz para WLAN. Esta decisión permite que empresas privadas, gobierno e individuos provean en interiores y exteriores servicios de acceso a internet de alta velocidad, bajo las siguientes condiciones:

- La banda de 2400 MHz – 2454 MHz puede usarse para servicios en exteriores con un PIRE máximo de 100 mw (milivatios).

- La banda de 2454 MHz – 2483,5 MHz puede ser usada para servicios en interiores con un potencia máxima de 100 mw., y para exteriores con una potencia máxima de 10 mw. Para servicios en propiedades privadas la potencia puede ser hasta de 100 mw., con previa autorización del Ministerio de Defensa.

d.- Irlanda, el regulador<sup>(3)</sup>, publicó un documento de política en mayo de 2002 llamado “Gerencia estratégica del espectro radioeléctrico en Irlanda”, por medio del cual se proponía el uso de pequeños rangos del espectro para el desarrollo de WLAN bajo el principio de no interferencia y de no protección por parte del estado. El segmento de espectro para estos desarrollos era el de 5,8 GHz. Luego de llevar a consideración pública esta propuesta, la decisión del regulador fue liberar la banda de 5,8 GHz en julio de 2002 para desarrollo de aplicaciones WLAN.

---

<sup>(3)</sup> El Despacho del Director de Regulación de Telecomunicaciones (ODTR).

Adicional a esto se reservó la banda de 5,150 GHz – 5,350 GHz para uso de tecnologías y estándares como el 802.11a en interiores.

Este país considera para uso comercial los canales 10-13, para el uso de espectro ensanchado.

e.- Japón, un número significativo de WLAN en este país utiliza la banda de 2,4 GHz. En marzo de 2002 el gobierno liberó la banda de 5,2 GHz (5,15 GHz – 5,25 GHz) para uso en interiores. En octubre de 2002 se propuso liberar la banda de 5,3 GHz (5,25 GHz – 5,35 GHz) para uso en exteriores, pero luego de los análisis respectivos se concluyó que había una gran probabilidad de interferencia con los satélites de exploración y servicios meteorológicos. De acuerdo con esto se modificó la propuesta en agosto del mismo año y se decidió liberar la banda de 5 GHz (4,9 GHz – 5,0 GHz) y de forma temporal hasta el 2007 la banda de 5,03 GHz – 5,091 GHz.

Como complemento a estas bandas también se dispuso liberar 1000 MHz en el segmento centimétrico del espectro 24,75 GHz – 25,25 GHz y 27,0 GHz a 27,5 GHz y 7000 MHz en el segmento milimétrico (59 GHz – 66 GHz) para desarrollos posteriores de WLAN.

Por último Japón está llevando a cabo los estudios correspondientes para la reasignación de bandas en el espectro que permita un mayor desarrollo de aplicaciones bajo redes inalámbricas en el futuro cercano.

Este país considera como canales comerciales los canales del 1-14 para el uso del espectro ensanchado.

f.- España; agentes del gobierno han manifestado que la tecnología Wi-Fi "Wireless Fidelity" jugará un papel clave en el desarrollo de las

comunicaciones de banda ancha 2,4 GHz. Así lo ha manifestado Carlos López Blanco, Secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, quien considera que el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCyT) debe hacer un esfuerzo por impulsar su desarrollo. El propósito del MCyT no es otro que lograr que Wi-Fi sea una tecnología de "uso público y común, de manera que no exija ningún tipo de utilización exterior, lo que le permitirá crecer y desarrollarse sin trabas".

Las redes Wi-Fi que en España aún se encuentran en proceso de consolidación están habitualmente circunscritas a zonas o áreas geográficas específicas, como empresas, hoteles y aeropuertos, con radios de cobertura limitados. Sin embargo, importantes fabricantes de tecnología están dispuestos a saltarse esta limitación lanzando una nueva tecnología, la WiMAX (802.16) incrementando su capacidad a radios que cubran importantes distancias, siendo su límite actual los 50 Km.

La 802.16 usa frecuencias desde los 2 GHz a los 11 GHz para la creación de redes metropolitanas (MAN) funcionando como una extensión de las líneas ADSL o cable. Por ejemplo, basta conectar una línea ADSL a una velocidad de transmisión de 70 Mbps a un transmisor 802.16 para que este ofrezca cobertura de banda ancha para 1000 residencias en un área determinada. Su uso puede también extenderse a empresas, y el mismo ejemplo podría ofrecer servicios de alta velocidad hasta a 60 empresas en la misma área.

g. Reino Unido, en julio de 2002 la Agencia de Radiocomunicaciones (RA) liberó la banda de 2,4 GHz para la operación de WLAN con fines de acceso

público comercial, previamente solo se permitía el uso de esta banda para WLAN privadas. Todos los equipos que operan en esta banda deben cumplir con los parámetros técnicos especificados en los "Requerimientos de Interface (Interface Requirement IR 2005)". Luego de extensas consultas públicas, en octubre de 2002 se liberó la banda de 5 GHz (bandas A, B y C) para la operación de servicios móviles. Los equipos que operan en estas bandas también deben cumplir con los parámetros antes mencionados. La banda C aun está en estudio debido a que puede causar interferencias, para lo cual se están elaborando parámetros especiales. Se espera próximamente los estudios definitivos.

Aunque muchas de estas tecnologías aun están en experimentación, no tienen protocolos aprobados o aún son muy costosas, lo que se puede concluir es que los desarrollos son cada vez mayores y gracias a ellos y al esfuerzo del sector en conjunto, proveedores, operadores y estado, se puede pensar en alcanzar una verdadera sociedad de la información, dando el paso principal como es la masificación del acceso a las tecnologías de la información y comunicaciones en especial el acceso a Internet. Se estima que el 88% del mercado de WLAN en los Estados Unidos es controlado por 5 compañías, sin embargo el incremento de la competencia es evidente, las grandes empresas están destinando fuertes sumas de dinero en el desarrollo de tecnologías inalámbricas. La incógnita es que estos desarrollos son generalmente para usos en hot-spots, pero resulta que este uso no es rutinario por parte de los consumidores, no forma parte de su vida cotidiana,

sin embargo el gran crecimiento<sup>(4)</sup> de los hot-spots le indica a las compañías de tecnología que el mercado seguirá creciendo y las oportunidades de negocio también. El modelo de negocio prepagado es una opción para el WI-FI, sin embargo ahora también está apareciendo otro tipo de modelos como el de suscripción mensual o anual, pero definitivamente el modelo que prevalece es el de “pay-as-you-go”<sup>(5)</sup>. El desarrollo de la WLAN puede contribuir al desarrollo de las redes alámbricas, por el hecho de permitir a los empleados de una compañía el acceso a ellas de forma inalámbrica desde cualquier lugar, aumentando de esta forma su productividad.

De la misma forma se verán beneficiados los vendedores de PCs portátiles. De otra parte se incentiva el desarrollo de equipos inalámbricos como los PDAs (asistentes personales digitales) y los teléfonos IP.

---

<sup>(4)</sup>Creemos que el 'Wi-Fi' tiene que jugar y está jugando un papel fundamental en la dinamización del mercado de banda ancha y de acceso a Internet de alta velocidad", Carlos López Blanco, secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

<sup>(5)</sup> Pagar por el tiempo efectivamente consumido.

## **CAPITULO III CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE FRECUENCIAS**

### **3.1. Canalización de la banda de frecuencias adoptada en el Perú**

En estos últimos años se ha efectuado una expansión de los sistemas de comunicaciones inalámbricos, desde los teléfonos celulares, teléfonos inalámbricos y los sistemas de gestión de flotas de vehículos por radiocomunicaciones, radiodifusión sonora y/o de televisión hasta los sistemas de asistencia personales digitales para ingresar a internet llámese sistemas de tercera generación, sistemas Wi-Fi y sistemas Bluetooth.

La tecnología de radiocomunicaciones se ha hecho indispensable para un número cada vez mayor de servicios públicos fundamentales, como el sistema de navegación y el sistema mundial de determinación de posición, el control del medio ambiente e incluso la investigación en el espacio lejano.

La organización mundial que regula el sector de Telecomunicaciones es la Unión Internacional de Telecomunicaciones-UIT (International Telecommunication Union-ITU), está dividida en tres distintos sectores:

- Sector de Estandarización para las Telecomunicaciones (Telecommunication Standardization Sector, ITU-T).
- Sector de Radiocomunicaciones (Radiocommunication Sector, ITU-R).
- Sector de Desarrollo (Development Sector, ITU-D).

El sector de radiocomunicaciones elabora normas conocidas como UIT-R, cuya tarea es determinar las características técnicas y los procedimientos operativos de una gama cada vez mayor de servicios. Otra función fundamental de este sector es la gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas, el cual es un recurso natural finito cada vez más solicitado debido al rápido desarrollo de los nuevos servicios de radiocomunicaciones y a la enorme popularidad de las tecnologías de comunicaciones móviles.

Como coordinador del espectro a nivel mundial, el sector de radiocomunicaciones es el responsable de la elaboración y la aprobación del reglamento de radiocomunicaciones, un voluminoso conjunto de normas con carácter de tratado internacional vinculante por el cual se rige la utilización del espectro radioeléctrico por los diferentes servicios en todo el mundo. A través de su oficina, el sector se encarga también de la gestión y el mantenimiento del registro internacional de frecuencias, asignaciones de redes satelitales y otras estaciones terrenas de satélite.

Además el sector UIT-R es el responsable de coordinar los esfuerzos para que los satélites de comunicación, radiodifusión y meteorología que giran cada vez en mayor número en torno a la tierra, puedan coexistir sin que ninguno de ellos cause interferencia perjudicial a los servicios de otro. El sector facilita los acuerdos entre operadores y gobiernos y ofrece instrumentos y servicios prácticos para ayudar a los administradores del espectro de frecuencias radioeléctricas a realizar su labor cotidiana.

Dado que la utilización y la gestión a nivel mundial del espectro requiere de un alto grado de cooperación internacional, una de las

principales tareas del sector UIT-R consiste en supervisar y facilitar las complejas negociaciones intergubernamentales necesarias para elaborar acuerdos jurídicamente vinculantes entre estados soberanos. Estos acuerdos se incluyen en el reglamento de radiocomunicaciones y en planes regionales aprobados para los servicios móviles y de radiodifusión.

El primer reglamento de radiocomunicaciones se estableció en 1906, en la Conferencia Radiotelegráfica Internacional de Berlín, la cual aprobó el primer convenio de radiotelegrafía. En 1947, la popularidad de los sistemas de radiocomunicaciones había llegado a tal punto que el cuadro de atribución de frecuencias, creado en 1912 para controlar la utilización del espectro, se hizo perceptivo con el fin de posibilitar el funcionamiento sin interferencias de los diferentes servicios. El reglamento de radiocomunicaciones se aplica a las frecuencias que van desde 9 KHz a 400 GHz, y ahora tiene abundante información en la que se describe como ha de utilizarse el espectro y como ha de compartirse a nivel mundial. En un mundo cada vez más inalámbrico, los servicios diferentes de radiocomunicaciones compiten por atribuciones de espectro que les proporcionen una anchura de banda necesaria para su posible expansión y para dar cobertura a un mayor número de usuarios.

La proporción del espectro de frecuencias radioeléctricas adecuada para las comunicaciones se divide en “bloques”, cuyo tamaño varía según las necesidades de cada servicio. Estos bloques se llaman “bandas de frecuencias” y se atribuyen a los servicios en régimen exclusivo o compartido. De esta forma surge la canalización del espectro radioeléctrico.

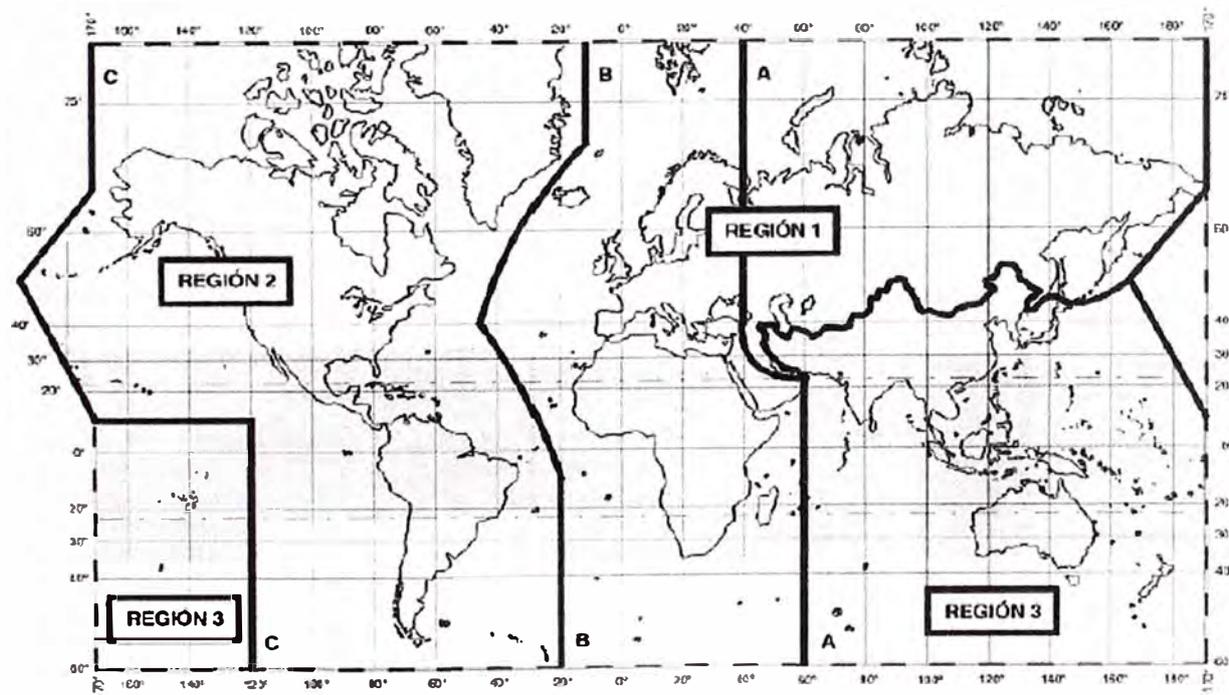
La lista completa de servicios y de bandas de frecuencia atribuidas a los mismos en las diferentes regiones constituye el cuadro de atribución de frecuencias, que a su vez forma parte del reglamento de radiocomunicaciones.

Solo una conferencia mundial de radiocomunicación puede introducir cambios en el cuadro y en el propio reglamento. Estos cambios se realizan sobre la base de negociaciones entre las delegaciones nacionales, que trabajan para hacer compatibles las distintas demandas de mayor capacidad con la necesidad de proteger los servicios existentes. Si un país o grupo de países desea obtener una banda de frecuencias para un fin que no esté contemplado en el cuadro de atribución de frecuencias, puede introducirse cambios en el mismo, siempre que se obtenga el consenso de todos los estados miembros. En tal caso el cambio puede indicarse por medio de una nota o autorizarse por medio de la aplicación de un procedimiento del reglamento de radiocomunicaciones, según el cual las partes implicadas deben solicitar oficialmente el acuerdo de cualquier otro país que se vea afectado por el cambio antes de que el nuevo servicio comience a utilizar la banda. Además de administrar el cuadro de atribución de frecuencias; las conferencias mundiales de radiocomunicaciones pueden también aprobar planes de asignaciones o de adjudicaciones para servicios en los cuales la transmisión y la recepción no se limitan necesariamente a un determinado país o territorio. En el caso de los planes de asignaciones, las frecuencias se atribuyen sobre la base de las necesidades de comunicación por cada país para cada estación dentro de un determinado servicio, mientras que en el

caso de los planes de adjudicaciones, se adjudican a cada país las frecuencias que utilizara un determinado servicio, y después las autoridades nacionales se encargan de hacer las asignaciones correspondientes a cada estación dentro de ese servicio.

El sector UIT-R realiza la labor técnica previa que permite a las conferencias de radiocomunicaciones tomar decisiones fundamentales, y que consiste en elaborar procedimientos reglamentarios y examinar cuestiones técnicas, planificar parámetros y criterios de compartición con otros servicios con el fin de calcular el riesgo de interferencia perjudicial.

El Perú se encuentra ubicado en la región 2 según el reglamento de radiocomunicaciones de la UIT.



**Fig. 3.1.** Regiones según el reglamento de radiocomunicaciones de la UIT.

En el Perú; la asignación de frecuencias se rige según el plan nacional de asignación de frecuencias (PNAF), en el cual se ha elaborado un

cuadro de atribución de bandas de frecuencias, en el mismo se observa en cuanto al espectro ensanchado lo siguiente:

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCIÓN	NOTAS Y OBSERVACIONES
13410KHz-13570KHz FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico(R)	13410KHz-13570KHz FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico(R)	P19
26175 – 27500KHz FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	26175 – 26965 KHz FIJO MOVIL salvo móvil Aeronáutico	
	26965 - 27405 KHz Canales omnibus	P19, P25
	27405 -27500 KHz FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
40,02 – 40,98 MHz FIJO MOVIL	40,02 – 40,98 MHz FIJO MOVIL	P19, P25
902-928 MHz FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	902-928 MHz FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P19
2300 – 2450 MHz FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Aficionados	2300 – 2450 MHz FIJO MOVIL Radiolocalización Aficionados	P19,P40, P85A
2450 – 2483,5 MHz FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION	2450 – 2483,5 FIJO MOVIL Radiolocalización	P19,P85A
2483,5-2500 MHz FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-tierra) Radiolocalización Radio determinación	2483,5-2500 MHz MOVIL POR SATELITE FIJO MOVIL (espacio-tierra) Radiolocalización Radio determinación	P19,P53
5725-5830 MHz RADIOLOCALIZACION Aficionados	5725-5830 MHz RADIOLOCALIZACION Aficionados	P19
5830-5850 MHz RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite (espacio-tierra)	5830-5850 MHz RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite (espacio-tierra)	P19
5850-5925 MHz FIJO FIJO POR SATELITE (tierra-espacio) Móvil Aficionados Radiolocalización	5850-5925 MHz FIJO FIJO POR SATELITE (tierra-espacio) Móvil Aficionados Radiolocalización	P19

24 – 24,05 GHz Aficionados Aficionados por satélite	24 – 24,05 GHz Aficionados Aficionados por satélite	P19
24,05 – 24,25 GHz RADIOLOCALIZACION Aficionados Exploración de la Tierra por satélite (activo)	24,05 – 24,25 GHz RADIOLOCALIZACION Aficionados Exploración de la Tierra por satélite (activo)	P19
25,25-25,5 GHz FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Frecuencias patrón y señales Horarios por satélite (tierra-espacio)	25,25-25,5 GHz FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Frecuencias patrón y señales Horarios por satélite (tierra-espacio)	P85A
25,5-27GHz FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Exploración de la tierra por satélite (espacio-tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (tierra-espacio)	25,5-27GHz FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Exploración de la tierra por satélite (espacio-tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (tierra-espacio)	P85A
27-27,5 GHz FIJO FIJO POR SATELITE(tierra-espacio) ENTRE SATELITES MOVIL	27-27,5 GHz FIJO FIJO POR SATELITE(tierra-espacio) ENTRE SATELITES MOVIL	P85A
42,5-43,5 GHz FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico Radioastronomía	42,5-43,5 GHz FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico Radioastronomía	P85A

Tabla 3.1. Parte de Tabla del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

En la tabla 3.1. se indica notas y observaciones referentes al espectro ensanchado, en ella se menciona lo siguiente:

Nota P19 Las bandas:

13553-13567 KHz (frecuencia central 13560 KHz),

26957-27283 KHz (frecuencia central 27120 KHz),

40,66-40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),

902-928 MHz (frecuencia central 915 MHz),

2400-2500 MHz (frecuencia central 2450 MHz),

5725-5875 MHz (frecuencia central 5800 MHz) y

24-24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)

están destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas(ICM).

Los servicios de radiocomunicación que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultantes de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones no ICM.

Nota P85A: Las bandas comprendidas entre 2300-2483,5 MHz, 25,25-27,5 GHz y 42,5-43,5 GHz están atribuidas a título primario al servicio fijo para servicios públicos de telecomunicaciones. La asignación de espectro y/o el otorgamiento de concesión de estas bandas en esta categoría por concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la provincia constitucional del Callao. Este mecanismo no se aplicará a los casos en los cuales el Ministerio al aprobar las metas de uso de espectro haya establecido el espectro adicional a ser asignado, siempre y cuando haya sido solicitado antes de la vigencia de la R.M. N° 397-2000-MTC/15.03 <sup>(6)</sup> y se cumplan las exigencias establecidas en el Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

### **3.2. Canalización de la banda de espectro ensanchado**

Tal como se comentó en el numeral 3.1 el espectro es un rango de frecuencias que se dividen en sub-bandas y estas últimas se canalizan.

---

(6) El artículo 5° de la R.M. N° 397-2000-MTC/15.03 con el título "Modifican el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias", menciona lo siguiente:

Adicionar la nota P85A al Plan Nacional de Atribución de Frecuencias aprobado por Resolución Ministerial N° 250-97-MTC/15.19, cuyo texto es el siguiente:

P85A Las bandas comprendidas entre 2300 – 2483,5 MHz; 25,25 – 27,5 GHz y 42,5 – 43,5 GHz están atribuidas a título primario al servicio fijo para servicios públicos de Telecomunicaciones. La asignación de espectro y/o el otorgamiento de concesión de estas bandas en esta categoría serán por concurso público de ofertas.

Asimismo, según el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF), las bandas identificadas para el acceso a las redes de los operadores y para aplicaciones en banda ancha son de 2,4 GHz; 3,5 GHz; 10,5 GHz; 26 GHz; 28 GHz; 31 GHz; 38 GHz y 40 GHz.

Cuando se canalizó la banda de 2,4 GHz (2300 - 2483,5 MHz) se dividió en 20 radiocanales de 4 MHz + 4 MHz, como sigue:

Canal N°	Frecuencia(MHz)	Canal N°	Frecuencia(MHz)
1	2308,0	1'	2402,0
2	2312,0	2'	2406,0
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
19	2380,0	19'	2474,0
20	2384,0	20'	2478,0

Tabla 3.2. Canalización de bandas de frecuencia de 2,4 GHz.

Los radiocanales 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 (9 canales) se encuentran asignados a concesionarios del servicio portador local en Lima y Callao. En estos lugares hay dos (02) empresas que tienen asignados canales como sigue:

Empresa A : canales 11, 12 y 13.

Empresa B: canales 15, 16, 17, 18, 19 y 20

El PNAF ha establecido que la asignación de espectro en esta banda será por concurso público en Lima y Callao, por lo que los canales disponibles deberán ser asignados mediante esta modalidad.

En provincias se ha asignado frecuencias a tres (03) empresas A, B y C de la siguiente manera:

Empresa A, tiene asignado 4 radiocanales CHs 11, 12, 13 y 14 en Piura, Chiclayo, Trujillo, Arequipa, Tacna, Cusco e Iquitos.

Empresa B, tiene asignado 6 radiocanales CHs 15, 16, 17, 18, 19 y 20 para prestar servicios en las provincias de Arequipa, Chiclayo, Piura, Ancash, La Libertad, Cuzco, Loreto, Tacna, Ica y Junín.

Empresa C tiene asignado 6 radiocanales CHs 01, 02, 03, 04, 05 y 06 para la prestación del servicio portador local en Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, Ferreñafe, Lambayeque y Piura.

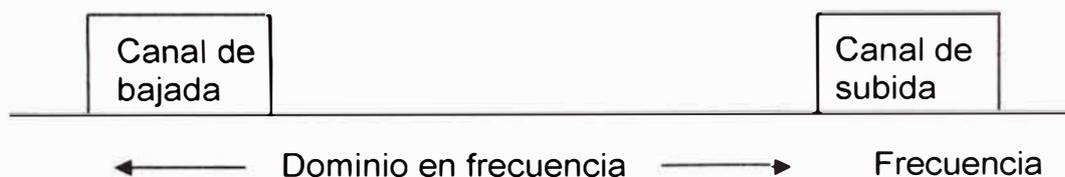
De lo indicado en la tabla 3.2, se desprende que la canalización del espectro ensanchado se ha dado con un espaciamiento de 4 MHz (2400-2483,5 MHz) entre canal y canal. De otro lado se desprende que el espaciamiento entre el canal de subida y de bajada en la banda de 2300 - 2483,5 MHz es de 94 MHz.

Cabe resaltar que en comunicaciones inalámbricas se requiere modos de transmisión que pueden ser clasificados como Simplex, Half-duplex y Full-Duplex. En sistemas Simplex, la comunicación es posible solo en una dirección. Los sistemas de radio Half Duplex permiten comunicaciones de 2 vías, pero utilizan el mismo canal de radio para ambos transmisión y recepción. Esto significa que en algún momento dado, un usuario puede o solo transmitir o solo recibir información. Los sistemas Full Duplex, permiten transmisión y recepción de radio en forma simultánea entre un usuario y una estación base para lo cual provee 2 canales simultáneos pero separados (FDD; Frecuency Division Duplex) o time slots adyacentes sobre un canal de

radio simple (TDD; Time Division Duplex) para comunicar hacia y desde el usuario.

FDD provee canales de transmisión de radio simultáneos para el suscriptor y la estación base, así que ambos pueden transmitir constantemente mientras reciben simultáneamente señales uno del otro. En la estación base, antenas que separan transmisión y recepción son usadas para acomodar los canales separados. En la unidad suscriptor, sin embargo una antena simple es usada para transmitir y recibir señales de una estación base y un dispositivo llamado duplexor es usado dentro de la unidad suscriptor para habilitar a la misma antena para ser usada como transmisor y receptor simultáneamente. Para facilitar FDD, es necesario separar las frecuencias de transmisión y recepción, de esta manera el duplexor puede proveer el aislamiento suficiente. A continuación se grafica la técnica FDD.

FDD: (Frequency División Duplex)



**Fig. 3.2.** Modos de transmisión de señales FDD.

TDD usa el hecho que es posible compartir un canal simple de radio en el tiempo, para lo cual una porción del tiempo es utilizado para transmitir de la estación base a la estación móvil y el resto del tiempo es utilizado para transmitir de la estación móvil a la estación base. Si la velocidad de transmisión de datos en el canal es mucho mayor que la velocidad de datos del usuario, es posible almacenar burst de información y proveer la

aparición de operación full duplex a un usuario, aun cuando no hay 2 transmisiones de radio simultáneas en algún instante. TDD solo es posible con formatos de transmisión digital y modulación digital y es muy sensible al tiempo. TDD: (Time División Duplex)



**Fig. 3.3.** Modos de transmisión de señales TDD.

Por lo que se puede observar en la figura 3.3 y en el plan de canalización de la tabla 3.2, solo se ha considerado el modo de transmisión FDD debido a las características del equipo de MMDS; sin embargo, la tecnología de espectro ensanchado que opera en la banda de 2400 a 2483,5 MHz opera en el modo TDD y en el modo FDD.

### 3.2.1. Comparación internacional de la canalización en otras administraciones

Con relación a la canalización de la banda de espectro ensanchado, se tiene la siguiente relación entre canales y frecuencias en la banda de 2,4 GHz:

Relación entre canales y frecuencias	
Canal	Frecuencia
1	2,412 GHz
2	2,417 GHz
3	2,422 GHz
4	2,427 GHz

5	2,432 GHz
6	2,437 GHz
7	2,442 GHz
8	2,447 GHz
9	2,452 GHz
10	2,457 GHz
11	2,462 GHz
12	2,467 GHz
13	2,472 GHz
14	2,484 GHz

**Tabla 3.3.** Tabla de canalización según norma IEEE 802.11

En todos los países no están habilitados los mismos canales, en algunos casos uno o varios de ellos se encuentran reservados para los militares. A manera de ejemplo en la siguiente tabla se pueden ver los canales dependiendo de cada país:

Países	Canales
Europa (ETSI)	1-13
USA(FCC)	1-11
Francia	10-13
Japón	1-14
España	10-11
Canadá	1-11

**Tabla 3.4.** Cantidad de canales de 2,4 GHz de espectro ensanchado usados en el mundo.

A continuación en la tabla 3.5 siguiente, se muestra la canalización:

CH- ID	Frecuencia (MHz)	Organismos Reguladores						
		X'10' FCC	X'20' IC	X'30' ETSI	X'31' España	X'32' Francia	X'40' Japón	X'41' Japón
1	2412	x	x	x	---	---	---	x
2	2417	x	x	x	---	---	---	x
3	2422	x	x	x	---	---	---	x
4	2427	x	x	x	---	---	---	x
5	2432	x	x	x	---	---	---	x
6	2437	x	x	x	---	---	---	x
7	2442	x	x	x	---	---	---	x
8	2447	x	x	x	---	---	---	x
9	2452	x	x	x	---	---	---	x
10	2457	x	x	x	x	x	---	x
11	2462	x	x	x	x	x	---	x
12	2467	---	---	x	---	x	---	x
13	2472	---	---	x	---	x	---	x
14	2484	---	---	---	---	---	x	---

**Tabla 3.5.** Canales específicos de 2,4 GHz en el mundo.

De otro lado, haciendo una revisión a los manuales de los equipos de espectro ensanchado se tiene el plan de canalización indicado a continuación. Dicho plan de canalización es considerado por el equipo de radio de espectro ensanchado marca Airlink que funcionan a una velocidad

de 64 Kbps y con un ancho de banda de 5,1 MHz, el protocolo de radio es TDD(Time División Duplex).

Número de canal	Frecuencia (MHz)
1	2407,067
2	2412,265
3	2417,465
4	2422,663
5	2427,863
6	2433,060
7	2438,259
8	2443,457
9	2448,659
10	2453,857
11	2459,056
12	2464,254
13	2469,454
14	2474,653
15	2479,851

**Tabla 3.6.** Asignación de canales de espectro ensanchado equipo Airlink

Analizando el plan de canalización de otro equipo de espectro ensanchado marca DTS modelo Skyplex 2,4GHz con protocolo de radio TDD(Time División Duplex) multicanal, se tiene los siguientes anchos de banda a las siguientes velocidades:

Ancho de Banda	Velocidad	Número de canales
5,2 MHz	64 Kbps	15
10,4 MHz	128 Kbps	8
20,8 MHz	256 Kbps	7
30,72 MHz	384 Kbps	8
41,96 MHz	512 Kbps	3

**Tabla 3.7.** Asignación de canales de espectro ensanchado equipo DTS

El plan de canalización versus las frecuencias del equipo marca DTS varia dependiendo de la velocidad de transmisión, así a 64 Kbps se tiene:

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2407,1
2	2412,3
3	2417,5
4	2422,7
5	2427,9
6	2433,1
7	2438,3
8	2443,1
9	2448,7
10	2453,9
11	2459,1
12	2464,3
13	2469,5

14	2474,7
15	2479,9

**Tabla 3.8.** Canalización de banda de 2,4 GHz equipo DTS velocidad 64 Kbps.

Los canales versus las frecuencias a la velocidad 128 Kbps es:

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2407,067
2	2417,465
3	2427,863
4	2438,261
5	2448,659
6	2459,056
7	2469,454
8	2474,653

**Tabla 3.9.** Canalización de banda de 2,4 GHz equipo DTS velocidad 128 Kbps.

Los canales versus las frecuencias a la velocidad de 256 Kbps es:

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2411,446
2	2421,452
3	2431,458
4	2441,464
5	2451,470
6	2461,476
7	2471,482

**Tabla 3.10.** Canalización de banda de 2,4 GHz equipo DTS velocidad 256 Kbps.

Los canales versus las frecuencias a la velocidad de 384 Kbps es:

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2417,465
2	2422,663
3	2427,863
4	2438,259
5	2448,659
6	2453,857
7	2459,056
8	2464,254

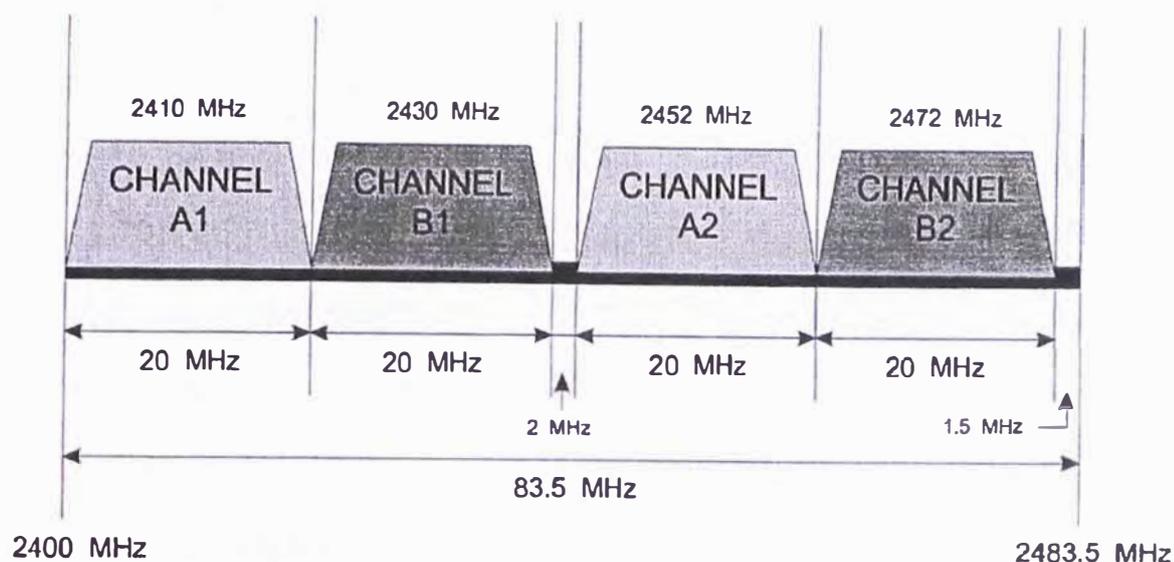
**Tabla 3.11.** Canalización de banda de 2,4 GHz equipo DTS velocidad 384 Kbps.

Los canales versus las frecuencias a la velocidad de 512 Kbps es:

Canal	Frecuencia (MHz)
1	2421,452
2	2441,464
3	2461,476

**Tabla 3.12.** Canalización de banda de 2,4 GHz equipo DTS velocidad 512 Kbps.

Analizando el plan de canalización de otro equipo de espectro ensanchado marca DTS con 20 MHz de ancho de banda por canal, y velocidad 1E1 tenemos el siguiente plan de canalización, protocolo de radio FDD (Frecuency División Duplex):



**Fig.3.4.** Canalización de banda de espectro ensanchado modo FDD.

### 3.2.2. Ventajas

- Es adecuado canalizar la banda de espectro ensanchado para tener un control efectivo del espectro radioeléctrico, por ser un recurso muy escaso.
- La canalización es adecuada en la homologación de equipos, para controlar los estándares de fabricación de equipos que se permitirán utilizar en el medio.
- La canalización es adecuado porque el control y administración de los canales de radiofrecuencia hacen menos probables las interferencias y dado que actualmente las empresas operadoras de servicio público portadores locales se quejan continuamente de estar siendo interferidas, es necesario canalizar la banda e indicar los canales que no deben ser utilizados.
- Tal como se aprecia en la figura 3.4, en la canalización para modos de transmisión FDD, los sistemas utilizan dos canales con frecuencias correspondientes a un canal de subida y un canal de bajada. Para el caso del modo de transmisión TDD se utiliza una sola frecuencia, de aquí se

concluye que el plan de canalización para FDD es distinto al plan de canalización para la modalidad TDD.

- Se debe permitir la operación en la banda de espectro ensanchado sólo a los equipos que utilizan tecnología de espectro ensanchado, los equipos que emplean tecnología MMDS deben ser reasignados sus canales de operación en otra banda de frecuencias.
- Con la incursión en el mercado actual de equipos que operan con la tecnología de espectro ensanchado se recomienda revisar el plan nacional de asignación de frecuencias para analizar la banda de espectro ensanchado, debido a que debe estar acorde con el uso de la tecnología en esta banda.

### **3.2.3. Desventaja**

- La modificación de la reglamentación de la banda de espectro ensanchado para servicios públicos en el Perú aún no se ha elaborado, razón por la cual requiere con urgencia esta nueva reglamentación.
- En el caso del modo Full Duplex TDD no se puede utilizar la canalización con respecto a frecuencias pues solo utilizan una sola frecuencia. La frecuencia de subida y de bajada es la misma, de aquí que cuando se elabora un plan de canalización y en la homologación de equipos habría que considerar esta característica sea FDD o TDD, probablemente se tenga que actualizar los certificados de homologación agregando esta característica.
- El problema de la canalización tal como se observo en el numeral 3.2.1 en el modo TDD la canalización depende de la velocidad de transmisión, de aquí se concluye que cuando se transmite desde un mismo emplazamiento

pueda ocasionar solapamientos de los canales adyacentes y este hecho se debe recomendar cuando se elabore la norma.

- Una desventaja de la canalización de la banda es que las empresas que operan en un determinado canal puedan creer que ese canal el Ministerio les ha asignado como si fuera exclusivo de ahí que este aspecto se debe indicar en forma explícita en la nueva norma del uso de la banda de espectro ensanchado.

-Debido a que la banda espectro ensanchado es una banda donde se presenta continuamente quejas de interferencias perjudiciales, habría que otorgar autorizaciones tanto a servicios públicos como privados pero en una modalidad que las empresas no puedan presentar quejas de interferencias perjudiciales debido al gasto administrativo que ello conlleva atender.

## **CAPITULO IV INTERFERENCIAS**

Actualmente operan empresas, que por razones de confidencialidad en el presente trabajo mantendré en reserva sus nombres, involucradas en el problema de interferencias. A nivel de Lima y Callao hay tres (03) empresas que tienen asignadas frecuencias de operación en el rango de frecuencias donde ocurre el problema de interferencias, de las cuales solo dos (02) empresas operan.

Previamente daremos algunos conceptos relacionados a interferencia según la UIT, este es el efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.

De otro lado, interferencia admisible, se define como la interferencia observada o prevista que satisface los criterios cuantitativos de interferencia y de compartición que figuran en el Reglamento o Recomendación UIT-R o en acuerdos especiales según lo previsto en el Reglamento.

Interferencia aceptada, es la interferencia de nivel más elevado que el definido como interferencia admisible, que ha sido acordada entre dos o más administraciones sin perjuicio para otras administraciones.

Interferencia perjudicial; es la interferencia que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad , o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación explotado de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones.

A continuación analizamos el problema de interferencias presentado en nuestro medio en la banda de espectro ensanchado.

#### 4.1. Antecedentes

##### EMPRESA A:

1. Su operación fue autorizada y tiene contrato suscrito para la prestación del servicio público portador local en la provincia de Lima y la provincia Constitucional del Callao. De otro lado, tiene aprobado características técnicas específicas de operación y asignado espectro radioeléctrico a título primario con los siguientes canales:

Radiocanal de ida Nº	Downstream (MHz)	Radiocanal de retorno Nº	Upstream (MHz)
11	2348	11'	2442
12	2352	12'	2446
13	2356	13'	2450

**Tabla 4.1.** Canales asignados mediante Resolución Viceministerial

2. Posteriormente, se amplia el área de concesión para la prestación del servicio público portador local a todas las áreas locales del territorio de la República del Perú y se autoriza la nueva asignación de los siguientes canales:

Radiocanal de ida N°	Downstream (MHz)	Radiocanal de retorno N°	Upstream (MHz)
11	2348	11'	2442
12	2352	12'	2446
13	2356	13'	2450
14	2360	14'	2454

**Tabla 4.2.** Canales asignados mediante nueva Resolución Viceministerial.

3. En el año 2001, la empresa A presenta quejas de interferencias perjudiciales en la banda de 2400 a 2483,5 MHz. Al respecto se detectó al causante de la interferencia, se trataba de una empresa de cabinas de internet que operaba indebidamente sin contar con autorización. Esta empresa dejó de operar.

4. Posteriormente, la empresa presenta otros casos de quejas de interferencias perjudiciales que fueron detectados y que fueron solucionados oportunamente. Dichos casos se presentaron en Lima, los mismos también estaban relacionados con el uso indebido de enlaces en la banda de 2,4 GHz utilizando la tecnología de espectro ensanchado para cabinas públicas de Internet.

5. De otro lado, analizando las autorizaciones otorgadas por este Ministerio habían casos de usuarios de servicio privado en la banda de 2,4 GHz,

algunos de los cuales fueron notificados obligándoles a suspender sus transmisiones hasta corregir las causas de la interferencia perjudicial.

6. Seguidamente, el Ministerio verificó y atendió nuevas quejas de interferencias de la empresa A, toda vez que la citada banda de 2,4 GHz es utilizada por empresas portadoras a título primario y por empresas privadas a título secundario. Es de notar que las operaciones de las empresas privadas son a nivel nacional, la operación de los portadores solamente es a nivel de Lima - Callao. Cabe precisar que la autorización de enlaces de transmisión de datos (Radiocomunicación Privada - Redes LAN) sólo se otorga a título secundario, de acuerdo a la Directiva N° 003-98-MTC/15.19 aprobada por R.D. N° 076-98-MTC/15.19 (punto a punto en zonas urbanas, punto multipunto y recintos limitados), usando la tecnología de espectro ensanchado; a personas naturales o jurídicas, exclusivamente para uso privado. Después de un análisis de la información, el Ministerio indica que se han verificado casos de interferencia perjudicial producida por parte de empresas de servicios privados autorizados y no autorizados, debido a la utilización de la tecnología del espectro ensanchado, en perjuicio de la empresa "A".

7. Equipo utilizado por la empresa A:

-Transmisor MMDS marca EMCEE, modelo TTS10HSD serie M/L 91454-1-SN883 el cual tiene las siguientes características:

Potencia de salida: 2,5; 5; 15 o 25 watts.

Frecuencia de salida: 2 - 2,7 GHz.

Modo de modulación: 64 QAM y QPSK.

Descripción de la red de la empresa A; debemos indicar que la empresa A cuenta con un centro de gestión y estación/PoP en un mismo emplazamiento, el cual se comunica con otro emplazamiento donde se encuentra ubicado una estación base/Po Tx/Rx ubicada en el Morro Solar en ella utiliza una macro celda para cubrir todo el área de Lima Metropolitana y el Callao para lo cual se ha dividido en cuatro sectores para la transmisión y recepción de las señales provenientes de los suscriptores. Las frecuencia que se transmiten del nodo al suscriptor se denomina Downstream y la frecuencia que se transmite del usuario al nodo se denomina Upstream. Cada sector cuenta con 20 canales de 200 KHz, los mismos que se asignan de manera dinámica bajo el control del algoritmo de asignación de canales que corre en cada uno de los equipos de subida instalados en la Macro Celda. La información que viaja por los canales de subida del sistema se encuentra modulada en QPSK y el nivel de señal a ruido (SNR) mínimo que acepta el sistema para procesar la información con un BER aceptable es de 15 dB. Si un canal presentase un nivel SNR menor a este valor y fuese asignado para la transmisión de un cliente, la información que por él se envía no podría ser demodulada por el sistema MMDS y por ende dicha información se perdería.

Finalmente, debemos indicar que la operación de la empresa en la actualidad es sólo a nivel de Lima y Callao.

Empresa B:

1. Empresa que se encuentra autorizada y tiene concesión para prestar el servicio portador local. Tiene canales asignados a título primario y son:

Radiocanal de ida N°	Downstream (MHz)	Radiocanal de retorno N°	Upstream (MHz)
15	2364	15'	2458
16	2368	16'	2462
17	2372	17'	2466
18	2376	18'	2470
19	2380	19'	2474
20	2384	20'	2478

**Tabla 4.3.** Canales asignados a la empresa B mediante Resolución Viceministerial.

2. Posteriormente, la empresa informa al Ministerio, que durante el proceso de implementación de su sistema punto multipunto, encontraron fuertes interferencias perjudiciales y portadoras de radiofrecuencia operando en los canales que le han sido asignados en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz, lo que les impide el desarrollo normal de sus operaciones y del servicio portador local en Lima y Callao. Revisando la base de datos de asignación de frecuencias, se observa que las frecuencias asignadas a la empresa "B" no corresponde a ningún usuario del Teleservicio Privado.

3. Luego se efectúan verificaciones técnicas, en las que se comprueba la operatividad de empresas de servicio privado no autorizadas y que además no cumplen con la directiva aprobada mediante R.D. N° 076-98-MTC/15.19 del 18.07.1998 referente a la potencia y ganancia permisibles para los equipos de espectro ensanchado. Finalizadas las pruebas y verificaciones

técnicas a los equipos de espectro ensanchado, se establecen que han sido subsanadas las causas de interferencia de la empresa "B".

#### 4. Equipo utilizado por la empresa B:

Transmisor Base marca Spike modelo Highpoint BDS, la cual emplea la técnica de MMDS para distribuir señales digitales de alta velocidad, conformada por 2 antenas sectorizadas de alta directividad. Equipos transceptores MMDS para distribuir señales digitales a varios sectores en la banda de 2360 MHz a 2480 MHz y hasta velocidades de 10 Mbps. Solo opera a nivel de Lima y Callao.

La empresa "C" en la actualidad no opera.

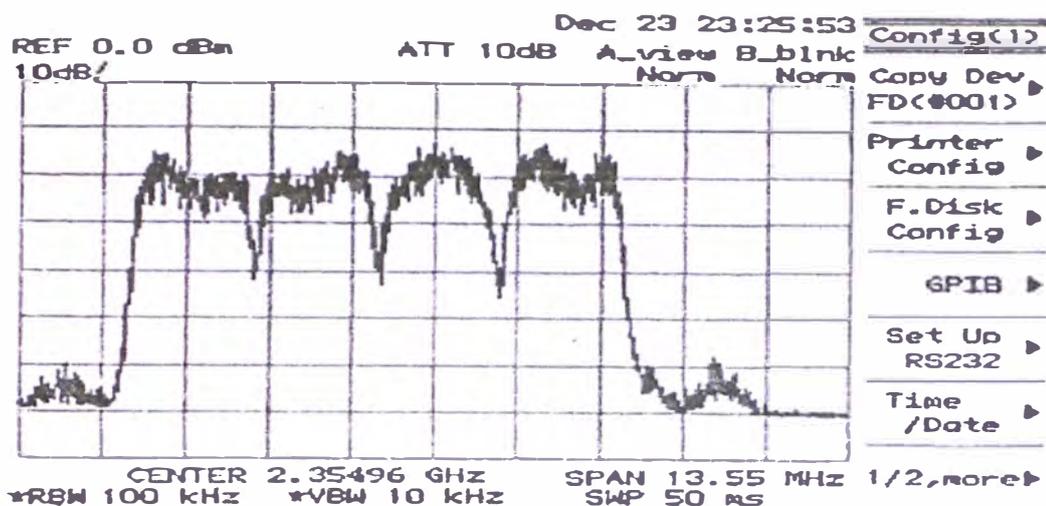
#### **4.2. Señales interferentes**

Durante los últimos 4 años se han venido presentando problemas de interferencia que han afectado a las empresas de servicio público, portadores locales. En la tabla 4.4, se indica un reporte de emisiones, estadísticas que el sistema de gestión muestra cuando se presenta una señal interferente, cuantitativamente los niveles de S/N son menores de 15 dB y técnicamente esta se manifiesta a nivel de la empresa: deshabilitando canales por considerar que tienen un nivel de señal a ruido por debajo del nivel permitido; a nivel de los abonados: comienzan a experimentar un efecto de lentitud debido a que los canales disponibles son menores y la retransmisión de paquetes se hace permanente.

4: Channel		Report	from	cmStatus	Feb 19 20:23:20			
R:Normal		Quality	Info	for	emul			
		CMU:cmul-upa				UDG:upla		
Channel	FEC	FEC	Cor	FEC	UnCor	Bad	Received	Signal/
Number	Blocks	Errors		Errors		Packets	Packets	Noise
1	134368	34313		25629		16466	602	27
2	84298	27439		9282		6617	1682	21
3	58783	26318		28392		16226	1430	28
4	124899	25829		16375		13000	9321	26
5	125240	15711		5243		3825	12290	29
6	137240	11898		3534		2586	12245	28
7	140473	11254		2988		2160	13232	28
8	134674	11956		3190		2330	10433	25
9	80101	29004		8313		4074	1881	3
10	<b>450300</b>	<b>243985</b>		<b>446125</b>		<b>139</b>	<b>0</b>	<b>-7</b>
11	114599	22210		12522		9194	12388	28
12	134607	17995		4024		2728	10957	20

**Tabla 4.4.** Reporte de estadísticas del sistema de administración del sistema MMDS.

En la tabla 4.4, se puede observar que existen 02 canales (CH 09, 10) cuyo reporte de medición (S/N) es menor a 15 dB. Cabe indicar, que la empresa que ha venido presentando más quejas debido a las interferencias es la empresa A, la empresa B ha dejado de utilizar momentáneamente el espectro asignado. La empresa C nunca inició sus operaciones. Esta es una de las razones por la cual la empresa A, monitorea permanentemente los niveles de señal a ruido de cada uno de los canales RF de subida del sistema y por ende detecta problemas de interferencias con frecuencias específicas dentro del espectro asignado y puede tomar acciones al respecto.



**Fig. 4.1.** Característica de las señales de Downstream de la empresa A (Enlace: Morro-usuario).

En la figura 4.1 se muestra los 04 canales Downstream asignados a la empresa A, este gráfico es la salida impresa de un analizador de espectros.

A continuación mostraremos el reporte de estadísticas del valor S/N, indicadas por el sistema de administración MMDS. Puesto que el sistema de transmisión de la empresa A está dividido en 4 sectores, en el primer caso mostraremos el primer sector antes de apagar el equipo interferente.

#### SNR Canales Afectados en el Sector 1 (Antes de Apagar los Equipos Interferentes)

```
4: Channel Quality Info for cmul -- Apr 30 13:11:04
    CMU:cmul-upb -- UDG:up1b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/ Noise
1	9552172	1216219	38180	30165	1957	16
2	25269	91808	7004	5621	0	7
3	13777	8576	2702	2481	2	17
4	9439973	730440	17953	14415	24	18

**Tabla 4.5.** Estadísticas del sector 1, equipo interferente encendido

En la tabla 4.5, se observa que el valor de S/N menor de 15 dB ocurre en el canal 2. Cuando se apaga el equipo interferente, la relación de S/N varía, tal como se puede apreciar en la tabla 4.6.

#### SNR Canales Afectados en el Sector 1 (Después de Apagar los Equipos Interferentes)

```
4: Channel Quality Info for cmu1 -- Apr 30 13:16:03
    CMU:cmu1-upb -- UDG:up1b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/Noise
1	9564320	1217838	38265	30234	9963	26
2	25269	91808	7004	5621	0	23
3	13779	8576	2702	2481	4	24
4	9439973	730440	17953	14415	24	18

**Tabla 4.6.** Estadísticas del sector 1, equipo interferente apagado.

Claramente notamos en la tabla 4,6 que el nivel S/N es mayor a 15 dB en los 4 canales y esto es un indicativo afirmativo y cuantitativo de la existencia de interferencias que el sistema de la empresa A estaba sufriendo.

En la tabla 4,7 indicada a continuación, mostraremos el nivel S/N observada desde el sector 2, con señales de interferencia presentes.

#### SNR Canales Afectados en el Sector 2 (Antes de Apagar los Equipos Interferentes)

```
4: Channel Quality Info for cmu2 -- Apr 30 13:11:12
    CMU:cmu2-upb -- UDG:up2b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/Noise
1	11461	5510	10091	2747	0	11
2	10618	5273	8432	3289	0	-7
3	6074	2523	4649	1520	0	27
4	13511	7505	11451	9320	0	15
5	801	726	553	205	0	6
6	189785	842873	50789	43198	37	16
7	709	432	572	160	0	7

**Tabla 4.7.** Estadísticas del sector 2, equipo interferente encendido.

En la tabla 4,7 observamos que el nivel S/N en los canales 1, 2, 5 y 7 son menores a 15 dB cuando existe señales interferentes. A continuación en la tabla 4,8 se indica las estadísticas de S/N cuando los equipos interferentes se encuentran apagados sensados desde las antenas del sector 2, en dicha tabla se observa el incremento de los valores de S/N de todos los canales, estos valores son mayores a 15 dB.

**SNR Canales Afectados en el Sector 2  
(Despues de Apagar los Equipos Interferentes)**

```
4: Channel Quality Info for cmu2 -- Apr 30 13:16:10
    CMU:cmu2-upb -- UDG:up2b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/ Noise
1	11461	5510	10091	2747	0	27
2	10618	5273	8432	3289	0	27
3	6074	2523	4649	1520	0	26
4	13511	7505	11451	9320	0	28
5	801	726	553	205	0	21
6	189971	842948	50975	43317	29	25
7	709	432	572	160	0	24

**Tabla 4.8.** Estadísticas del sector 2, equipos interferentes apagados.

A continuación, analizaremos las interferencias desde las antenas del sector 3, en la tabla 4.9 se muestra las estadísticas de S/N en presencia de la señal interferente, en ella se observa que los valores de S/N en los canales 5, 6 y 8 son menores a 15 dB.

**SNR Canales Afectados en el Sector 3  
(Antes de Apagar los Equipos Interferentes)**

```
4: Channel Quality Info for cmu3 -- Apr 30 13:11:19
    CMU:cmu3-upb -- UDG:up3b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/ Noise
1	0	0	0	0	0	24
2	554057	261890	74764	35900	0	23
3	3308	11774	365	271	0	18
4	525495	220625	78718	40297	0	24
5	252085	709105	56333	20363	0	4
6	418084	408468	98291	29686	138	7
7	29	17	23	5	0	16
8	149715	208420	21510	6513	0	6
9	135548	68605	23046	10161	0	22

**Tabla 4.9.** Estadísticas del sector 3, equipo interferente encendido.

En la tabla 4.10 mostramos el reporte de las estadísticas donde se indican los niveles S/N observados desde el sector 3 después de apagar la señal interferente, en esta tabla notamos un incremento notable del valor S/N por encima de 15 dB.

**SNR Canales Afectados en el Sector 3  
(Después de Apagar los Equipos Interferentes)**

```
4: Channel Quality Info for cmu3 -- Apr 30 13:16:16
    CMU:cmu3-upb -- UDG:up3b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/Noise
1	0	0	0	0	0	24
2	554057	261890	74764	35900	0	28
3	3308	11774	365	271	0	28
4	525495	220625	78718	40297	0	24
5	252085	709105	56333	20363	0	30
6	418084	408468	98291	29686	138	27
7	29	17	23	5	0	28
8	149715	208420	21510	6513	0	30
9	135548	68605	23046	10161	0	30

**Tabla 4.10.** Estadísticas del sector 3, equipo interferente apagado.

A continuación en la tabla 4.11 se muestra el reporte de estadísticas del valor S/N desde el sector 4 en presencia de la señal interferente, en el se puede observar problemas en los canales 4, 5 y 6.

**SNR Canales Afectados en el Sector 4  
(Antes de Apagar los Equipos Interferentes)**

```
4: Channel Quality Info for cmu4 -- Apr 30 13:11:25
    CMU:cmu4-upb -- UDG:up4b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/Noise
1	0	0	0	0	0	33
2	2	1	2	1	0	20
3	451749	137863	33332	22429	0	21
4	0	0	0	0	0	14
5	0	0	0	0	0	14
6	0	0	0	0	0	12

**Tabla 4.11.** Estadísticas del sector 4, equipo interferente encendido.

En la tabla 4.12 se muestra las estadísticas de los niveles S/N observadas desde el sector 4 después de apagar la señal interferente, se nota un incremento del nivel S/N que es mucho mayor a 15 dB.

**SNR Canales Afectados en el Sector 4  
(Después de Apagar los Equipos Interferentes)**

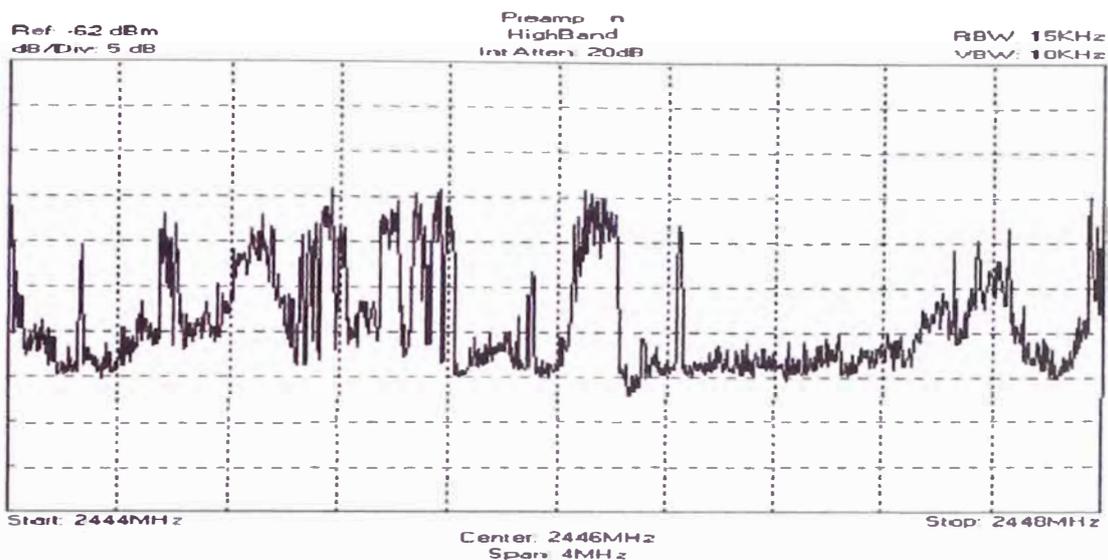
```
4: Channel Quality Info for cmu4 -- Apr 30 13:16:23
    CMU:cmu4-upb -- UDG:up4b
```

Channel Number	FEC Blocks	FEC Cor Errors	FEC UnCor Errors	Bad Packets	Received Packets	Signal/Noise
1	0	0	0	0	0	30
2	2	1	2	1	0	27
3	451749	137863	33332	22429	0	33
4	0	0	0	0	0	27
5	0	0	0	0	0	28
6	0	0	0	0	0	32

**Tabla 4.12.** Estadísticas del sector 4, equipo interferente apagado.

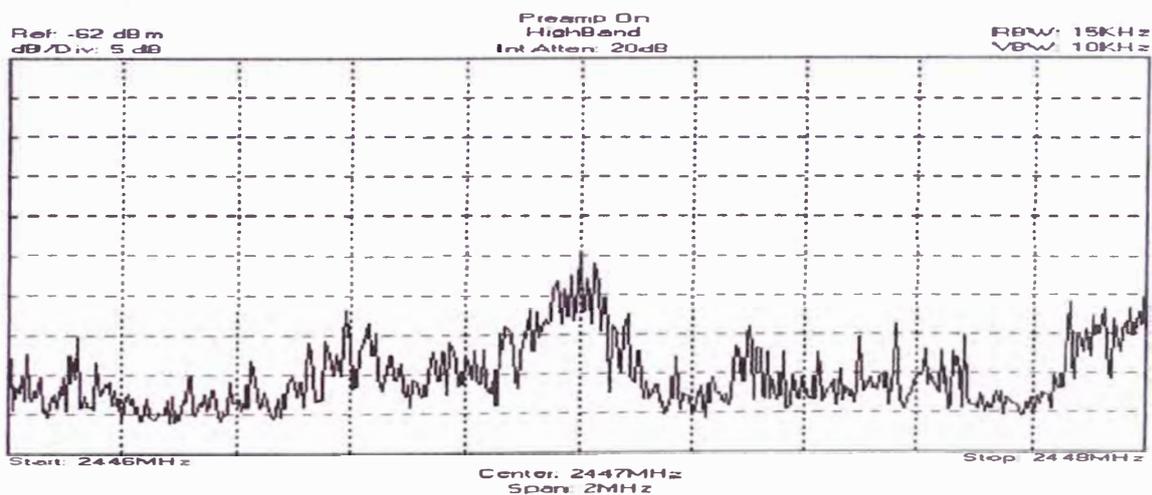
Después de observar estas tablas podemos indicar que el valor de S/N menor a 15 dB es un indicativo cuantitativo de la presencia de señales interferentes en el sistema MMDS.

A continuación, presentaremos gráficos de señales interferentes, observadas en un analizador de espectros. En la figura 4,2 se observa señales presentes en el canal 12 asignado a la empresa A, que corresponde a la frecuencia central Upstream 2446 MHz, ancho de banda 4 MHz. La fuente que genera interferencia se encuentra encendida y sus señales sensadas producen interferencia al sistema MMDS en la franja de 2446 MHz a 2448 MHz, la frecuencia espurea ocurre a 2446,45 MHz.



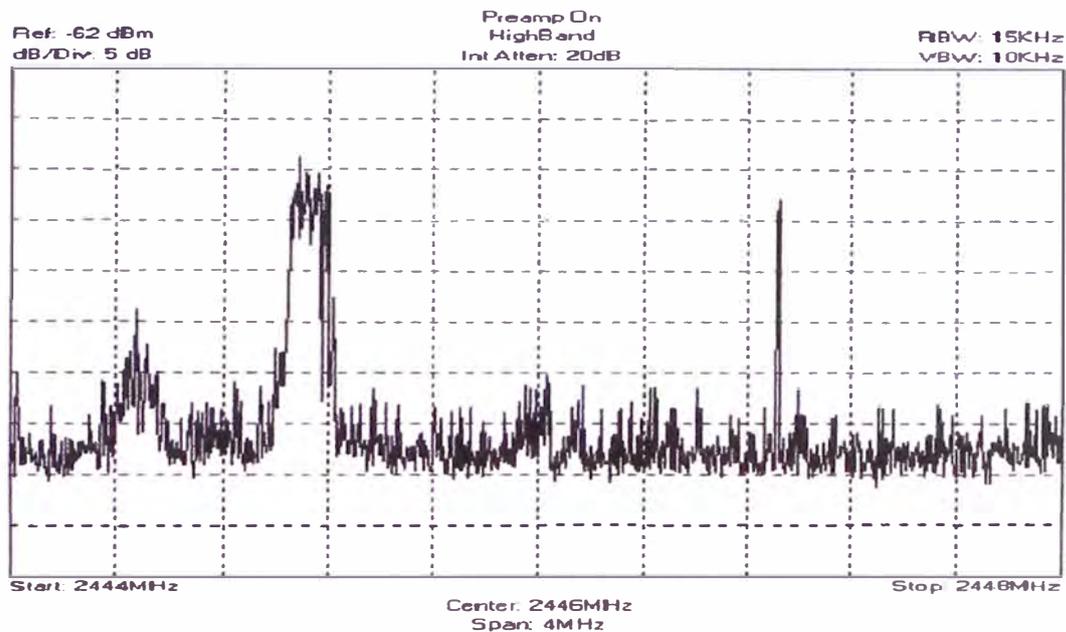
**Fig. 4.2.** Medición efectuada con el analizador de espectro, equipo ON.

A continuación en la figura 4.3 se observa la ocupación de la banda de 2446 MHz a 2448 MHz con la condición de estar apagado el equipo que producía interferencias. Estas medidas fueron observadas en el Morro Solar, en las instalaciones de una empresa radial.



**Fig.4.3.** Medición efectuada con el analizador de espectro, equipo OFF.

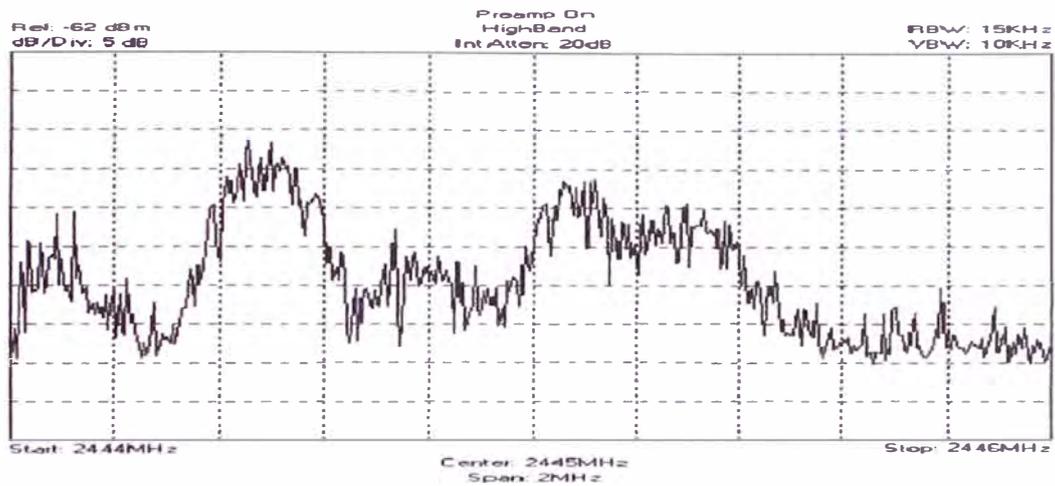
En la figura 4.3 se puede observar que cuando se apaga el equipo que produce las interferencias desaparecen la comba y la señal espurea con frecuencias de 2446,3 MHz y 2446,45 MHz respectivamente.



**Fig.4.4.** Medición efectuada con el analizador de espectro. Equipo ON.

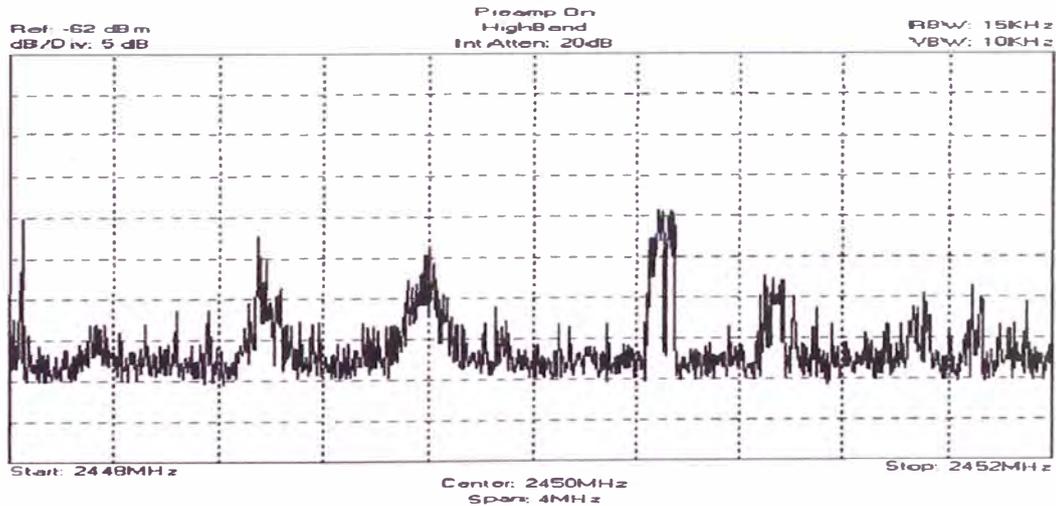
La figura 4.4 corresponde a la medida efectuada utilizando un analizador de espectro, dicha medición fue realizada en el monumento del Soldado Desconocido (Morro Solar) antes de apagar el equipo que producía la señal interferente y monitoreando el canal 2444-2448 MHz. En esta figura se observa la frecuencia 2445 MHz.

En la figura 4.5 se observa la banda 2444 MHz y 2446 MHz después de apagar el equipo que produce interferencias.



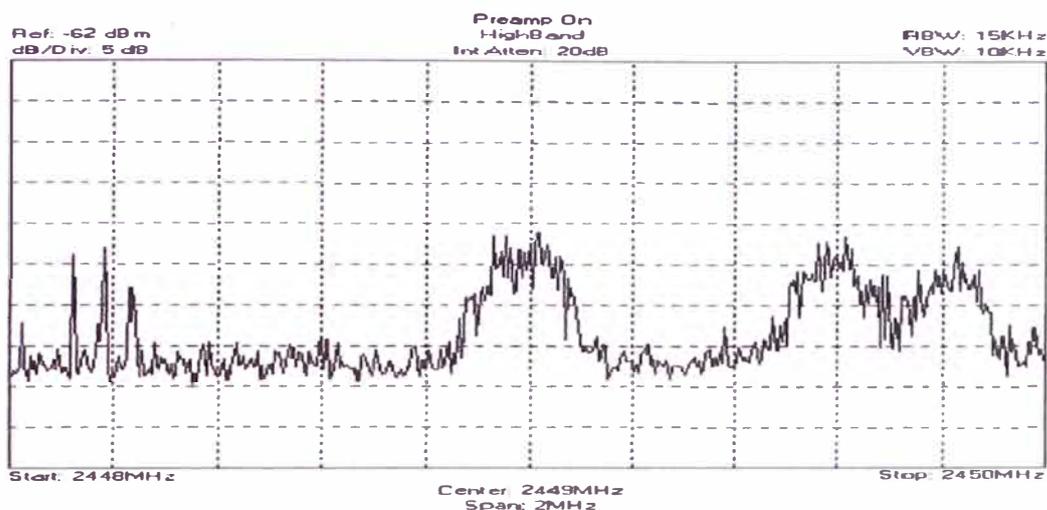
**Fig.4.5.** Medición efectuada con el analizador de espectro. Equipo OFF.

En la figura 4.6 se observa una vista efectuada en el Monumento al Soldado Desconocido (Morro Solar), en esta vista, nuestro rango de análisis es 2448 - 2450 MHz, antes de apagar la fuente de interferencia.



**Fig.4.6.** Medición efectuada con el analizador de espectro. Equipo ON.

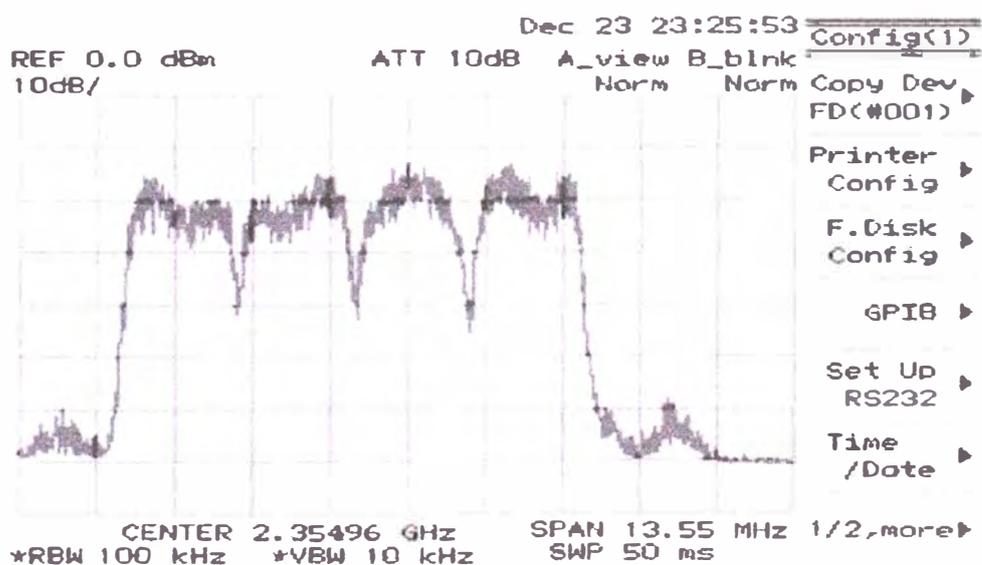
En la figura 4.7 se observa la señal de la empresa A con la fuente de interferencia apagada.



**Fig.4.7.** Medición efectuada con el analizador de espectro. Equipo OFF.

A continuación mostraremos otro reporte de señales interferentes que afectan a la empresa A. En la figura 4.8 se observa señales productos espureos presentes simultáneamente con la señales Downstream de la empresa A.

### Mediciones en el acoplador direccional sec 4 Morro Solar



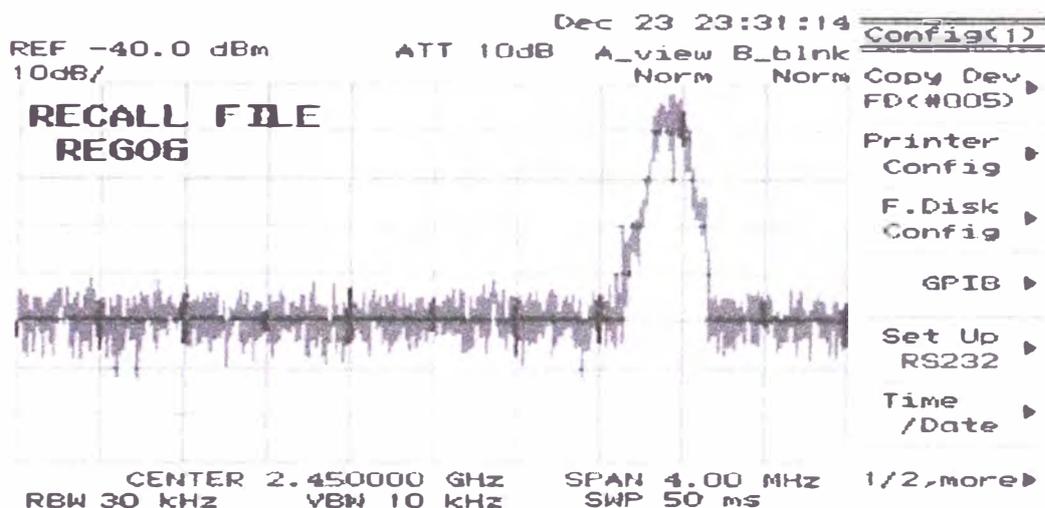
**Fig. 4.8. Canales Downstream**

Las señales espureas corresponden a señales de TV analógica y son:

-Espurea de video en la frecuencia de 2353 MHz.

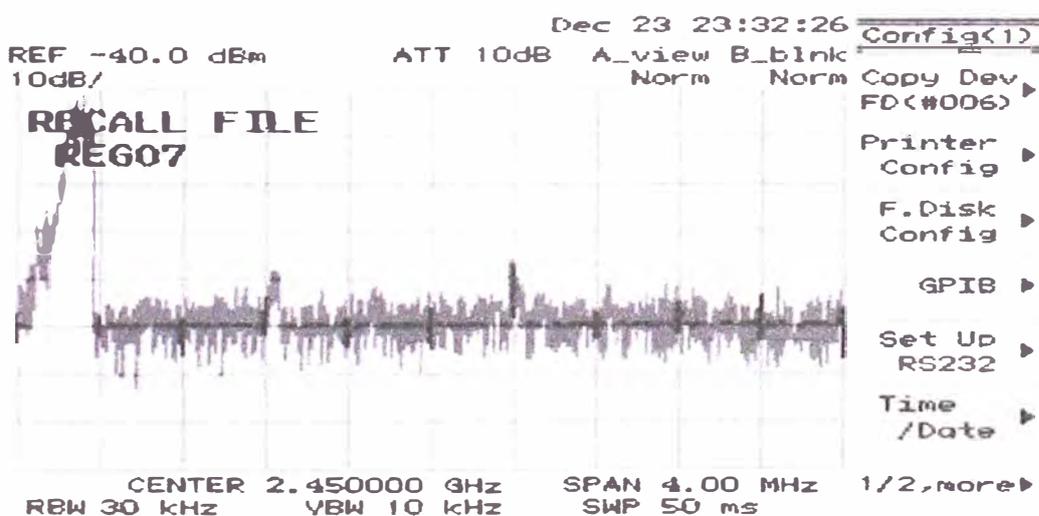
-Espurea de audio en la frecuencia de 2357 MHz.

A continuación mostraremos reportes de mediciones, estas se efectuaron apagando la señal de la empresa A.



**Fig. 4.9.** Señal de RF desconocida.

La figura 4.9, corresponde a una señal RF desconocida en la banda de Upstream 2448 MHz - 2452 MHz de la empresa A con su señal apagada, medición efectuada en el Morro Solar.

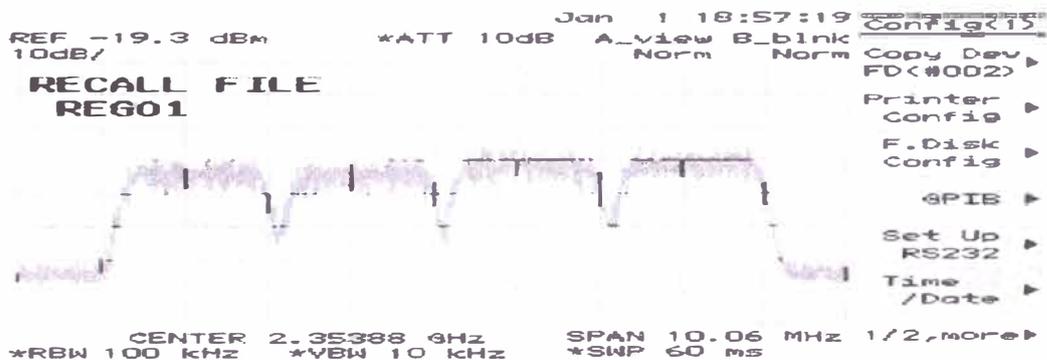


**Fig. 4.10.** Señal de RF desconocida

En forma similar, en la figura 4.10 se observa la señal RF desconocida en la banda Upstream que opera la empresa A, específicamente en el rango de 2448 MHz a 2452 MHz, sin presencia de señal de la empresa A. Esta medición se efectuó en el Morro Solar.

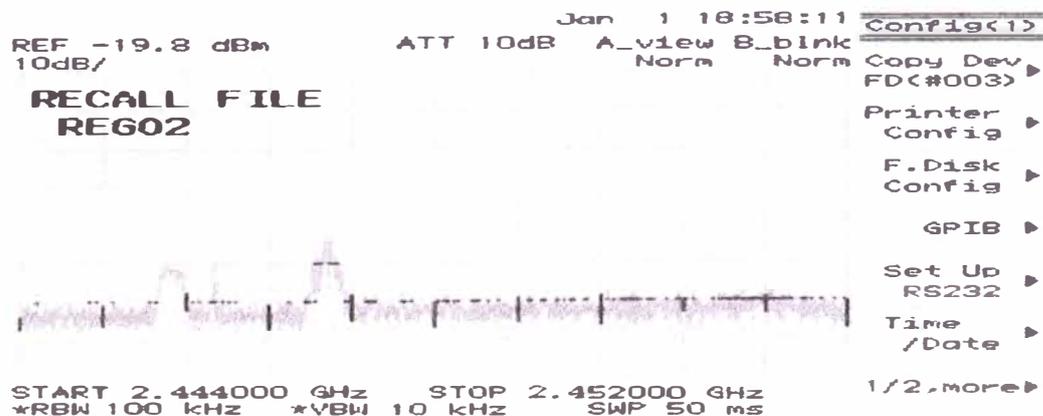
En la figura 4.11, mostramos los canales Downstream de la empresa A sensados en el distrito de San Borja, en este gráfico se visualiza espureas de video y de audio en 2353 MHz y 2357 MHz aproximadamente.

#### Mediciones en San Borja.



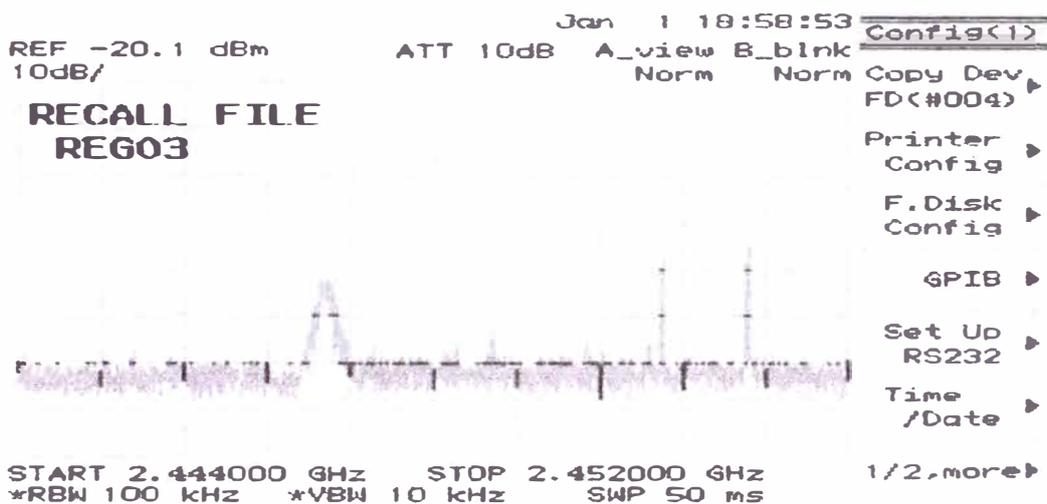
**Fig. 4.11.** Canales Downstream sensados en San Borja.

En la figura 4.12 mostramos el canal Upstream de la empresa A correspondiente al rango 2444 MHz a 2452 MHz, en esta gráfica se observa señales interferentes de salto de frecuencia.



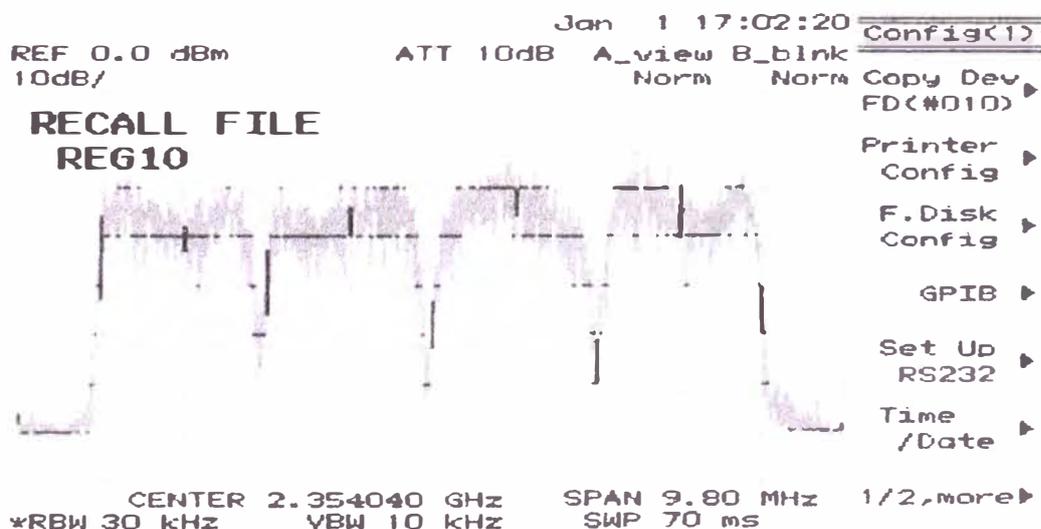
**Fig. 4.12.** Canales Upstream sensados en San Borja.

En la figura 4.13 mostramos el canal Upstream de la empresa A correspondiente al rango 2444 MHz a 2452 MHz, en el cual se observa señales interferentes, estas señales son de espectro ensanchado modalidad salto de frecuencia y secuencia directa.



**Fig. 4.13.** Señales interferentes.

En la figura 4.14 mostramos los canales Downstream de la empresa A sensados en su centro de gestión y estación/PoP (estación Hub), en este gráfico se observa espureas de video y de audio en 2353 MHz y 2357 MHz aproximadamente.



**Fig. 4.14.** Señales Downstream.

En la figura 4.15 mostramos el canal correspondiente al rango de 2453 MHz a 2487 MHz, en el cual se observa señal de espectro ensanchado modalidad secuencia directa.

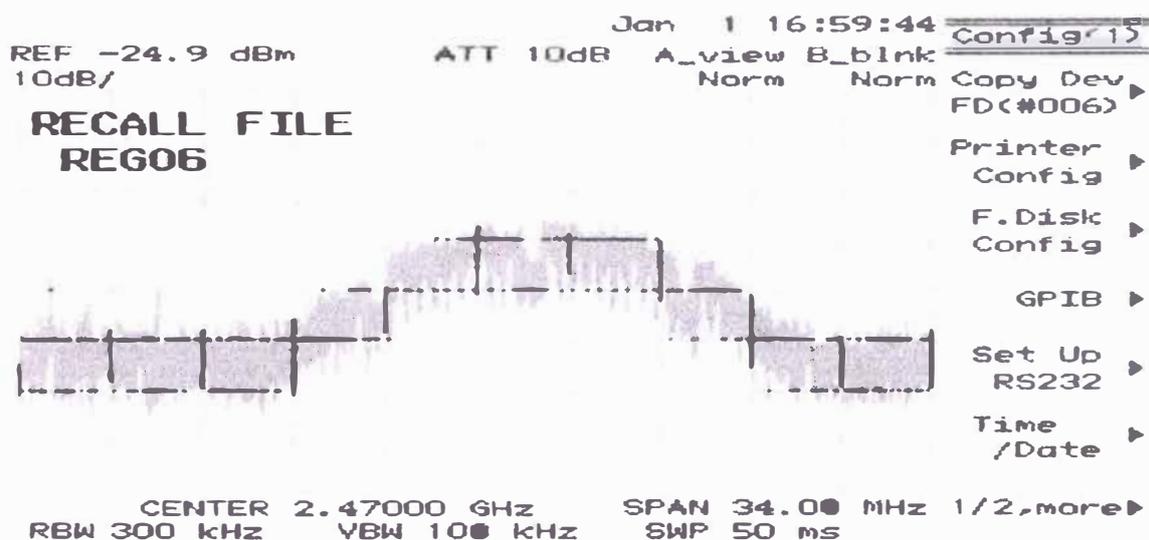


Fig. 4.15. Señales Downstream.

En la figura 4.16 se observa una señal interferente al canal 13 de la empresa A. La señal correspondiente a la empresa A se encuentra apagada.

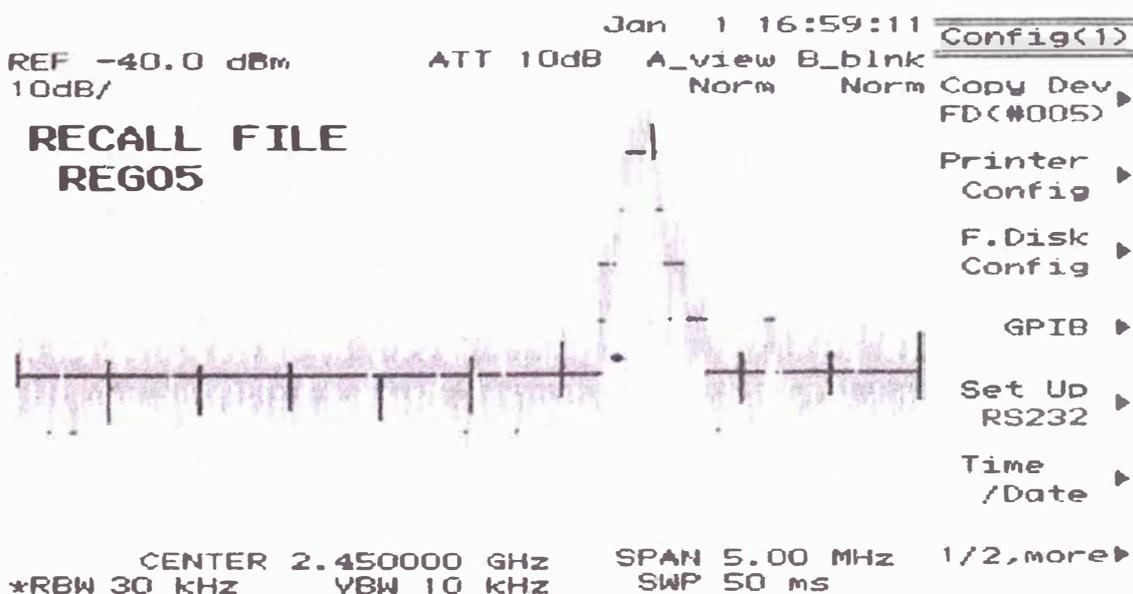
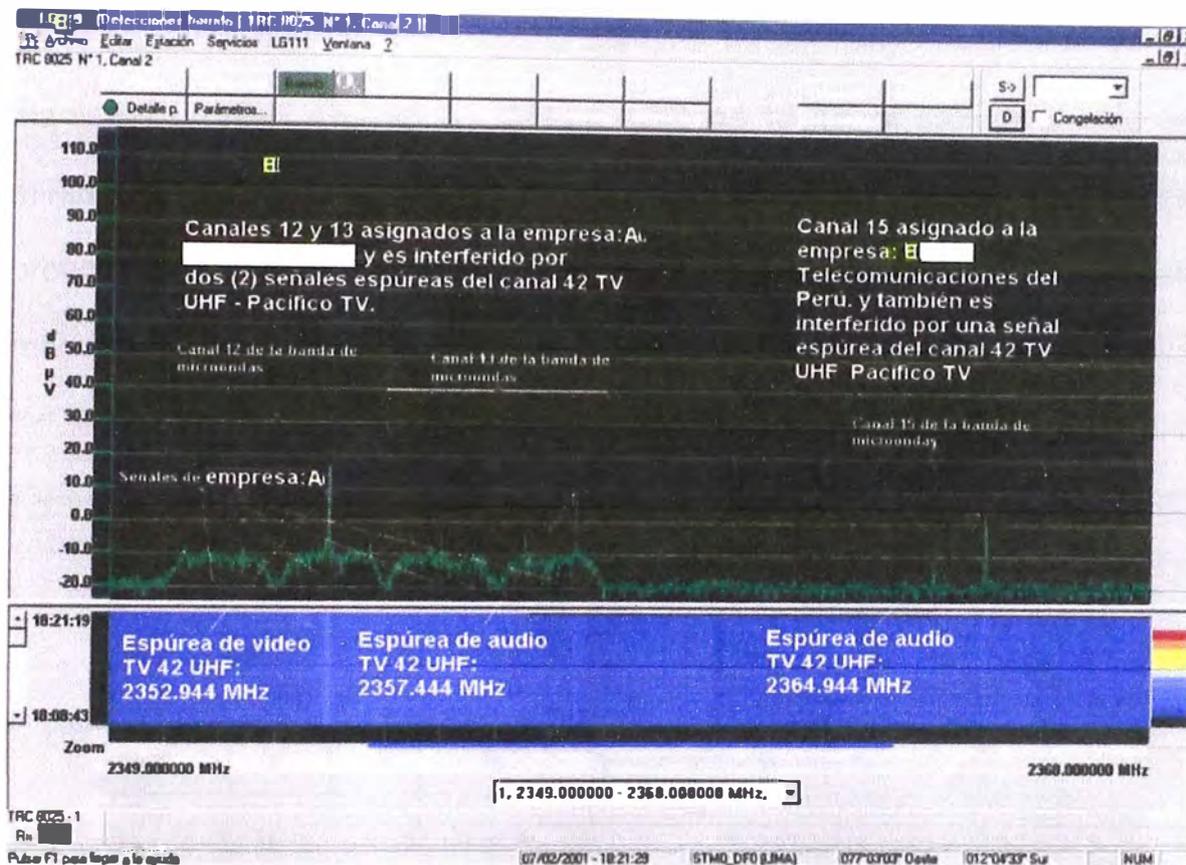


Fig. 4.16. Señal Upstream

En la figura 4.17 se observa interferencias de señales de video a los canales 12 y 13 de la empresa A y canal 15 de la empresa B.

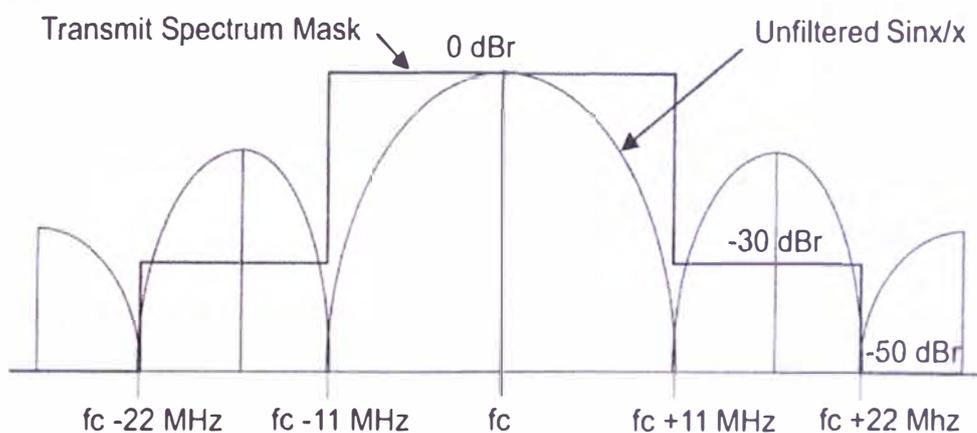


**Fig. 4.17.** Señales Downstream.

Después de haber presentado los gráficos de las señales que producen interferencia a la empresa A y B podemos decir que en su mayoría son señales de espectro ensanchado, pertenecientes a enlaces de servicios privados en algunos casos autorizados y en otros no autorizados, en ciertos casos se han presentado algunas espúreas de algunos canales de televisión. En el numeral 4.5 analizaremos la banda de nuestro interés, la cual según el PNAF sería de 2300 a 2500 MHz.

### 4.3. Niveles permitidos

Según características de los sistemas MMDS, tal como indicáramos en el numeral anterior, para que el sistema trabaje adecuadamente deben mantener un nivel mínimo de señal a ruido de 15 dB, si este nivel baja del mínimo requerido, el sistema procederá a inhibir el canal afectado provocando que todo el tráfico cursado en ese momento sea cancelado de manera inmediata.



**Figura 4.18.** Máscara de espectro de transmisión

De otro lado, en cuanto a la medición de los productos espectrales transmitidos por los sistemas de espectro ensanchado, se debe usar la máscara de la figura 4.18 para medición de señales espurias.

Los productos espectrales transmitidos serán menores a -30 dBr (dB relativo al pico  $\text{sin}x/x$ ) para:

$$f_c - 22 \text{ MHz} < f < f_c - 11 \text{ MHz}; \text{ y}$$

$$f_c + 11 \text{ MHz} < f < f_c + 22 \text{ MHz};$$

y será menor que -50 dBr para

$$f < f_c - 22 \text{ MHz}; \text{ y}$$

$$f > f_c + 22\text{MHz};$$

donde  $f_c$  es la frecuencia central del canal.

Las mediciones son efectuadas usando un ancho de banda de resolución y ancho de banda de video de 100 KHz. La tolerancia de la frecuencia central transmitida será de  $\pm 25$  ppm máximo.

#### **4.4. Niveles de ruido**

En general, el ruido eléctrico se define como cualquier energía eléctrica no deseada presente en el filtro pasa banda útil de un circuito de comunicaciones. Esencialmente el ruido puede dividirse en dos categorías generales, correlacionado y no correlacionado. Correlación implica una relación entre la señal y el ruido.

##### **4.4.1. Ruido no correlacionado**

Este ruido está presente en la ausencia de cualquier señal. Esto quiere decir que, cuando está presente, la señal no tiene efecto sobre la magnitud del ruido.

El ruido no correlacionado se puede dividir en dos categorías generales: externo e interno.

- Ruido externo; es generado externamente a un circuito. Las señales externamente generadas se consideran ruido, sólo si sus frecuencias caen dentro de la banda útil del filtro de entrada del circuito. Existen tres tipos principales de ruido externo: atmosférico, galáctico y generado por el hombre.

- √ Ruido atmosférico; es la energía eléctrica que ocurre naturalmente, se origina dentro de la atmósfera de la tierra; también es conocido como electricidad estática. Esta viene frecuentemente en la forma de impulsos que despliegan su energía en un rango amplio de radio frecuencias. La magnitud de estos impulsos es inversamente proporcional a la frecuencia.

El ruido atmosférico es la suma de la energía eléctrica de todas las fuentes externas, locales y distantes. El ruido atmosférico se propaga por medio de la atmósfera por lo que la magnitud del ruido depende de las condiciones de propagación y el tiempo.

- √ Ruido galáctico; se origina fuera de la atmósfera, principalmente en la vía láctea, otras galaxias y el sol. Se divide en dos categorías: solar y cósmico.

a) El ruido solar se genera directamente del calor del sol y tiene dos componentes:

Una condición tranquila y una de alta intensidad debida a las perturbaciones esporádicas ocasionadas por las manchas solares y explosiones. La magnitud de estas perturbaciones causadas por una actividad de las manchas del sol sigue un patrón cíclico que se repite cada 11 años.

b) El ruido cósmico, las fuentes del ruido cósmico son las estrellas distantes, que radian ruido de la misma manera que nuestro sol. Debido a que las fuentes de ruido galáctico se localizan más lejos que nuestro

sol, su intensidad de ruido es relativamente pequeña. El ruido cósmico frecuentemente se llama ruido de cuerpo negro. El ruido cósmico contiene frecuencias de aproximadamente 8 MHz a 1.5 GHz.

√ Ruido hecho por el hombre, es el que producen las chispas de automóviles, los conmutadores de motores eléctricos y equipos de conmutación de potencia.

- Ruido interno; es la interferencia eléctrica generada dentro de un dispositivo. Existen principalmente tres tipos de ruido generado internamente: térmico, de disparo y tiempo de tránsito. Este tipo de ruido afecta los equipos electrónicos de comunicaciones.

a) Ruido térmico; está asociado con el movimiento browniano de electrones dentro del conductor. Los electrones dentro de un conductor llevan una carga negativa unitaria y la velocidad media cuadrática de un electrón es proporcional a la temperatura absoluta. Debido a que el movimiento de electrones es totalmente aleatorio y en todas direcciones, el voltaje promedio producido en la sustancia por su movimiento es de 0 V c.d. Tal movimiento aleatorio le da una elevación a una componente de c.a. Esta componente c.a. tiene varios nombres, los cuales incluyen ruido térmico, ruido Browniano, ruido Johnson, ruido aleatorio, ruido resistivo y ruido blanco.

La ley de equipartición de Boltzmann y Maxwell combinado con el trabajo de Johnson y Nyquist establece que la potencia del ruido térmico generado dentro de una fuente para un ancho de banda de 1 Hz es la densidad de potencia de ruido, la cual se representa matemáticamente como:

$N_0 = KT$ , en donde

$N_0$  = densidad de potencia de ruido (Watts por Hertz)

$K$  = constante de Boltzmann ( $1.38 \times 10^{-23}$ ) J/K

$T$  = temperatura absoluta en grados kelvin (temperatura ambiente =  $17^\circ\text{C}$  o 290 K).

La potencia total de ruido es igual al producto del ancho de banda y la densidad de potencia de ruido. Por tanto, la potencia total de ruido presente en el ancho de banda  $B$  es:

$N = KTB$ , en donde:

$N$  = la potencia total de ruido en ancho de banda  $B$  (watts)

$N_0 = KT$  = densidad de potencia de ruido (watts por hertz)

$B$  = ancho de banda del dispositivo o sistema (hertz) y es expresada en dBm

$N(\text{dBm}) = 10 \log KTB$ .

El resultado de la ley de equipartición es una densidad de potencia constante contra la frecuencia. La ecuación  $N = KTB$  indica que la potencia disponible de una fuente de ruido térmico es proporcional al ancho de banda sobre cualquier rango de frecuencias. Si el ancho de banda no tiene límite, los resultado de la ley de equipartición dice que la potencia disponible de una fuente de ruido térmico también no tiene límite. Esto, por supuesto, no es cierto y se puede comprobar aplicando algunos principios de mecánica cuántica: si  $KT$  es reemplazada por  $hf$ ,  $\exp(hf/KT)-1$ , en donde  $h$  es la constante de Planck y  $f$  es la frecuencia, puede demostrarse que en altas frecuencias arbitrarias el espectro del ruido térmico eventualmente cae a

cero. Para la mayoría de los propósitos prácticos, el ruido térmico es directamente proporcional al producto del ancho de banda del sistema y la temperatura absoluta de la fuente. Así el ruido térmico total puede expresarse como  $N(\text{dBm}) = -174 + 10 \log B$

b) Ruido de disparo; es causado por la llegada aleatoria de portadores en el elemento de salida de un dispositivo electrónico. Fue observado por primera vez en la corriente del ánodo de los amplificadores de tubo de vacío y fue descrito por W. Schottky en 1918. También es conocido como ruido de transistor.

c) Ruido de tiempo de tránsito, cualquier modificación a una corriente de portadores conforme pasa desde la entrada hasta la salida de un dispositivo tal como del emisor al colector de un transistor produce una variación aleatoria irregular calificada como ruido de tránsito.

Características del ruido no correlacionado:

- Distribución gaussiana; es la forma limitante para la función de distribución de la sumatoria de un número grande de cantidades independientes, las cuales individualmente pueden tener una variedad de distribuciones diferentes. El ruido térmico a veces es considerado como la superposición de un número extremadamente grande de contribuciones de ruido eléctrico aleatorio y prácticamente independiente.
- Voltaje de ruido; en el peor de los casos (cuando existe máxima transferencia de potencia) la resistencia de carga (R) se iguala a  $R_t$ . Por lo

tanto el voltaje de ruido disipado por R es igual a  $V_n/2$  y la potencia de ruido (N) desarrollada en el resistor es igual a  $KBT$ .

El ruido térmico es igualmente distribuido por el espectro de frecuencia. Por lo tanto, la potencia de ruido medido a cualquier frecuencia de una fuente de ruido es igual a la potencia de ruido medida en cualquier otra frecuencia de la misma fuente de ruido.

El ruido térmico está presente en todos los dispositivos, es predecible y aditivo y es generalmente el más significativo de todas las fuentes de ruido.

#### **4.4.2. Ruido correlacionado**

El ruido correlacionado está presente como un resultado directo de una señal, tales como las distorsiones armónicas y de intermodulación.

-Distorsión armónica; son los múltiplos no deseados de la onda seno de frecuencia simple que se crean cuando la onda seno se amplifica en un dispositivo no lineal. La distorsión de amplitud es otro nombre para la distorsión armónica. El término distorsión de amplitud se utiliza en el dominio del tiempo y el armónico para el dominio de la frecuencia.

Existen varios grados u ordenes de distorsión armónica. La distorsión armónica de segundo orden es la relación de la amplitud rms de la frecuencia de la segunda armónica a la amplitud rms de la frecuencia fundamental. A la relación de las amplitudes rms combinadas de las armónicas superiores con la amplitud rms de la frecuencia fundamental se le llama la distorsión armónica total.

-Ruido de intermodulación; son las frecuencias no deseadas del producto cruzado (sumas y diferencias) creadas cuando dos o más señales son amplificadas en un dispositivo no lineal. Existen varios grados de distorsión de intermodulación. Para propósitos de comparación, un método común usado para medir la distorsión de intermodulación es el porcentaje de distorsión de intermodulación de segundo orden, el cual es la relación de la amplitud total en rms de los productos cruzados de segundo orden con la amplitud rms combinada de las frecuencias de entrada original.

Para medir la distorsión de intermodulación de segundo orden se usan cuatro frecuencias de prueba; dos frecuencias designadas como la banda A ( $f_{a1}$  y  $f_{a2}$ ) y dos frecuencias de banda B ( $f_{b1}$  y  $f_{b2}$ ).

Esencialmente, la única diferencia entre los dos tipos de distorsión es que la distorsión armónica puede ocurrir cuando existe una frecuencia de entrada simple y la distorsión de intermodulación sólo puede ocurrir cuando hay dos o más frecuencias de entrada.

#### **4.4.3. Otros tipos de ruido**

-Ruido excesivo; es una forma de ruido interno no correlacionado que no es totalmente entendible. Se encuentra en los transistores y es directamente proporcional a la corriente del emisor y la temperatura de la unión e inversamente proporcional a la frecuencia. Se le llama también ruido de baja frecuencia. Se cree que es causado o al menos está asociado con los filtros de trampas de portadores.

-Ruido de resistencia; el ruido de resistencia es una forma de ruido térmico que está asociada con la resistencia interna de la base, el emisor y el colector de un transistor.

-Ruido de precipitación; es un ruido estático causado cuando un avión pasa a través de nieve o de la lluvia.

Características del ruido:

La relación señal a ruido (S/N); es una relación matemática sencilla del nivel de la señal con respecto al nivel de ruido en un punto dado del circuito. La relación de señal a ruido puede expresarse como una relación de voltaje y una relación de potencia. Matemáticamente, S/N es el efecto del ruido en las comunicaciones electrónicas. Entre más alta sea la relación señal a ruido mejor será el funcionamiento del sistema.

Factor de ruido(F) e índice de ruido(NF); son índices que indican la degradación de la relación señal a ruido conforme la señal se propaga por un sistema de comunicaciones. El factor de ruido es la relación de la señal a ruido de la entrada, entre la relación señal a ruido de la salida. El índice de ruido es el factor de ruido expresado en forma logarítmica. Cuando dos o mas amplificadores o dispositivos están en cascada, el total del factor de ruido es la acumulación de los factores de ruido individuales.

## **4.5. Análisis**

### **4.5.1. Canalización actualizada de 2300 a 2500 MHz**

Actualmente el espectro de frecuencias en el rango de 2300 a 2500 MHz se encuentra asignado a nivel nacional y abarca la banda de espectro

ensanchado 2400 - 2483,5 MHz en la cual operan los sistemas privados, es decir no existe una canalización en nuestro medio de la banda de espectro ensanchado propiamente dicha.

En la tabla 4.13 se observa la asignación de frecuencias y canales del espectro 2300 - 2500 MHz.

Radiocanales de ida		Radiocanales de retorno			
CANAL N°	FRECUENCIA (MHz)	CANAL N°	FRECUENCIA (MHz)	Asignado a:	Cobertura:
1	2308	1'	2402	Empresa C	Lambayeque, La Libertad y Piura.
2	2312	2'	2406		
3	2316	3'	2410		
4	2320	4'	2414		
5	2324	5'	2418		
6	2328	6'	2422		
7	2332	7'	2426	Disponible	
8	2336	8'	2430	Disponible	
9	2340	9'	2434	Disponible	
10	2344	10'	2438	Disponible	
11	2348	11'	2442	Empresa A	Lima y Callao, Piura, Chiclayo, Trujillo, Arequipa, Tacna, Cusco e Iquitos
12	2352	12'	2446		
13	2356	13'	2450		
14	2360	14'	2454		Piura, Chiclayo, Trujillo, Arequipa, Tacna, Cusco e Iquitos
15	2364	15'	2458	Empresa B	Lima y Callao, Arequipa, Chiclayo, Piura, Ancash, La Libertad, Cusco, Loreto, Tacna, Ica y Junín.
16	2368	16'	2462		
17	2372	17'	2466		
18	2376	18'	2470		
19	2380	19'	2474		
20	2384	20'	2478		

**Tabla 4.13.** Canalización de banda de espectro ensanchado a nivel nacional.

Debemos observar de la tabla 4.13 que la banda asignada en provincia no está siendo utilizada, razón por la cual solo interesa el estudio en Lima y Callao, cuya canalización es:

Radiocanales de ida	Radiocanales de retorno

CANAL N°	FRECUENCIA (MHz)	CANAL N°	FRECUENCIA (MHz)	Asignado a:	Cobertura:
1	2308	1'	2402	Disponible	
2	2312	2'	2406	Disponible	
3	2316	3'	2410	Disponible	
4	2320	4'	2414	Disponible	
5	2324	5'	2418	Disponible	
6	2328	6'	2422	Disponible	
7	2332	7'	2426	Disponible	
8	2336	8'	2430	Disponible	
9	2340	9'	2434	Disponible	
10	2344	10'	2438	Disponible	
11	2348	11'	2442	Empresa A	Lima y Callao,
12	2352	12'	2446		
13	2356	13'	2450		
14	2360	14'	2454	Disponible	
15	2364	15'	2458	Empresa B	Lima y Callao,
16	2368	16'	2462		
17	2372	17'	2466		
18	2376	18'	2470		
19	2380	19'	2474		
20	2384	20'	2478		

**Tabla 4.14.** Canalización de banda de espectro ensanchado en Lima y Callao

La tendencia a nivel mundial con relación a la banda de espectro ensanchado respecto a la canalización está basado en la norma FCC razón por la cual planteamos una nueva canalización de esta banda, así considerando la recomendación de la FCC la canalización de la banda de espectro ensanchado en Lima y Callao, se plantea en la tabla 4.15.

Canal N°	Frecuencia (MHz)	Asignado a:	Cobertura:
1	2412	Disponible	
2	2417	Disponible	
3	2422	Disponible	
4	2427	Disponible	
5	2432	Disponible	
6	2437	Disponible	
7	2440	Empresa A	Lima y Callao.
8	2447		
9	2452		

10	2457	Empresa B	Lima y Callao,
11	2462		
12	2467		
13	2472		
14	2484		

**Tabla 4.15.** Canalización de banda de espectro ensanchado en Lima y Callao

Este planteamiento está orientado sólo a la banda Upstream de las empresas A y B la cual coincide con la banda de espectro ensanchado, dado que estas empresas tienen sistemas FDD es decir necesitan dos bandas una para transmitir y otra para recibir, aquí sólo estamos planteando el ordenamiento de la banda de Upstream la cual en la práctica las empresas A y B no necesariamente tienen que respetar el ancho de la banda sino adecuar este ancho a sus necesidades momentáneamente hasta que migren. La banda de Downstream (radiocanales de ida) se debe dejar como se indica en las tablas 4.13 y 4.14.

Otra observación, según la FCC (ver anexo D) el canal 7 de la tabla 4,15 debe ser 2442 MHz en esta oportunidad se propone 2440 porque el ancho de banda de los canales Upstream de la empresa A es de 4 MHz de ahí que el planteamiento comienza en 2440 MHz.

El planteamiento de la canalización que se propone es momentáneo porque la tendencia tecnológica mundial es considerar la banda de espectro ensanchado como no licenciada, debido a las nuevas tecnologías que están operando en dicha banda tal como se indicará en el capítulo V.

De otro lado, la canalización es fundamental porque primero sirve para proteger momentáneamente a las empresas A y B que están operando sus canales Downstream en la banda de espectro ensanchado, es decir

cuando se asignan autorizaciones de sistemas privados y/o públicos en la banda de espectro ensanchado se puede hacer la observación de que pueden operar en los canales 01 al 06 momentáneamente hasta que las empresas A y B puedan migrar sus bandas a otras frecuencias. Otra de las razones para poder canalizar la banda es la asignación de ciertos canales a las fuerzas armadas y/o policiales tal como se da en otros países.

Una propuesta alternativa de canalizar la banda de 2400 hasta 2483,5 MHz se muestra en la tabla 4.16, esta propuesta estaría dándose momentáneamente para proteger a los servicios públicos de las interferencias producidas por los sistemas de espectro ensanchado.

Número de Radiocanal de ida	Downstream (MHz)	Número de Radiocanal de retorno	Upstream (MHz)
01	-----	01'	-----
02	-----	02'	-----
03	-----	03'	2402
04	-----	04'	2407
05	-----	05'	2412
06	-----	06'	2417
07	-----	07'	2422
08	-----	08'	2427
09	-----	09'	2432
10	-----	10'	2437
11	2348	11'	2442
12	2352	12'	2446
13	2356	13'	2450
14	2360	14'	2454
15	2364	15'	2458
16	2368	16'	2462
17	2372	17'	2466
18	2376	18'	2470
19	2380	19'	2474
20	2384	20'	2478

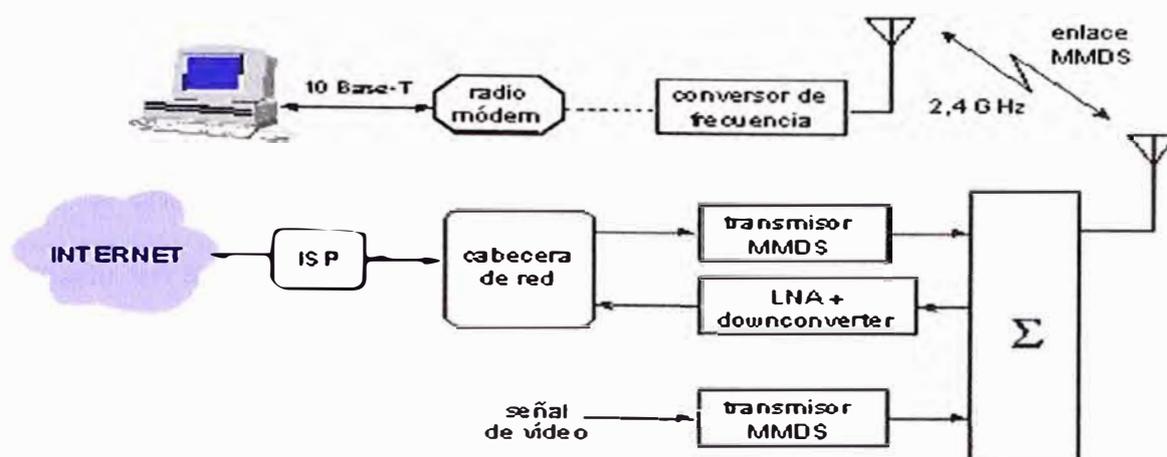
**Tabla 4.16. Propuesta alternativa de canalización del espectro ensanchado.**

De tal manera que sólo se deberían dar autorizaciones para operar a las empresas en los canales 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 y 10 momentáneamente hasta que migren las empresas de servicio público. Siendo los canales 11, 12, 13 y 14 de la empresa A y los canales 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de la empresa B.

A continuación analizaremos porque los sistemas MMDS son interferidos por los sistemas de espectro ensanchado y otros sistemas que operaran en la banda de 2400 a 2483,5 MHz. Previamente comenzaremos describiendo algunas características del sistema MMDS, luego del espectro ensanchado y las nuevas tecnologías de la banda de 2400 a 2483,5 MHz, finalmente indicaremos algunos comentarios de las interferencias.

#### **4.5.2. Sistemas MMDS;**

Cualquier tipo de módem (modulador/demodulador) se encarga de convertir un flujo de datos digitales banda base en una señal analógica apropiada para ser transmitida sobre el medio y viceversa. Los radio módems están destinados a aplicaciones en las cuales sea necesario transmitir la señal vía radio, ya sea interconexión de ordenadores a través de redes LAN o MAN inalámbricas, sistemas MMDS o LMDS, envío y recepción de mensajes o faxes a través de GSM, telemetría, etc. En la figura 4.19 se muestra una configuración típica de acceso a Internet a través del sistema MMDS. De esta manera los radio módems deben estar preparados para transmitir sobre un entorno más hostil que el cable, a menudo sujeto a desvanecimientos, propagación multicamino (multipath) o interferencias.



**Fig. 4.19.** Diagrama de bloques de un sistema MMDS

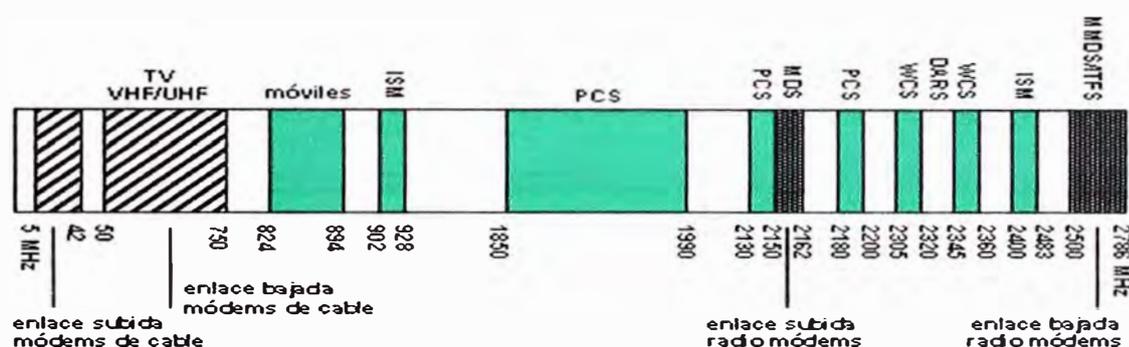
Esto obliga a emplear mecanismos de modulación distintos a los empleados en los módems de cable. Al mismo tiempo, dado que en algunos casos es necesario dotar de movilidad al dispositivo, aparecen nuevos problemas como el tamaño o la autonomía del dispositivo.

A continuación indicaremos algunas características principales de los radio módems. Los radio módems requieren una serie de características técnicas para que puedan funcionar correctamente, así se tiene:

a) Bandas de frecuencia:

Los módems típicos para transmitir sobre el par telefónico utilizan portadoras que se acomodan dentro de los 4 KHz de ancho de banda telefónico, excepto los modernos módems ADSL. Los módems de cable, por su parte, utilizan frecuencias que se solapan con los canales VHF y UHF de difusión de televisión. Sin embargo, los radio módems suelen utilizar frecuencias superiores que requieren de autorización para transmisiones inalámbricas. En la figura 4.20 se muestran las bandas de frecuencia. Normalmente, se emplea un convertidor de frecuencia para colocar los

canales FI de radio módem en estas bandas. Además, los radio módems utilizan típicos esquemas de multiplexación conjuntos FDMA/TDMA de forma similar a como se realiza en el sistema de telefonía celular GSM para compartir en forma eficiente el espectro radioeléctrico entre un conjunto de usuarios. De este modo, sobre cada subcanal de radio (FDMA) se transmiten diferentes slots de tiempo (TDMA).



**Fig. 4.20.** Bandas de frecuencia de sistemas inalámbricos.

b) Tolerancia de frecuencia y seguimiento de la portadora:

En un sistema de cable, la frecuencia de la señal del módem de cable es idéntica a la que debe demodularse en la cabecera de red. Si se produce una desviación de frecuencia de 30 ppm, lo cual supone 600 Hz para una portadora de 20 MHz, la señal todavía se encuentra lo suficientemente centrada y puede demodularse correctamente. Sin embargo, en un sistema inalámbrico las frecuencias se convierten a las bandas MDS, y una tolerancia de 30 ppm se traduce en un desplazamiento de hasta 64 kHz. Los radio módems implementan un mecanismo de búsqueda y seguimiento de la portadora por medio de bucles de enganche de fase, comúnmente conocidos como PLLs, y que siguen la señal en rangos de 30 a 150 KHz.

c) Potencia transmitida y margen dinámico:

Cualquier demodulador posee un margen dinámico limitado en el que puede funcionar correctamente. La señal del enlace de subida debe estar contenida dentro del margen dinámico del demodulador de cabecera. Esto incluye variaciones en el nivel de potencia de la señal debida a la ganancia de las antenas, desvanecimientos por vegetación o precipitaciones y efecto multicamino. Los módems de cable especifican un rango de 12 dB de tolerancia, mientras que los radio módems poseen un margen superior. Adicionalmente, es necesario ejecutar un algoritmo inicial para que el radio módem localice el nivel de potencia adecuado para comenzar a funcionar. Téngase en cuenta que este nivel es muy dependiente de las características del entorno donde se vaya a trabajar.

d)Ecuación:

Como ya se ha comentado con anterioridad, durante la propagación, la señal de radio sufre variaciones de amplitud y de fase que es necesario corregir en el receptor. Estos cambios deben corregirse y compensarse dinámicamente. Es por ello que los radio módems disponen de ecualizadores en tiempo real que modifican su ganancia o introducen retardos de forma dinámica en función de las condiciones del medio.

Normalmente se implementan por medio de procesadores digitales de señal (DSPs). Para realizar las correcciones, es necesario disponer de alguna señal de referencia en el receptor. En el caso del estándar GSM, se

transmite periódicamente una secuencia de bits conocida que se utiliza para calcular los coeficientes del filtro adaptivo del ecualizador.

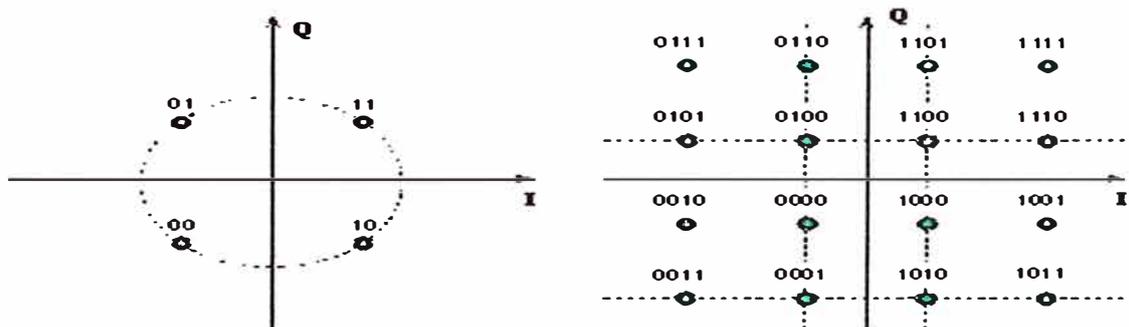
e) Efecto multicamino:

La propagación multicamino no existe en los sistemas de cable, sin embargo, en los sistemas de radiocomunicaciones se convierte en uno de los principales problemas. Se produce como consecuencia de reflexiones de la señal que se combinan a la entrada de la antena y que dan lugar a degradaciones en el nivel de potencia o distorsión de la señal. En particular, un camino secundario de la señal ligeramente mayor puede ocasionar la cancelación completa del trayecto principal. En los radio módems aun es más perjudicial, puesto que como suelen disponer de movilidad, es posible que en ciertas posiciones se produzca la reflexión en algún obstáculo inesperado.

f) Esquema de demodulación:

Además de las distintas características mencionadas anteriormente, la principal diferencia de los radio módems se refiere a los esquemas y velocidades de modulación utilizados. Normalmente, se utiliza modulación QPSK para el enlace de subida y modulaciones 16QAM o 64QAM (es el caso de la empresa "A") para el enlace de bajada. Conforme disminuye la complejidad de la modulación, se consigue una mayor inmunidad frente a desvanecimientos y efecto multicamino, aunque a costa de reducirse la tasa de transmisión. Lo mismo ocurre con la velocidad de modulación. Además, menores velocidades suponen anchos de banda inferiores, lo cual afecta a la

sensibilidad de la cabecera y por lo tanto, al alcance del sistema. En particular, las modulaciones de fase son más adecuadas para la propagación de señales sobre entornos de radio. La modulación QPSK es la más robusta, necesitando únicamente de una relación señal a ruido de 15 dB (en el caso de la empresa A). Por otro lado, la modulación 64QAM consigue una eficiencia espectral tres veces superior, aunque a costa de necesitar una relación señal a ruido de 27 dB para conseguir la misma probabilidad de error (BER). En la figura 4.21 se representan las constelaciones de las técnicas de modulación QPSK y 16QAM, junto con la codificación que corresponde a cada símbolo transmitido. Obsérvese que conforme aumenta el número de símbolos para una misma potencia transmitida, aumenta la probabilidad de error como consecuencia de que se encuentran más próximos entre sí y son más difíciles de discernir en presencia de ruido.

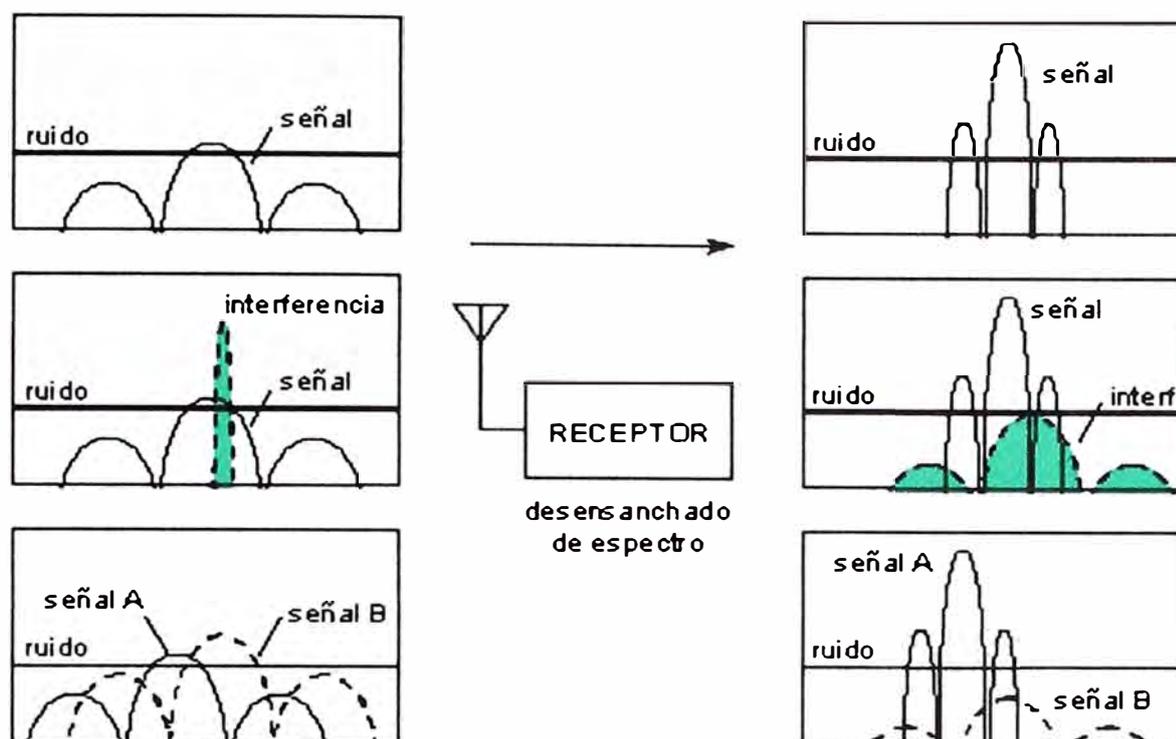


**Fig. 4.21.** Constelaciones de las modulaciones QPSK y 16QAM con codificación Gray

#### 4.5.3. Sistemas de espectro ensanchado

A continuación presentaremos un resumen de las características de las señales de espectro ensanchado, estas son:

- La transmisión es mucho más resistente frente a interferencias de banda estrecha.
- La señal es difícilmente detectable, ya que su nivel de potencia queda muy reducido por su dispersión espectral. Sólo tras la transformación de desensanchado, ésta recupera la relación señal a ruido suficiente para su demodulación.
- Además, en el caso de que se detecte la señal, la transmisión es ininteligible para quien no conozca la señal pseudoaleatoria utilizada para el ensanchado del espectro.
- La transmisión es resistente a las interferencias por multicamino, porque aunque se trate de una interferencia de la señal sobre sí misma, tiene consecuencias parecidas a cualquier otra interferencia de banda estrecha. Debe tenerse en cuenta que, al aplicar el desensanchado en el receptor, el retardo que ha sufrido la señal multicamino reduce la eficiencia de la interferencia.
- Es posible la transmisión simultánea de varios usuarios sobre el mismo medio, ya que si se emplean secuencias pseudoaleatorias diferentes y que cumplan ciertas condiciones (códigos ortogonales), la transmisión es resistente a las interferencias de unos canales sobre otros. Esto da lugar a la técnica de acceso múltiple por división de código (CDMA).



**Fig. 4.22.** Característica de las señales de espectro ensanchado

#### 4.6. Comentarios de las señales interferentes

- Luego de analizar el tipo de señales que están transmitiendo las empresas concesionarias de servicios portadores locales y las empresas de servicio privado utilizando la tecnología de espectro ensanchado podemos considerar que las empresas concesionarias portadores locales siempre serán interferidos por la tecnología de espectro ensanchado debido a que no poseen técnicas de eliminación de interferencias, característica que si poseen los sistemas de espectro ensanchado.

- Con el desarrollo de las nuevas tecnologías de espectro ensanchado, entre ellas Wi-Fi, Bluetooth, etc. la banda de 2400 a 2483,5 MHz probablemente presentará más interferencia. Esta es la razón por la cual las empresas A y B deben migrar a otras bandas.

- Otra de las observaciones que se deben indicar, es que la tecnología de Wi-Fi es una alternativa para el desarrollo de Internet, debido a que esta permite el ingreso a la red en forma inalámbrica y en lugares públicos y esta dirigido para aplicaciones de empresas de servicio público, es decir la masificación de Internet se estaría dando finalmente y con ello el acceso a la información se efectuaría.

- En cuanto a la canalización de las bandas de MMDS se requiere una nueva canalización momentáneamente hasta que se produzca la migración de las empresas que actualmente operan en esta banda. Momentáneamente se debe proteger el funcionamiento de las empresas de servicio público y esta es la razón por la cual la alternativa de solución es la canalización de la banda de espectro ensanchado limitando a las empresas de servicio público y privado su operación por el lapso de un periodo corto luego del cual se puede dejar abierta la operación en los canales correspondientes a las empresas A y B.

- En cuanto a la banda de espectro ensanchado, podemos referir que en otros países es una banda no licenciada, la cual es la alternativa mas adecuada porque si se asigna a las empresas de servicio privado la banda de 2400 a 2483,5 MHz se obstaculizaría el desarrollo de la masificación del acceso a Internet, por ende se requiere declarar esta banda como no licenciada porque en principio los operadores que trabajan en esta banda lo harán en su gran mayoría con la tecnología de espectro ensanchado la cual está preparada para minimizar las interferencias que vienen recibiendo. En

caso de que una nueva tecnología opere en esta banda no habría razón para no autorizar su operación debido a que es no licenciada, la única observación es que dicha tecnología debe presentar mecanismos de defensa contra las interferencias que pueda soportar, de esta manera el Estado resultaría favorecido en el aspecto de no gastar dinero en la solución de los problemas de interferencia que vienen generándose en esta banda.

## **CAPITULO V**

### **NUEVAS TECNOLOGÍAS INALAMBRICAS**

Las redes inalámbricas y alámbricas pueden ser clasificadas por la cobertura que ellas proveen. De esta manera una red de telefonía móvil, la red de telefonía fija internacional y la red de Internet son redes de área amplia (WAN). De otro lado, la red para comunicar dos puntos de una ciudad constituye una red de área metropolitana (MAN), mientras que la red local de un negocio o empresa para comunicar un piso con otro constituye la red de área local (LAN). Una red pequeña, tal como la conexión entre una computadora y una impresora es considerada como una red de área personal (PAN). Finalmente, la red de comunicación entre sensores colocados en diferentes lugares del cuerpo de una persona constituiría una red de área corporal (BAN). El prefijo utilizado para diferenciar la red alámbrica de la red inalámbrica es "W", así tenemos:

- WMAN
- WLAN
- WPAN

Dentro de las nuevas tecnologías inalámbricas que operan en la banda de espectro ensanchado a nivel del sistema de acceso para el usuario final se tiene:

- Acceso inalámbrico de muy corta distancia - WPAN, BAN.
- Acceso inalámbrico de escala media - WLAN: WiFi.
- Acceso inalámbrico de gran escala - WMAN: WiMax.

Dentro de las redes de muy corta distancia, tenemos las redes tipo BAN (Red de Área Corporal) y las redes PAN (Red de Área Personal) las cuales constituyen una nueva categoría de redes, las distancias que cubren son muy cortas y las áreas son cerradas. En las redes tipo PAN inalámbricas, denominadas WPAN se tiene las siguientes tecnologías:

- IEEE 802.15
- HOME RF
- BLUETOOTH

## **5.1. Redes de corto alcance**

### **5.1.1. IEEE 802.15**

El estándar IEEE 802.15, se enfoca básicamente en el desarrollo de estándares para redes tipo PAN o redes inalámbricas de corta distancia.

La norma IEEE 802.15 define un estándar global de comunicaciones inalámbricas, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda de espectro ensanchado de 2,4 GHz.

Al igual que Bluetooth, IEEE 802.15 permite que dispositivos inalámbricos portátiles como PCs, PDAs (Asistentes Personales Digitales), teléfonos, entre otros, puedan comunicarse e interoperar uno con el otro.

Los principales objetivos que se pretende conseguir con la norma IEEE 802.15 son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre los equipos personales.

### **5.1.2. Home RF**

Es una especificación que permite la interconexión de dispositivos inalámbricos en una área pequeña (el hogar). Opera en la banda de 2,4 GHz. Con esta tecnología se puede acceder a la red del hogar u oficina desde un teléfono celular y poder controlar dispositivos o consultar a distancia los datos importantes para beneficio del usuario y acceder a Internet con sólo conectarse a la red, para lo cual se requiere que la casa u oficina del usuario tenga conexión a internet. El órgano encargado de su estandarización es Home RF Working Group.

### **5.1.3. BLUETOOTH**

La tecnología Bluetooth, constituye una alternativa al medio alámbrico, es empleada cuando la conectividad debe alcanzar un radio de acción de entre 9 y 30 metros (por ejemplo, concentradores LAN, dispositivos móviles, teléfonos móviles, PC y otros dispositivos como impresoras y cámaras).

La tecnología Bluetooth, es una tecnología inalámbrica europea desarrollada por Ericsson que permite la interconectividad de dispositivos

inalámbricos con otras redes e Internet, para lo cual utilizan un dispositivo inalámbrico denominado Wireless Gateway, el cual es un dispositivo de convergencia digital inalámbrico general, particularmente usado como un bridge entre dos diferentes redes inalámbricas: WPAN y WLAN. Debido a que Bluetooth no puede coexistir con una red inalámbrica 802.11x, de alguna manera la IEEE definió este estándar para permitir la interoperabilidad de las redes inalámbricas LAN con las redes tipo PAN. Bluetooth es capaz de transferir información de un dispositivo a otro hasta velocidades de 1 Mbps., permitiendo el intercambio de video, voz y datos de manera inalámbrica. Está basada en la norma IEEE 802.15 y se refiere a una tecnología de conexión.

La tecnología Bluetooth comprende hardware, software y requerimiento de interoperatividad (comunicación entre equipos de diferente marca), por lo que para su desarrollo fue necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de las telecomunicaciones y la informática. Se piensa que próximamente se irán incorporando más compañías y lo harán empresas de sectores tan variados como automatización industrial, maquinaria, entretenimiento, ocio, fabricantes de juguetes, electrodomésticos, etc. De esta manera se presenta un panorama de total conectividad de los aparatos Bluetooth, tanto en casa como en el trabajo. El primer objetivo de la interface aérea Bluetooth, los de primera generación eran los entornos de la gente de negocios que viaja frecuentemente, por lo que se debería pensar en integrar el chip de radio

Bluetooth en equipos como PC's portátiles, teléfonos móviles, PDAs y auriculares. Esto origina una serie de cuestiones previas que deberían solucionarse tales como:

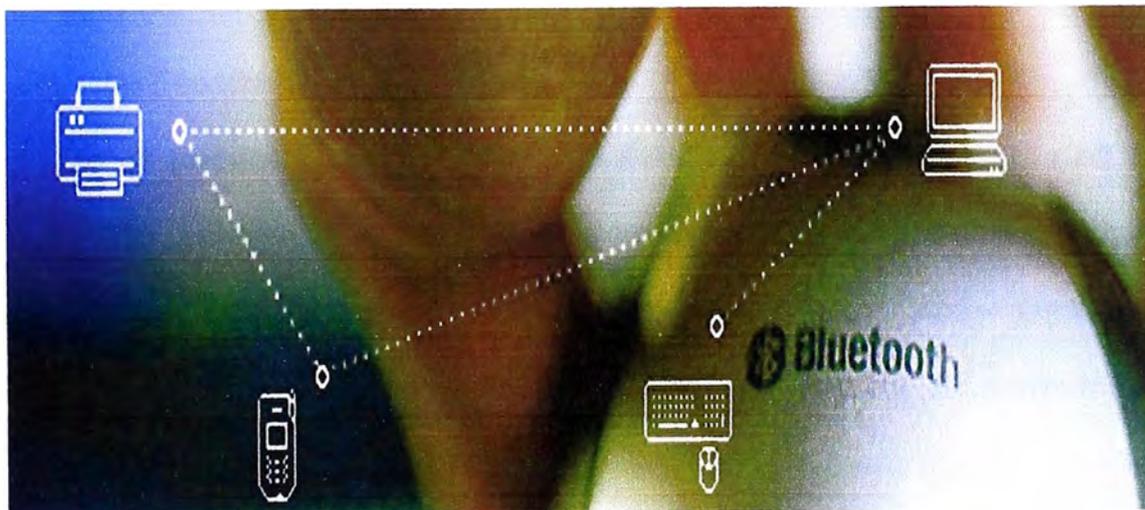
- El sistema debería operar en todo el mundo.
- El emisor de radio deberá consumir poca energía, ya que debe integrarse en equipos alimentados por baterías.
- La conexión deberá soportar voz, datos y por lo tanto aplicaciones multimedia.

Cobertura; existen 2 tipos:

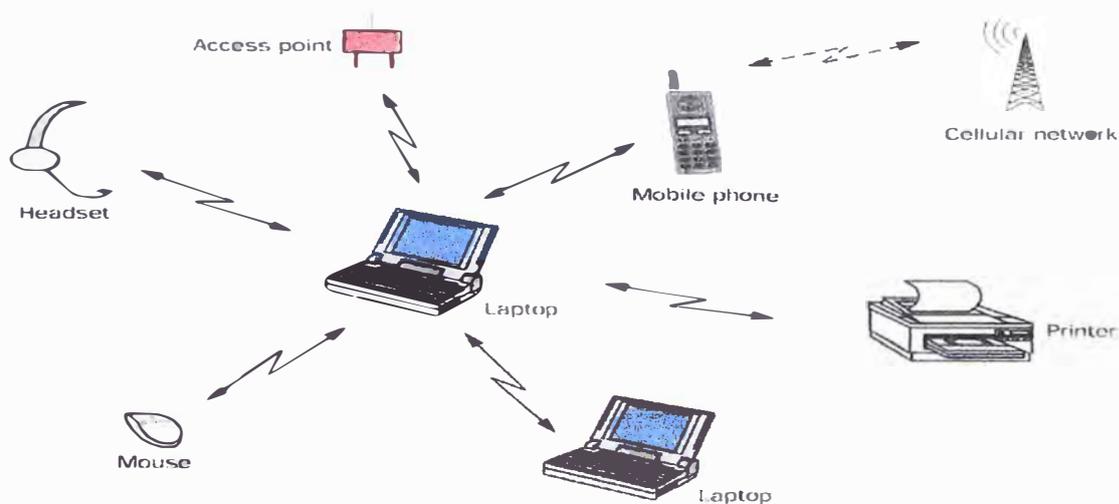
Rango corto (short range) de 10 m. en infrarrojo y

Rango largo (long range) de 100 m.

En las figuras 5.2 y 5.3 se muestra los aplicativos Bluetooth.



**Figura 5.2.** Aplicativos Bluetooth



**Figura 5.3.** Aplicativos Bluetooth

-Banda de frecuencia libre (enlace de radio); para poder operar en todo el mundo es necesaria una banda de frecuencia abierta a cualquier sistema de radio independientemente del lugar del planeta donde nos encontremos. Solo la banda ISM (Médica-Científico Internacional) de 2,400-2483,5 MHz cumple con este requisito y solo con algunas restricciones en países como Francia, España y Japón.

-Salto de frecuencia; debido a que la banda ISM es no licenciada en otros países, el sistema de radio Bluetooth deberá estar preparado para evitar las múltiples interferencias que se pudieran producir. Estas pueden ser evitadas utilizando un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o un sistema de salto de frecuencia. En los sistemas de radio Bluetooth se suele utilizar el método de salto de frecuencia (FH-Frecuency Hopping), debido a que esta tecnología pueda ser integrada en equipos de baja potencia y bajo costo. Este sistema divide la banda de frecuencia en varios canales de salto, donde los transceptores durante la conexión van cambiando de uno a otro canal de salto de manera pseudoaleatoria. Con esto se consigue que el

ancho de banda instantáneo sea muy pequeño y también una propagación efectiva sobre el total de ancho de banda. Esto posibilita que con el sistema FH(Salto de frecuencia), se pueden conseguir transceptores de banda estrecha con una gran inmunidad a las interferencias.

En los países donde la banda es libre se tiene 80 canales o más, espaciados todos ellos a 1 MHz, en ellos se han definido 79 saltos de portadora, y en aquellos donde la banda es más estrecha se han definido 23 saltos.

Con relación a la definición del enlace físico, en la especificación Bluetooth se han definido dos tipos de enlace que permiten soportar incluso aplicaciones multimedia:

- Enlace de sincronización de conexión orientada (SCO).

Los enlaces SCO soportan conexiones asimétricas, punto a punto, usadas normalmente en conexiones de voz, estos enlaces están definidos en el canal, reservándose 2 slots consecutivos (envío y retorno) en intervalos fijos.

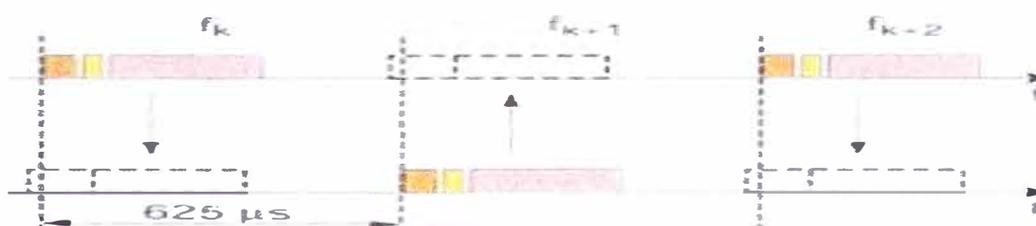
Un conjunto de paquetes se han definido para cada tipo de enlace físico, para los enlaces SCO, existen tres tipos de slot simple, cada uno con una portadora a una velocidad de 64 Kbit/s. La transmisión de voz se realiza sin ningún mecanismo de protección, pero si el intervalo de las señales en el enlace SCO disminuye, se selecciona una velocidad de envío de 1/3 o 2/3.

- Enlace asíncrono de baja conexión (ACL)

Los enlaces ACL soportan conmutaciones punto a punto simétrico o asimétrico, típicamente usadas en la transmisión de datos.

Para los enlaces ACL, se han definido el slot 1, slot 3, slot 5. Cualquiera de los datos pueden ser enviados protegidos o sin proteger con una velocidad de corrección de 2/3. La máxima velocidad de envío asimétrico es 721 Kbit/s en una dirección y 57,6 Kbit/s en la otra. Las velocidades simétricas son 432,6 Kbit/s y 433,4 Kbit/s.

Definición de canal; Bluetooth utiliza un sistema FH/TDD (salto de frecuencia/división de tiempo duplex), de esta manera el canal queda dividido en intervalos de 625  $\mu$ s, llamados slots, donde cada salto de frecuencia es ocupado por un slot. Esto da lugar a una frecuencia de salto de 1600 veces por segundo, en la que un paquete de datos ocupa un slot para la emisión y otro para la recepción y que pueden ser usados alternativamente, dando lugar a un esquema de tipo TDD.



**Figura 5.4.** Definición de canal Bluetooth

- Otra de las características de esta tecnología es el uso de las celdas así:

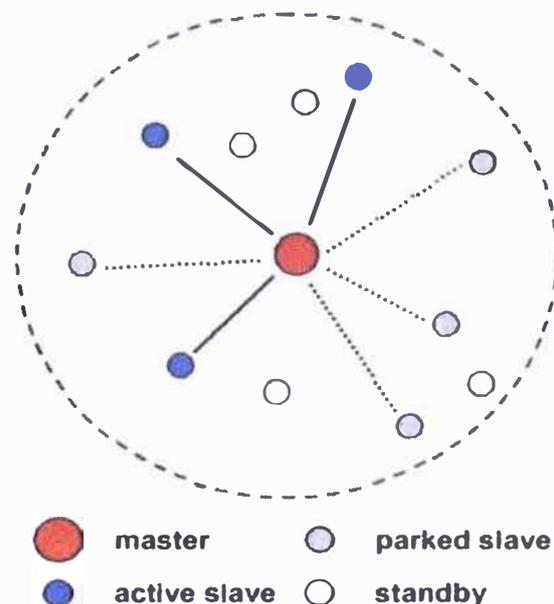
√ PICONETS; si un equipo se encuentra dentro del radio de cobertura de otro, éstos pueden establecer conexión entre ellos. En principio sólo son necesarias un par de unidades con las mismas características de

hardware para establecer un enlace. Dos o más unidades Bluetooth que comparten un mismo canal forman una celda piconet. Para regular el tráfico en el canal, una de las unidades participantes se convertirá en maestra, pero por definición, la unidad que establece la celda piconet asume este papel y todos los demás serán esclavos. Los participantes podrían intercambiar los papeles si una unidad esclava quisiera asumir el papel de maestra. Sin embargo sólo puede haber un maestro en la celda piconet al mismo tiempo. Cada unidad de la celda piconet utiliza su identidad maestra y reloj nativo para seguir en el canal de salto. Cuando se establece la conexión, se añade un ajuste de reloj a la propia frecuencia de reloj nativa de la unidad esclava para poder sincronizarse con el reloj nativo del maestro. El reloj nativo mantiene siempre constante su frecuencia, sin embargo los ajustes producidos por las unidades esclavas para sincronizarse con el maestro, sólo son válidos mientras dura la conexión. Como ya hemos comentado, las unidades maestras controlan el tráfico del canal, por lo que estas tienen la capacidad para reservar slots en los enlaces SCO (enlace de sincronización orientada a la conexión). Para los enlaces ACL (enlace asíncrono de baja conexión), se utiliza un esquema de sondeo. A una estación esclava sólo se le permite enviar un slot a un maestro, cuando ésta se ha dirigido por su dirección MAC (medio de control de acceso) en el procedimiento de slot maestro-esclavo. Éste tipo de slot implica un sondeo por parte del esclavo, por lo que en un tráfico normal de paquetes, este es enviado a una urna del

esclavo automáticamente. Si la información del esclavo no está disponible, el maestro puede utilizar un paquete de sondeo para sensor al esclavo explícitamente. Los paquetes de sondeo consisten únicamente en uno de acceso y otro de cabecera. Éste esquema de sondeo central elimina las colisiones entre las transmisiones de los esclavos.

## Piconet. Definición

- Topología en estrella
  - 1 Master, hasta 7 esclavos (*slaves*) activos
  - Ilimitado numero de esclavos aparcados (*parked slaves*)
  - Maestro (*Master*) ó *Slave* indistintamente
- Master:
  - determina hopping esquema y timing
  - Administra piconet (polling)
- Canales lógicos
  - Asincronos, packet oriented
  - Sincronos, connection-oriented (voz, reserva de slot)
- Velocidad
  - Capacidad de 1 Mbits/s total



**Figura 5.5.** Celdas PICONET

√ SCATTERNET; los equipos que comparten un mismo canal sólo pueden utilizar una parte de la capacidad de este. Aunque los canales tienen un ancho de banda de 1MHz, cuanto más usuarios se incorporan a la piconet, disminuye la capacidad hasta unos 10 kbit/s más o menos. Teniendo en cuenta que el ancho de banda medio disponible es de unos 80 MHz en Europa y USA (excepto en España y Francia), éste no puede ser utilizado eficazmente, cuando cada unidad ocupa una parte del mismo canal de salto de 1MHz. Para poder solucionar este problema se adoptó

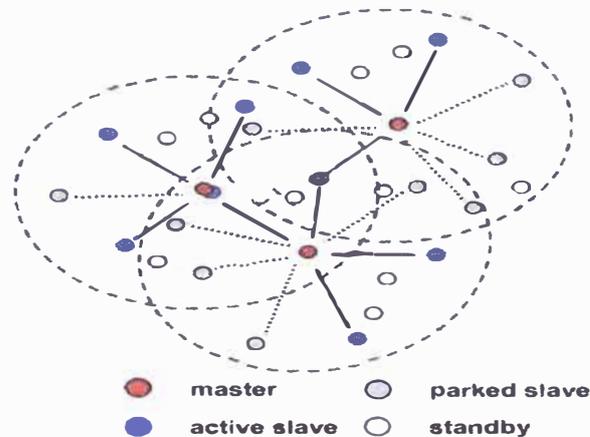
una solución de la que nace el concepto de Scatternet. Las unidades que se encuentran en el mismo radio de cobertura pueden establecer potencialmente comunicaciones entre ellas. Sin embargo, sólo aquellas unidades que realmente quieran intercambiar información comparten un mismo canal creando la piconet. Éste hecho permite que se creen varias piconets en áreas de cobertura superpuestas. A un grupo de piconets se les llama scatternet. El rendimiento, en conjunto e individualmente de los usuarios de una scatternet es mayor que el que tiene cada usuario cuando participa en un mismo canal de 1 MHz. Además, estadísticamente se obtienen ganancias por multiplexión y rechazo de salto de canales. Debido a que individualmente cada piconet tiene un salto de frecuencia diferente, diferentes piconets pueden usar simultáneamente diferentes canales de salto. Se debe de tener en cuenta que cuanto más piconets se añaden a la scatternet el rendimiento del sistema FH disminuye poco a poco, habiendo una reducción por término medio del 10%, sin embargo el rendimiento que finalmente se obtiene de múltiples piconets supera al de una simple piconet.

#### √ Comunicación Inter-piconet

En un conjunto de varias piconets, éstas seleccionan diferentes saltos de frecuencia y están controladas por diferentes maestros, por lo que si un mismo canal de salto es compartido temporalmente por piconets independientes, los paquetes de datos podrán ser distinguidos por el código de acceso que les precede, que es único en cada piconet.

## Scatternet

- Agrupación de piconets
- Aumenta la capacidad del sistema
  - Impacto mínimo hasta conjunto 10 piconets
- Un elemento puede pertenecer a dos piconets
  - Como Slave de varias piconets
  - Como Master y Slave



**Figura 5.6.** Celdas SCARNET

La sincronización de varias piconets no está permitida en la banda ISM. Sin embargo, las unidades pueden participar en diferentes piconets en base a un sistema TDM (división de tiempo multiplexada). Esto es, una unidad participa secuencialmente en diferentes piconets, a condición de que ésta se encuentre activa una al mismo tiempo. Una unidad al incorporarse a una nueva piconet debe modificar el offset (ajuste interno) de su reloj para minimizar la deriva de su reloj nativo, por lo que gracias a éste sistema se puede participar en varias piconets realizando cada vez los ajustes correspondientes una vez conocidos los diferentes parámetros de la piconet. Cuando una unidad abandona una piconet, la esclava informa al maestro actual que ésta no estará disponible por un determinado periodo, que será en el que estará activa en otra piconet.

Durante su ausencia, el tráfico en la piconet entre el maestro y otros esclavos continúa igualmente.

De la misma manera que una esclava puede cambiar de una piconet a otra, una maestra también lo puede hacer, con la diferencia de que el tráfico de la piconet se suspende hasta la vuelta de la unidad maestra. La maestra que entra en una nueva piconet, en principio, lo hace como esclava, a no ser que posteriormente ésta solicite actuar como maestra.

## **5.2. Redes de mediano alcance**

Las redes WLAN (Red de área local inalámbrica), utiliza las bandas de frecuencia ISM(Médica, Científica e Industrial) en 2,4 GHz y 5,8 GHz. Una red WLAN provee similar funcionalidad como una red alámbrica LAN. Alternativamente, la tecnología de banda angosta UHF puede ser usada para comunicaciones de datos. Dentro de las redes LAN inalámbricas: WLAN se tiene las siguientes tecnologías:

- IEEE 802.11x
- HOME RF
- Hiperlan/2
- WIFI

### **5.2.1. IEEE 802.11x**

El estándar WLAN donde basa su desarrollo ha sido dado por el Organismo IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) y se denomina IEEE 802.11 y sus variantes (b, g, a, e, h, ...).

En el cuadro siguiente hacemos una comparación entre estándares de WiFi IEEE 802.11x.

<b>Estándar</b>	<b>802.11b</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11g</b>
Aprobado por IEEE	Julio de 1999	Julio de 1999	Junio 2003
Popularidad	Adoptado masivamente	Nueva tecnología, crecimiento bajo	Nueva tecnología con un rápido crecimiento
Velocidad	Hasta 11 Mbps	Hasta 54 Mbps	Hasta 54 Mbps.
Frecuencia	2,4_ 2,497GHz	5,15_5,35GHz 5,425_5,675GHz 5,725_5,875GHz	2,4 - 2,497GHz
Cobertura	Buena cobertura, unos 300_400 mts con buena conectividad y determinados obstáculos	Cobertura baja, unos 150 mts, con mala conectividad con obstáculos.	Buena cobertura, unos 300-400 mts con buena conectividad y determinados obstáculos.
Acceso Publico	El número de Hotspots crece exponencialmente	Ninguno actualmente	Compatible con los Hotspots actuales de 802.11b.
Compatibilidad	Compatible con 802.11g, no es compatible con 802.11 a	Incompatible con 802.11b y con 802.11g	Compatible con 802.11b, no es compatible con 802.11a
Tecnología	DSSS	OFDM	OFDM
Velocidad de datos	1; 2; 5,5; 11 Mbps	6;9;12;18;24;36;48; 54Mbps.	1; 2; 5,5; 11 Mbps 6;9;12;18;24;36;48; 54Mbps.

Tabla 5.1. Cuadro comparativo de estándares Wi-Fi

### 5.2.2. Home RF

Tratado en el numeral 5.1.2., por la distancia que logra cubrir también se considera dentro de esta clasificación. Sin embargo se basa en la norma del grupo Home RF Working Group.

### 5.2.3. HiperLAN/2

Fue desarrollada en Europa a mediados de 1990. Denominada Red de Área Local de Radio de Alta Performance, y fue hecha para proveer una capacidad similar a la norma IEEE 802.11. Su objetivo era proveer comunicación individual a computadoras mediante una red de área local inalámbrica y usando las bandas de frecuencia de 5,2 GHz y 17,1 GHz.

Hiperlan provee velocidades asíncronas para data de usuarios que varían de 1 a 20 Mbps, también mensajes de tiempo limitado con velocidades de 64 Kbps a 2.048 Mbps. Fué diseñado para operar en vehículos en movimiento con velocidades de hasta 35 km/hr., típicamente proveen velocidades de 20 Mbps., con un throughput de hasta 50 mts. La convergencia en la industria WLAN aparece para ser abierta, y las organizaciones de estándares de Europa, Norte América y Japón empiezan a coordinar las ubicaciones de espectro y las velocidades de datos de usuarios terminales. La ETSI de Europa establece un comité de estandarización para redes de acceso de radio de banda ancha (BRAN). El objetivo de este comité es desarrollar una familia de protocolos tipo WLAN de banda ancha que permite la interoperatividad de usuarios, cubriendo rangos corto (WLAN) y rango grande (redes fijas inalámbricas). Hiperlan/2 ha surgido como el estándar WLAN de la siguiente generación europea, provee velocidades de data de usuarios hasta 54 Mbps. a una variedad de redes, incluye la red backbone de ATM y redes basadas en IP.

#### **5.2.4. WI-FI**

La tecnología WI-FI (Wireless Fidelity), la cual es una red inalámbrica de área local (red WLAN) en la que una serie de dispositivos (PCs, workstations, servidores) se comunican entre si en zonas geográficas limitadas sin necesidad del tendido de cable entre ellos. La gran ventaja de esta tecnología es que ofrece movilidad al usuario y requiere una instalación muy sencilla. Tecnología inalámbrica de mediano alcance. Con relación a los

componentes que permiten configurar una WLAN podemos mencionar los siguientes: terminales de usuario (clientes), dotados de una tarjeta interfaz de red (NIC) que incluye un transceptor radio y la antena; puntos de acceso (Access Points o APs), que permiten enviar la información de la red cableada (por ejemplo Ethernet) hacia los NIC/Clientes; y controlador de APs necesario para despliegues que requieren varios APs por razones de cobertura y/o tráfico. Este último suele incorporar funcionalidad de AP, de cliente VPN, de cliente Radius para labores de autenticar y autorizar con un servidor AAA apropiado (Autenticación, Autorización y Accounting), de routing y de firewalls. La existencia en el mercado de dichos dispositivos capaces de interconectarse de forma barata y sencilla han dado origen a una gran variedad de aplicaciones que sobrepasan ampliamente el ámbito de utilización en entornos empresariales para el que nacieron las WLAN.

- Topología de red:

En este tipo de tecnología podemos encontrar dos tipos de topología: Red Ad-Hoc y Red Modo Infraestructura.

a) Red Ad-Hoc; consiste en un grupo de ordenadores que se comunican cada uno directamente con los otros a través de las señales de radio sin usar un punto de acceso. Los ordenadores de la red inalámbrica que quieren comunicarse entre ellos necesitan usar el mismo canal de radio y configurar un identificador específico de WiFi denominado ESSID en "Modo Ad Hoc".

En la figura 5.7 se indica este tipo de topología:

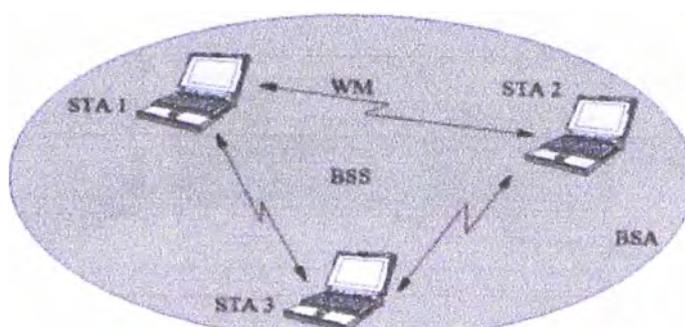
**WM:** El medio utilizado para implementar una WLAN

**STA:** Un dispositivo con interfaz 802.11

**CF:** Función de coordinación de transmisión y recepción

**BSS:** Conjunto de STAs controladas por una CF

**BSA:** Área de cobertura de un BSS



**Figura 5.7.** Topología Ad Hoc

b) Red Modo Infraestructura, es la forma típica de trabajar cuando se utilizan puntos de acceso (AP). Si queremos conectar nuestra tarjeta WIFI a uno de ellos, debemos configurarla en este modo de trabajo, es más eficaz que la red Ad-Hoc, en la que los paquetes "se lanzan al aire, con la esperanza de que lleguen al destino", mientras que el modo Infraestructura gestiona y se encarga de llevar cada paquete a su sitio mejorando además la velocidad.

En el modo infraestructura la tarjeta de red se configura automáticamente para usar el mismo canal de radio que usa el punto de acceso más adecuado (normalmente el más cercano). La figura 5.8 muestra la topología de dos redes WLAN en modo Infraestructura conectadas a un mismo servidor. El modo Infraestructura es el que se utiliza cuando se quiere conectar una red WLAN a una red cableada.

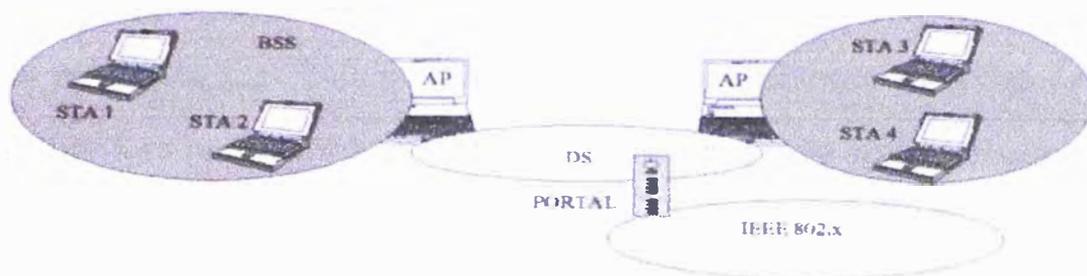
## Componentes de una Arquitectura 802.11

**AP:** Punto de integración entre BSSs

**DS:** Sistema de distribución

**PORTAL:** Punto de integración con redes no-802.11

**ESS:** Conjunto extendido de estaciones



**Figura 5.8.** Topología Modo Infraestructura.

A continuación presentamos la tabla 5.2 donde resumimos las tecnologías de espectro ensanchado analizadas.

	Bluetooth	Home RF	HiperLAN 2	802.11b
<b>Características técnicas</b>				
Espectro	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Velocidad máx.	1 Mbps	2 Mbps	54 Mbps	11 Mbps
Alcance (entornos de oficina)	~10 m	~100 m	~100 m	~100 m
Redes	PAN	PAN	WLAN	WLAN
Voz y datos	Sí	Sí	Sí	Sí
Seguridad	Sí	Sí	Sí	Sí
Topologías	Punto a punto	Punto a punto y estrella	Punto a punto y estrella	Punto a punto y estrella
Selección de frecuencias.	FHSS	FHSS	DSSS	DSSS
<b>Otras características</b>				
Órgano estandarizador	Bluetooth SIG	HomeRF Working Group	ETSI	IEEE
Disponibilidad de productos	Media	Media	Baja	Alta
Coste	Medio	Medio	Alto	Alto

**Tabla 5.2.** Comparación de tecnologías inalámbricas.

### 5.3. Redes de gran escala

Las redes WMAN, red de área metropolitana inalámbrica, es usada para que una computadora o red de comunicación expanda el área de cobertura promedio a lo largo de la ciudad. Para ayudar a caracterizar las diferencias en la capacidad y las proyecciones de uso, la tecnología de conmutación de paquetes se divide con frecuencia en tres grandes categorías redes LAN, MAN y WAN. Las redes a medida de su área de cobertura son inversamente proporcionales a su velocidad. Así una red LAN posee velocidades mayores a las redes MAN y WAN respectivamente. De otro lado, las redes LAN poseen tiempos de retardos menores que las redes MAN y WAN respectivamente. Dentro de las redes WMAN, tenemos a la red WIMAX.

#### **WIMAX**

WIMAX (Acceso por Microondas de interoperatividad mundial- Worldwide Interoperability for Microwave Access) es una nueva norma inalámbrica fija que está diseñada para transmitir hasta distancias de 32-56 Km., alcance máximo teórico 50 km.

Las frecuencias de operación varían en el rango de 10 a 66 GHz. Se está agregando soporte OFDM en la banda de 2 a 11 GHz. Exigen visibilidad directa, proporcionan enlaces de alta capacidad. Las velocidades máximas de datos alcanzan los 70 Mbps.

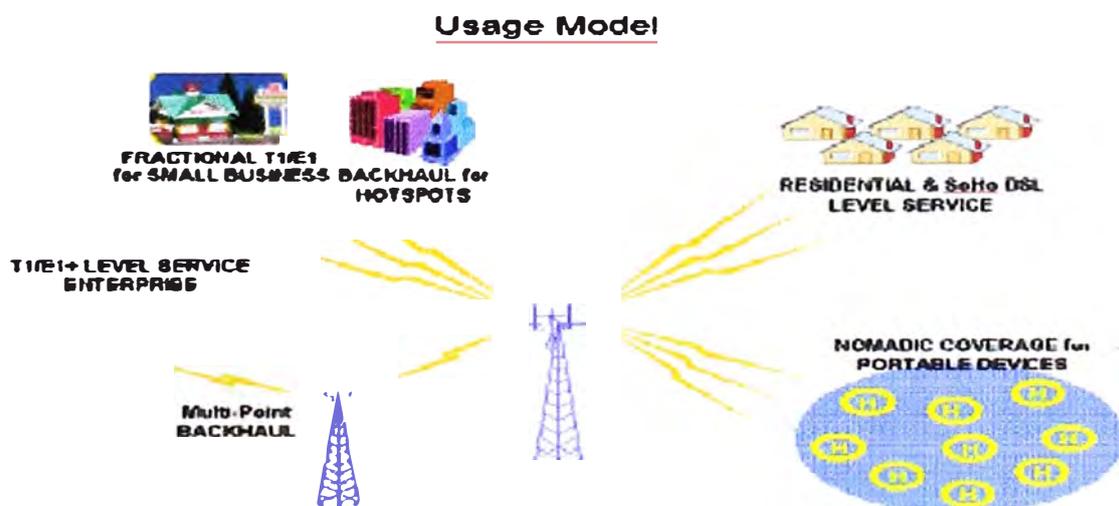
El estándar IEEE 802.16 e HiperMAN son la base de WIMAX, se aprobó en el 2002. Nace con el propósito de permitir una MAN inalámbrica con banda ancha. Sería una alternativa de solución para el acceso en la

última milla. Es un enlace inalámbrico fijo, no móvil. Se están desarrollando extensiones para hacerlo móvil (vehicular).

La diferencia con la tecnología WiFi (802.11) es en el enfoque. La tecnología WIMAX tiene un enfoque de radioenlace fijo mientras que WIFI el enfoque es móvil. Otras diferencias se encuentran en el rango de precios de los equipos, distancia, número potencial de usuarios simultáneos, etc.

Está diseñado para soportar incluso aplicaciones multimedia: video y audio. Proporciona mejores servicios en tiempo real que WiFi o que los teléfonos celulares de 3G.

Lo normal era el acceso con banda ancha usando coaxial, fibra óptica o par trenzado. Pero tender cables es caro, especialmente en provincias, donde la poca densidad poblacional y el menor ingreso no justificaría el gasto. Construir una antena suficientemente alta y que apunte a las casas y oficinas podría ser una solución más barata.



**Fig. 5.9. Esquema de Tecnología WIMAX**

El problema con los links inalámbricos (microondas) es que no había estándares y eso encarecía cualquier proyecto, pues cada chip era propietario. Además, si hay varios proveedores usando diferente tecnología, uno no se puede cambiar de proveedor sin comprar nuevo equipo.

En altas frecuencias, la radio empieza a tener propiedades parecidas a la de la luz: la propagación tiende a ser en línea recta, con poca dispersión. Por ello, la estación base puede tener muchas antenas direccionales cubriendo diferentes sectores del área de cobertura. Cada sector es independiente de los otros y tiene sus propios usuarios.

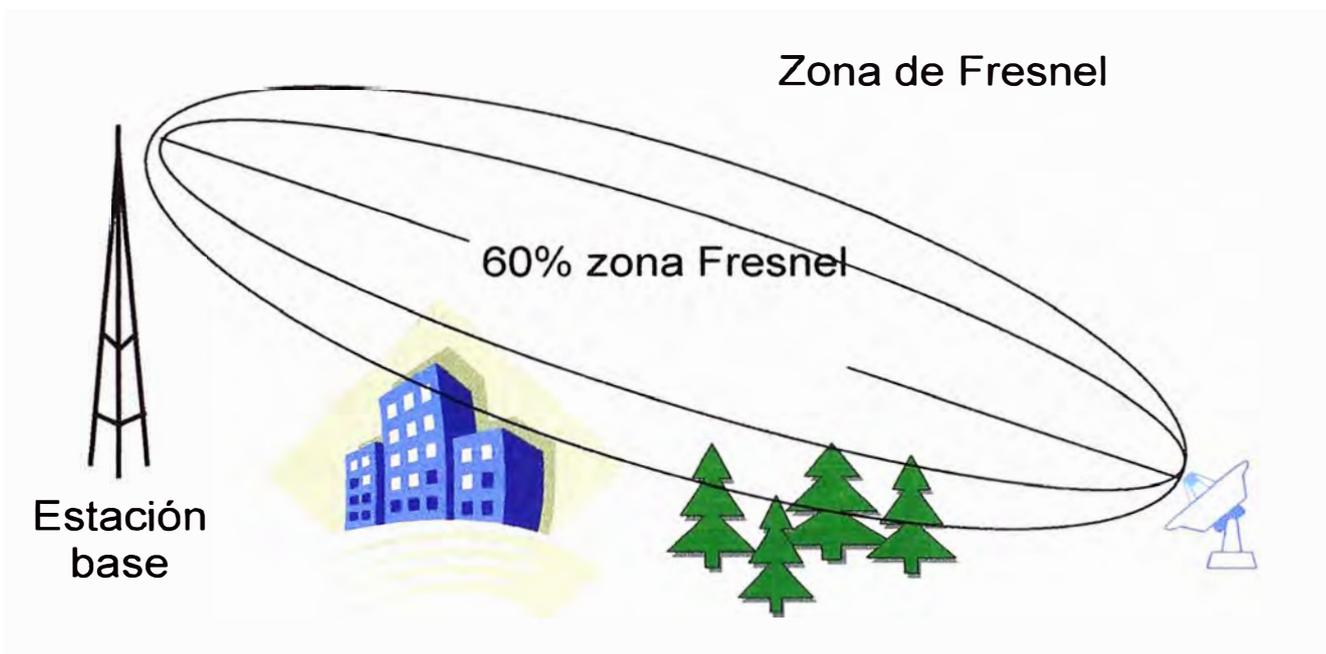
El SNR desciende drásticamente con la distancia a la estación base. Por eso el estándar IEEE 802.16 originalmente usaba 3 esquemas de modulación diferentes según la distancia entre la estación del cliente y la estación base.

Para usuarios cercanos se usa QAM-64, con 6 bits/ baud. Para usuarios más lejanos se usa QAM-16, de 4 bits/ baud. y para muy lejanos se usa QPSK, de 2 bits/ baud. Por ejemplo, para unos 25 MHz de ancho de banda, QAM-64 da 150 Mbps, QAM-16 da 100 Mbps y QPSK da 50 Mbps (sumando subida y bajada).

El estándar IEEE 802.16 es asimétrico y proporciona medios para cambiar la asignación de ancho de banda a las transmisiones de subida y de bajada. Se usa FDD (duplexación por división de frecuencia) y TDD (por división de tiempo).

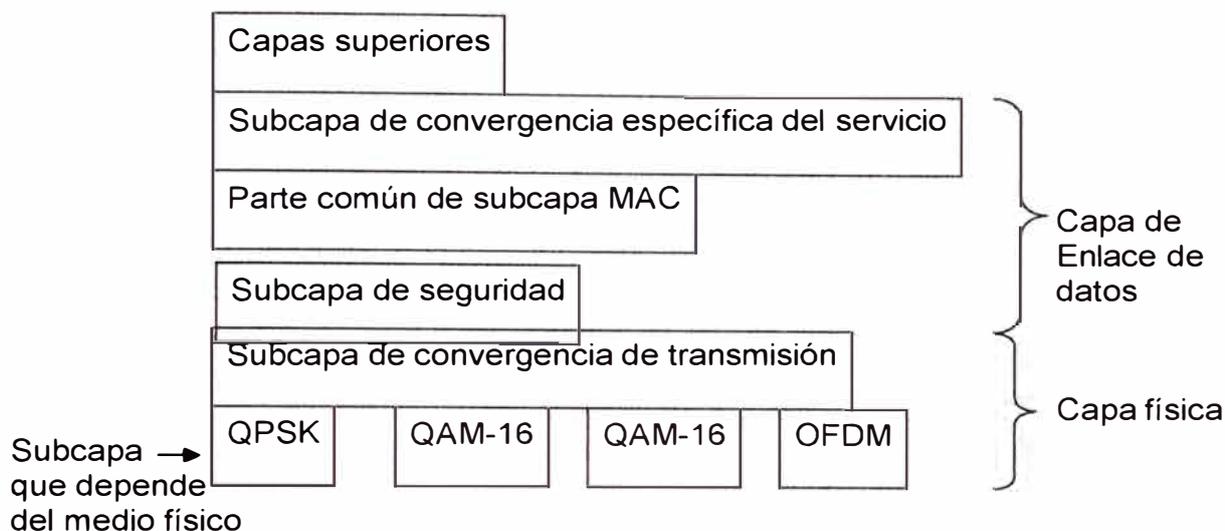
En el caso de TDD, la estación base controla cuantas ranuras de tiempo da al tráfico de subida y bajada. Se puede empaquetar varias tramas en una sola transmisión física, para mayor eficiencia.

Como estos enlaces son bastante propensos a errores, se usa códigos Hamming en vez de checksums comunes para detectar errores.



**Fig. 5.10. Canal de radio de enlace WIMAX**

No solo hay que evitar que espíen una transmisión en el aire; también hay que evitar falsos usuarios o falsas estaciones base. Los usuarios se conectan a la estación base y se autentican mutuamente con métodos de clave pública. La carga útil también se cifra mediante un esquema de clave simétrica de la familia DES. La integridad se verifica usando otro soporte de software operativo.



**Fig. 5.11. Pila de protocolos del 802.16**

Las tramas ocupan un número entero de ranuras de tiempo de la capa física. Cada trama se compone de subtramas.

Las primeras 2 subtramas indican lo que hay en cada ranura de tiempo y qué ranuras están libres.

El canal descendente es directo (sólo la estación base transmite). El ascendente es complicado, por que varias estaciones compiten por usarlo a la vez.

La capa MAC del 802.16 permite servicios de tasa constante, variable y de mejor esfuerzo. En esto es muy diferente a Ethernet o Wi-Fi, y recuerda aspectos de ATM.

Hay dos formas de asignación de ancho de banda:

- Por estación; una estación local agrega todas las necesidades de un grupo de usuarios y realiza las solicitudes colectivas por ellos y
- Por conexión individual.

Los altos costos y la duda de los usuarios en suscribirse a un servicio cuando es difícil cambiar de proveedor han sido obstáculos en el desarrollo de estos servicios. WIMAX permitirá atender a 60 usuarios empresariales o a varios cientos de usuarios domésticos.

Estimación de costo de cubrir un área de 200 km<sup>2</sup> con servicio ADSL en USA: \$11 millones. Con WIMAX: \$450 mil (estación base, antenas, energía, permisos, no incluye equipo en los clientes). Pero los equipos en los clientes inalámbricos son 8 veces más caros que los ADSL. WIMAX permitiría producción masiva y bajaría esos costos.

IEEE aún no finaliza las especificaciones de test de compatibilidad de la norma IEEE 802.16, por eso se ha creado el forum de WIMAX, que en forma similar a la Wi-Fi Alliance se va a encargar de implementar mecanismos de certificación.

Intel está muy comprometido con WIMAX, por que la conectividad inalámbrica empujaría a la gente a comprar más chips caros (más Laptops, chips especiales para conectarse a WiFi / WIMAX).

Miembros del WIMAX Forum: Agilent, Airband, Alcatel, Analog Devices, AT&T, Cisco, Fujitsu, Intel, Siemens.

De todas estas tecnologías la que puede producir problemas de interferencia es la última WIMAX.

## **CAPITULO VI HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS**

### **6.1. Problemática de homologación de equipos de espectro ensanchado**

Según el artículo 220 del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, el objetivo de la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones, es asegurar el adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas a que estos deben sujetarse para prevenir daños a las redes que se conecten, evitar interferencias a otros servicios de telecomunicaciones y garantizar la seguridad del usuario.

El artículo 221 del Reglamento indica que los equipos o aparatos de telecomunicaciones que se conecten a la red pública o se utilicen para realizar emisiones radioeléctricas para su comercialización, uso y operación estarán previamente homologados, para lo cual el solicitante cumplirá con los requisitos que la Dirección establezca. Las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones comunicarán a la Dirección, la relación de equipos con sus características técnicas que pueden conectarse a su red, la que debe actualizarse periódicamente.

Según el artículo 222 del Reglamento, para su comercialización los equipos que utilicen el espectro radioeléctrico y que transmitan en una potencia igual o inferior a 10 milivatios (mw) en antena (potencia efectiva

irradiada), no requerirán ser homologados, debiendo sujetarse a lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 25º, el cual indica que están exceptuados de la clasificación de servicios de la Ley, del presente Reglamento y de los reglamentos específicos que se dicten, los equipos de telecomunicaciones instalados dentro de un mismo inmueble que no utilizan el espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores. También están exceptuados de la clasificación, aquellos servicios cuyos equipos, utilizando el espectro radioeléctrico no transmiten con una potencia superior a 10 milivatios (mw) en antena (potencia efectiva irradiada), dichos servicios en ningún caso podrán operar en las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios públicos de telecomunicaciones.

El artículo 223 del Reglamento, indica que el Ministerio podrá encargar a terceros la realización de las pruebas necesarias para la normalización y homologación de equipos o aparatos de cada especialidad, de acuerdo a especificaciones técnicas que elaborará teniendo en cuenta las normas técnicas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

En el artículo 1º de la Resolución Directoral N° 076-98-MTC/15.19 se define como sistemas de espectro ensanchado a aquel en que la energía media de la señal transmitida se reparte sobre un ancho de banda mucho mayor del ancho de banda de la información, empleando un código independiente de los datos. Solo se podrá operar sistemas de secuencia directa, que es una técnica de estructuración de la señal que utiliza una secuencia pseudoaleatoria digital o código, con una velocidad de transmisión, muy superior a la velocidad de la señal de información.

Según el artículo 7º de la Resolución Directoral N° 076-98-MTC/15.19 para la autorización, internamiento, comercialización y operación los equipos que utilicen la tecnología de espectro ensanchado deberán contar con la homologación respectiva. El certificado de homologación indicará que el equipo que use esta tecnología en el servicio fijo privado será a título secundario.

Tal como se aprecia en la R.D. N° 076-98-MTC/15.19, la cual se puede observar en el anexo E, se indica que el equipo que utilice la tecnología de espectro ensanchado será en el servicio fijo privado a título secundario, de esta manera esta norma limita la homologación a los equipos de servicio privado, falta detallar la homologación de los equipos de servicio público, indicar las condiciones que se debe considerar en la homologación de equipos.

## **6.2. Recomendaciones para procesos de homologación**

Durante el trámite de homologación de equipos se debe considerar las otras modalidades de transmisión del espectro ensanchado, la modalidad salto de frecuencia y modalidad híbrida.

Para la homologación de los equipos de radiocomunicaciones se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas técnicas existentes y además debe evaluarse los estándares de la IEEE a ser aceptados para el caso de homologación de equipos de Wi-Fi y Bluetooth, WIMAX, etc. En el caso de la tecnología WLAN-WIFI, la estandarización IEEE 802.11 para la capa física (PHY) implica los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g. A

continuación en la tabla 6.1 realizaremos comparación de sus características.

Estándar	IEEE802.11	IEEE802.11a	IEEE802.11b	IEEE802.11g
Finalización	1997	1999	1999	2003
Frecuencia	2,4GHz ISM	5GHz	2,4GHz	2,4GHz
Velocidad máxima	2 Mbps	54 Mbps	11 Mbps	11Mbps/54 Mbps
Interface de aire	SS-FH/SS-DS	OFDM	SS-DS	SS-DS/OFDM
Otros aspectos	Superado por 802.11b	Disponible en el mercado	Disponible en el mercado	Mayor alcance y menor consumo de potencia que 802.11a .
Ventajas		Mayor velocidad, mayor número de usuarios simultáneos, menor interferencia.	Menor costo, mejor rango de señal y poca obstrucción de la misma.	Mayor velocidad, mayor número de usuarios simultáneos buen rango de señal.
Desventajas		Mayores costos, menor rango de señal, mayor vulnerabilidad las obstrucciones.	Menor velocidad, menor número de usuarios, vulnerabilidad a las interferencias (hornos de microondas, teléfonos inalámbricos etc.)	Alto costo, vulnerabilidad a las interferencias de productos que trabajan en la misma banda,

**Tabla 6.1.** Comparación de estándares IEEE 802.11

En el caso de la tecnología WPAN (redes de área personal inalámbrica) Bluetooth, se considera el estándar IEEE 802.15, mientras que por otro lado la tecnología WIMAX (red punto multipunto) está normada por el estándar IEEE 802.16. En conclusión en la banda de espectro ensanchado el sistema de acceso para el usuario final se puede dividir de la siguiente manera:

- Acceso inalámbrico de muy corta distancia: Bluetooth.
- Acceso inalámbrico de escala media: Wi-Fi.
- Acceso inalámbrico de gran escala: WIMAX.

Con esta consideración de la red de acceso procedemos a recomendar que en el caso de la homologación de equipos, deberán considerarse los estándares:

-IEEE 802.15

-IEEE 802.11; 802.11a; 802.11b; 802.11g

-IEEE 802.16

-Asimismo considerar BRETS 300.328 (especificaciones técnicas de la comunidad europea para equipos de transmisión de datos que operan en la banda de 2,4 GHz y usen la técnica de espectro ensanchado.

-ISC RSS210 de Canadá.

-TELEC Radio Regulation de Japón

-Otras tecnologías con especificaciones técnicas equivalentes a las indicadas y las que el Ministerio considere conveniente.

- De otro lado sería adecuado indicar el modo de transmisión TDD o FDD si se tratara de secuencia directa.

## **CAPITULO VII SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES PROPUESTAS**

Debido al problema de interferencias que vienen sufriendo las empresas de servicio público portadores locales en la ciudad de Lima, se debe fundamentalmente a la utilización de la tecnología de transmisión digital convencional MMDS la cual no tiene características de ensanchar el ancho de banda de la señal y por ende no es inmune a las interferencias de transmisores que utilizan la tecnología de espectro ensanchado por parte de las empresas de servicio privado se recomienda que las empresas de servicio público que utilizan la tecnología MMDS migren de la banda actual de operación de espectro ensanchado 2400-2483,5 MHz correspondiente a la banda Upstream a otra banda de frecuencias.

Por otro lado, debemos indicar que el actual desarrollo de los sistemas de espectro ensanchado en cuanto a los servicios de acceso a internet se ha incrementado. El advenimiento de las tecnologías de corto y mediano alcance tal como el *Wi-Fi* a nivel mundial obliga al Estado a modificar y adecuar su plan de canalización para soportar nuevas tecnologías y por ende el Estado debe destinar la banda de espectro ensanchado para soportar estas nuevas tecnologías. Por este motivo el Estado se ve obligado a solicitar a las empresas de servicio público en nuestro País, migrar su banda de operación.

De otro lado, se debe mencionar que los nuevos sistemas que operaran en la banda de espectro ensanchado, requieren una adecuada norma la cual presenta características que a continuación expondremos. Proponemos a continuación una alternativa en la cual explicamos detalladamente las características que se deben tener en cuenta cuando se norme la banda de espectro ensanchado:

<b>Parámetro</b>	<b>Características</b>
a.- Consideración de la banda	No licenciada
b.- Registro	Debe considerarse un registro de las empresas que utilizaran la tecnología de espectro ensanchado.
c.- Norma	Se debe modificar la norma existente.
d.- Canalización	Debe ser canalizada.
e.- Pago de Canon	No deben pagar por el canon utilizado.
f.- Homologación de equipos	Se debe homologar equipos considerando la norma IEEE.
g.- Sistemas de espectro ensanchados permitidos	-Secuencia Directa -Salto de frecuencia -Sistemas Híbridos
h.- Potencia	-Modificar los niveles de potencia para diferentes ambientes.
i.- Interferencias	No pueden presentar reclamos por problemas de interferencia.
j.- Situación de empresas de servicio público.	Dar un plazo a las empresas de servicio público que tienen asignada la banda de espectro ensanchado para que adecuen su operación a la nueva normativa.
k.- Niveles de ruido	Considerar los niveles de ruido según la UIT.
l.- Modos de Full Duplex	TDD y FDD en el caso de secuencia directa.
m.- Otros servicios	Se debería permitir el servicio de WIFI, Bluetooth, WIMAX, etc

a) Declarar las bandas de espectro ensanchado como no licenciada, de esta forma se evitaría el problema de la preeminencia de servicios de públicos con relación a los servicios privados.

b) Las empresas que utilizan la tecnología de espectro ensanchado deberán solicitar inscripción en un registro que el Ministerio debe llevar para controlar la banda de frecuencias mencionada.

c) Modificar la R.D. N° 076-98-MTC/15.19, norma vigente que es aplicable solo para servicio privado, de esta forma la norma puede ser ampliada a servicio público.

d) La banda de espectro ensanchado debe ser canalizada momentáneamente, debido a la existencia de empresas de servicio público que tienen asignada parte de su banda de operación. De esta forma en la norma que se realice se debería indicar que las empresas que desean trabajar en esta banda podrán hacerlo excepto en los canales que las empresas de servicio público tienen asignados hasta que adecuen sus frecuencias. Otra de las ventajas de canalizar la banda de espectro ensanchado es que permitiría que las empresas que piensan brindar el servicio de Wi-Fi no produzcan interferencia sobre sus propios canales. Se deberá aclarar que la canalización de la banda de espectro ensanchado no obliga a las empresas a operar en el canal asignado en su registro sino que les advierte a evitar solapamiento entre canales, cuando dos equipos transmiten en el mismo emplazamiento, la norma IEEE 802.11 indica que se debe dejar una separación entre las frecuencias centrales de los canales mayor de 22 MHz. Esta condición significa que en la banda de 2,4 GHz

hasta tres (03) puntos de acceso pueden coexistir en una misma celda (se suelen emplear los canales 1, 6 y 11). En la banda de 5 GHz (IEEE 802.11a) permite la utilización de hasta ocho (08) puntos de acceso coexistiendo en la misma celda. La utilización de dispositivos de banda dual 802.11a + 802.11b permitirá la instalación de hasta 11 puntos de acceso en la misma celda sin solape de frecuencias.

e) Una vez canalizada la banda de espectro ensanchado, las empresas que operaran en esta banda no deben pagar por concepto de canon debido a que es una banda no licenciada y si sufren problemas de interferencias el estado no le debe garantizar su protección.

f) En cuanto a la homologación se debe indicar en la norma que tecnologías inalámbricas se van a permitir para operar en el país, especificando la norma IEEE correspondiente u otra norma de algún país cuya tecnología debe ser aceptada por el Perú, al respecto en la parte de homologación de equipos (capítulo V) ya se recomendó que otras normas pueden ser aceptadas en el país.

g) Con relación a las modalidades de espectro ensanchado se tiene dos modos DSSS y FHSS, es recomendable autorizarlos. La diferencia entre las modalidades DSSS y FHSS es la canalización. En la banda de 2,4 GHz. en el caso de DSSS se tiene 14 canales de 5 MHz por canal, mientras que en el caso de FHSS se tiene canalizaciones de 1 MHz por canal, teniendo hasta cerca de 80 canales.

h) El parámetro de la potencia es otro aspecto que se debe normar debido a que actualmente la legislación exige que los equipos que transmitan con una

potencia PIRE mayor a 10 mwatts., sean administrados, pero las nuevas tecnologías de comunicaciones inalámbricas en esta banda de frecuencias requieren potencias mayores a las indicadas 100 mwatts., de ahí que se debe hacer un análisis respecto a este aspecto.

i) Tal como indicamos en el aspecto de canon, dado que no pagan y debido al hecho que la banda es no licenciada, en caso que las empresas sufran problemas de interferencias no podrían reclamar por estos problemas.

j) Al declarar la banda no licenciada forzaría que las empresas que tienen asignada sus frecuencias en esta banda a título primario migren a otra banda para lo cual tendrían que solicitar adecuación y/o el Ministerio exigir a las empresas la respectiva adecuación en un plazo de 2 años como máximo.

k) El aspecto de los niveles de ruido sería adecuado, pero debido a que la banda es no licenciada dejaría de ser fundamental normar este aspecto pero debería detallarse los niveles en cuanto a medición de señal tal como se indica en la norma de la IEEE 802.11b, numeral 18.4.6.8, ver anexo D.

l) Con relación a los modos Full Duplex TDD y FDD autorizados en la modalidad de secuencia directa se debe analizar el aspecto de la canalización porque este varía según sea el caso.

m) Dado que esta banda es no licenciada en los países donde se desarrolla esta tecnología, sería adecuado estar actualizando la norma con relación a esta banda de frecuencias y de esta forma las normas correspondientes a estas tecnologías podrían autorizarse para la respectiva homologación. Por ahora las nuevas tecnologías que están operando en esta banda son Bluetooth, WI-FI y WIMAX.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones son las siguientes:

- 1) Declarar la banda de 2400 a 2483,5 MHz como no licenciada y para uso de sistemas de espectro ensanchado.
- 2) Modificar la R.D. N° 076-98-MTC/15.19 en la cual deberán tomarse en cuenta lo indicado en las soluciones y recomendaciones (Cap. VII).
- 3) Informar y dar las facilidades a las empresas que tienen asignadas parte de su canalización de operación a título primario en esta banda la adecuación correspondiente. Al respecto, se deberá canalizar la banda momentáneamente hasta que las empresas de servicio público que operan en esta banda migren su espectro de operación.
- 4) Advertir a las empresas que trabajan con sistemas de espectro ensanchado a operar en los canales de la banda de espectro ensanchado excepto en los canales asignados a las empresas de servicios públicos.
- 5) En cuanto a la homologación de equipos deberá establecerse las normas de fabricación internacionales que serán aceptadas y aprobar la homologación de otras modalidades de transmisión de la tecnología de espectro ensanchado: salto de frecuencia y la modalidad híbrida.

6) Las normas que se aplicarán en esta banda deberán ser revisadas en periodos mínimos de 6 meses y máximo de 1 año para validar y verificar su aplicación.

**ANEXO A**  
**CUADRO DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS RADIOELÉCTRICAS EN**  
**EL PERÚ**



**ANEXO B**  
**PLAN NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS**

## **INTRODUCCION**

La presente Publicación muestra los cuadros de Atribución de Frecuencias a los diferentes servicios de Telecomunicaciones.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b> TERMINOLOGIA.....	2
<b>Artículo 1</b> TERMINOS Y DEFINICIONES.....	2
Sección I Términos generales .....	2
Sección II Términos específicos relativos a la gestión de frecuencias.....	2
Sección III Servicios radioeléctricos	3
Sección IV Estaciones y sistemas radioeléctricos .....	5
Sección V Términos referentes a la exploración .....	8
Sección VI Características de las emisiones y equipos .....	9
Sección VII Compartición de frecuencias .....	11
Sección VIII Términos Técnicos relativos al espacio .....	11
<b>Artículo 2</b> NOMENCLATURA DE LAS BANDAS DE FRECUENCIA Y DE LAS LONGITUDES DE ONDAS EMPLEADAS EN LAS RADIOCOMUNICACIONES.....	12
<b>Artículo 3</b> DENOMINACIONES DE LAS EMISIONES .....	13
Sección I Anchura de banda necesaria .....	13
Sección II Clases de emisiones .....	13
<b>CAPITULO II</b> ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS .....	15
<b>Artículo 4</b> DESCRIPCION DE LAS REGIONES Y ZONAS DEL MUNDO Y CUADRO DE ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS .....	15
Sección I Regiones y zonas del mundo .....	15
Sección II Categorías y servicios y las atribuciones .....	15
Sección III Disposición del cuadro de atribución de las bandas de frecuencias .....	15
Sección IV Cuadro de atribución de bandas de frecuencias .....	15
Sección V Notas y Observaciones al cuadro de atribución de bandas de frecuencias .....	52

## CAPITULO I

### TERMINOLOGIA

#### ARTICULO I

#### TERMINOS Y DEFINICIONES

##### Sección I. Términos Generales

- 1.1 Todo departamento o servicio gubernamental responsable del cumplimiento de las obligaciones derivadas del Convenio Internacional de Telecomunicaciones y sus Reglamentos.
- De acuerdo a lo establecido por el D.S. N° 013-93-TCC Ley General de Telecomunicaciones, la Administración Peruana de Telecomunicaciones es el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
- 1.2 Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por línea física, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.
- 1.3 : Término general que se aplica al empleo de las ondas radioeléctricas.
- 1.4 **Ondas radioeléctricas U Ondas Hertzianas:** Ondas electromagnéticas, cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de 3000 GHz que se propagan por el espacio sin guía artificial.
- 1.5 **Radiocomunicación:** Toda *telecomunicación* transmitida por medio de las *ondas radioeléctricas*.
- 1.6 **Radiocomunicación Terrenal:** Toda *radiocomunicación* distinta de la *Radiocomunicación* espacial o de la *radioastronomía*.
- 1.7 : Toda *Radiocomunicación* que utilice una o varias *estaciones espaciales*, uno o varios *satélites reflectores* u otros objetos situados en el espacio.
- 1.8 **Radiodeterminación:** Determinación de la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de las *ondas radioeléctricas*.
- 1.9 **Radionavegación:** *Radiodeterminación* utilizada para fines de radionavegación, inclusive para señalar la presencia de obstáculos.
- 1.10 **Radiolocalización:** *Radiodeterminación* utilizada para fines distintos de *radionavegación*.
- 1.11 **Radiogoniometría:** *Radiodeterminación* que utiliza la recepción de *ondas radioeléctricas* para determinar la dirección de una *estación* o de un objeto.
- 1.12 **Radioastronomía:** Astronomía basada en la recepción de *ondas radioeléctricas* de origen cósmico.
- 1.13 Escala de tiempo basada en el segundo (SI), definida y recomendada por el CCIR y mantenida por la Oficina Internacional de la hora (BIH).
- El UTC es equivalente a la hora solar media en el meridiano origen (0° de longitud), anteriormente expresada en GMT.
- 1.14 **(de la energía radioeléctrica) (ICM):** Aplicación de equipos o de instalaciones destinados a producir y utilizar en un espacio reducido energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de *telecomunicación*.

## Sección II. Términos específicos relativos a la gestión de frecuencias

- 2.1 **(de una banda de frecuencias):** Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada, para que sea utilizada por uno o varios *servicios de Radiocomunicación* terrenal o espacial o por el *servicio de radioastronomía* en condiciones especificadas. Este término se aplica también a la banda de frecuencias considerada.
- 2.2 **(de una frecuencia o de un canal radioeléctrico):** Inscripción de un canal determinado en un plan, adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o varias administraciones para un *servicio de radiocomunicación* terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas.
- 2.3 **(de una frecuencia o de un canal radioeléctrico):** Autorización que da una administración para que una *estación* radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

## Sección III. Servicios radioeléctricos

- 3.1 Servicio definido en esta sección que implica la transmisión, la *emisión* o la recepción de *ondas radioeléctricas* para fines específicos de *telecomunicación*.
- Todo servicio de Radiocomunicación que se mencione en el presente Reglamento, salvo indicación expresa en contrario, corresponde a una *Radiocomunicación terrenal*
- 3.2 *Servicio de Radiocomunicación* entre puntos fijos determinados.
- 3.3 *Servicio de Radiocomunicación* entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más *satélites*; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces *entre satélites* que pueden realizarse también dentro del *servicio entre satélites*, el servicio fijo por satélite puede también incluir *enlaces de conexión* para otros servicios de *Radiocomunicación espacial*
- 3.4 *Servicio de Radiocomunicación* entre puntos fijos determinados, que se suministra primordialmente para la seguridad de la navegación aérea y para que sea regular, eficiente y económica la operación de los transportes aéreos.
- 3.5 *Servicio de Radiocomunicación* que establece enlaces entre *satélites* artificiales de la Tierra.
- 3.6 *Servicio de Radiocomunicación* que concierne exclusivamente al funcionamiento de los *vehículos espaciales*, en particular el *seguimiento espacial*, la *telemida espacial* y el *telemando espacial*
- Estas funciones serán normalmente realizadas dentro del servicio en el que funcione la *estación espacial*
- 3.7 **Servicio** *Servicio de Radiocomunicación* entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles (CONV.).
- 3.8 *Servicio de Radiocomunicación:*
- Entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o
  - Entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.
- También pueden considerarse incluidos en este servicio los *enlaces de conexión* necesarios para su explotación.
- 3.9 **Servicio móvil terrestre:** *Servicio móvil* entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

- 3.10** *Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.*
- 3.11** *Servicio móvil entre estaciones costeras y estaciones de barco, entre estaciones de barco, o entre estaciones de comunicaciones a bordo asociadas; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.*
- 3.12** *Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de barcos; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.*
- 3.13** *Servicio móvil marítimo en un puerto o en sus cercanías, entre estaciones costeras y estaciones de barco, o entre estaciones de barco, cuyos mensajes se refieren únicamente a las operaciones, movimiento y seguridad de los barcos y, en caso de urgencia, a la salvaguardia de las personas.*
- Quedan excluidos de este servicio los mensajes con carácter de *correspondencia pública*.
- 3.14** *Servicio de seguridad, dentro del servicio móvil marítimo, distinto del servicio de operaciones portuarias, entre estaciones costeras y estaciones de barco, o entre estaciones de barco, cuyos mensajes se refieren únicamente a los movimientos de los barcos.*
- Quedan excluidos de este servicio los mensajes con carácter de *correspondencia pública*.
- 3.15** **Se** *Servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave, en el que también pueden participar las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros que operen en las frecuencias de socorro y de urgencia designadas.*
- 3.15<sup>a</sup>** **S** *Servicio móvil aeronáutico reservado a las comunicaciones aeronáuticas relativas a la seguridad y regularidad de los vuelos, principalmente en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil.*
- 3.15<sup>b</sup>** *Servicio móvil aeronáutico destinado a asegurar las comunicaciones, incluyendo las relativas a la coordinación de los vuelos, principalmente fuera de las rutas nacionales e internacionales de la aviación civil.*
- 3.16** *Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de aeronaves; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.*
- 3.16<sup>a</sup>** *Servicio móvil aeronáutico por satélite reservado a las comunicaciones relativas a la seguridad y regularidad de los vuelos, principalmente en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil.*
- 3.16<sup>b</sup>** *Servicio móvil aeronáutico por satélite destinado a asegurar las comunicaciones, incluyendo las relativas a la coordinación de los vuelos, principalmente fuera de las rutas nacionales e internacionales de la aviación civil.*
- 3.17** **Servicio de r** *Servicio de Radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género (CONV.).*
- 3.18** *Servicio de Radiocomunicación en el cual las series emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.*
- En el servicio de radiodifusión por satélite la expresión <<recepción directa>> abarca tanto la *recepción individual* como la *recepción comunal*
- 3.19** **Servicio de Radiodeterminación:** *Servicio de Radiocomunicación para fines de Radiodeterminación.*

- 3.20** *Servicio de Radiocomunicación para fines de Radiodeterminación, y que implica la utilización de una o más estaciones espaciales.*
- Este servicio puede incluir también los *enlaces de conexión* necesarios para su funcionamiento.
- 3.21** *Servicio de radiodeterminación para fines de radionavegación.*
- 3.22** *Servicio de Radiodeterminación por satélite para fines de radionavegación.*
- También pueden considerarse incluidos en este servicio *los enlaces de conexión* necesarios para su explotación.
- 3.23** *Servicio de radionavegación destinado a los barcos y a su explotación en condiciones de seguridad.*
- 3.24** *Servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de barcos.*
- 3.25** **Servicio de radionavegación aeronáutica:** *Servicio de radionavegación destinado a las aeronaves y a su explotación en condiciones de seguridad.*
- 3.26** **Servicio de radionavegación aeronáutica por satélite:** *Servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de aeronaves.*
- 3.27** *Servicio de radiodeterminación para fines de radiolocalización.*
- 3.28** **Servicio de ayudas a la navegación:** *Servicio de Radiocomunicación destinado a las observaciones y sondeos utilizados en meteorología, con inclusión de la hidrología.*
- 3.29** *Servicio de Radiocomunicación entre estaciones terrenas y una o varias estaciones espaciales, que puede incluir enlaces entre estaciones espaciales y en el que:*
- ?? se obtiene información sobre las características de la Tierra y sus fenómenos naturales por medio de *sensores pasivos* o de *sensores activos* a bordo de *satélites* de la Tierra;
  - ?? se reúne información análoga por medio de plataformas situadas en el aire o sobre la superficie de la Tierra;
  - ?? dichas informaciones pueden ser distribuidas a *estaciones terrenas* dentro de un mismo sistema;
  - ?? puede incluirse asimismo la interrogación a las plataformas.
- Este servicio puede incluir también los *enlaces de conexión* necesarios para su explotación.,
- 3.30** *Servicio de exploración de la Tierra por satélite con fines meteorológicos.*
- 3.31** *Servicio de Radiocomunicación para la transmisión de frecuencias especificadas, de señales horarias, o de ambas, de reconocida y elevada precisión, para fines científicos, técnicos y de otras clases, destinadas a la recepción general.*
- 3.32** *Servicio de Radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias.*  
Este servicio puede incluir también los *enlaces de conexión* necesarios para su explotación.
- 3.33** *Servicio de Radiocomunicación que utiliza vehículos espaciales u otros objetos espaciales para fines de investigación científica o tecnológica.*
- 3.34** *Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuado por aficionados, esto es, por*

personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotécnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

- 3.35** *Servicio de aficionados por Servicio de Radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de aficionados.*
- 3.36** Servicio que entraña el empleo de la *radioastronomía*.
- 3.37** Todo servicio radioeléctrico que se explote de manera permanente o temporal para garantizar la seguridad de la vida humana y la salvaguardia de los bienes (CONV.).
- 3.38** *Servicio de Radiocomunicación* no definido en otro lugar de la presente sección, destinado exclusivamente a satisfacer necesidades determinadas de interés general y no abierto a la *correspondencia pública*.

#### **Sección IV. Estaciones y sistemas radioeléctricos**

- 4.1** Uno o más transmisores o receptores, o una combinación de transmisores y receptores, incluyendo las instalaciones accesorias, necesarios para asegurar un *servicio de Radiocomunicación*, o el *servicio de radioastronomía* en un lugar determinado.

Las estaciones se clasificarán según el servicio en el que participen de una manera permanente o temporal.

- 4.2** *Estación que efectúa radiocomunicaciones terrenales.*

Toda *estación* que se mencione en el presente Reglamento, salvo indicación expresa en contrario, corresponde a una estación terrenal.

- 4.3** *Estación* situada en la superficie de la Tierra o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación:

?? Con una o varias *estaciones espaciales*; o

?? Con una o varias *estaciones* de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios *satélites reflectores* u otros objetos situados en el espacio.

- 4.4** *Estación* situada en un objeto que se encuentra, que está destinado a ir o que ya estuvo, fuera de la parte principal de la atmósfera de la Tierra.

- 4.5** *Estación móvil del servicio móvil marítimo* o del *servicio móvil aeronáutico*, destinada exclusivamente a las necesidades de los naufragos e instalada en una embarcación, balsa o cualquier otro equipo o dispositivo de salvamento.

- 4.6** *Estación del servicio fijo*

- 4.7** *Estación del servicio fijo aeronáutico.*

- 4.8** *Estación del servicio móvil* destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.

- 4.9** *Estación terrena del servicio móvil por satélite* destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.

- 4.10** *Estación del servicio móvil* no destinada a ser utilizada en movimiento.

- 4.10<sup>a</sup>** *Estación terrena del servicio fijo por satélite* o, en ciertos casos, del *servicio móvil por satélite*, situada en un punto determinado o en una zona determinada en tierra y destinada a asegurar el *enlace de conexión del servicio móvil por satélite*.

- 4.11** *Estación terrestre del servicio móvil terrestre.*

- 4.11<sup>a</sup> La** *Estación terrena del servicio fijo por satélite* o, en ciertos casos, del *servicio móvil terrestre por satélite*, situada en un punto determinado o en una zona determinada en tierra y destinada a asegurar el *enlace de conexión* del *servicio móvil terrestre por satélite*.
- 4.12** *Estación móvil del servicio móvil terrestre* que puede cambiar de lugar dentro de los límites geográficos de un país o de un continente.
- 4.12<sup>a</sup>** **terrestre:** *Estación terrena móvil del servicio móvil terrestre por satélite* capaz de desplazarse por la superficie, dentro de los límites geográficos de un país o de un continente.
- 4.13** **costera:** *Estación terrestre del servicio móvil marítimo*.
- 4.14** *Estación terrena del servicio fijo por satélite* o en algunos casos del *servicio móvil marítimo por satélite* instalada en tierra, en un punto determinado, con el fin de establecer un *enlace de conexión* en el *servicio móvil marítimo por satélite*.
- 4.15** *Estación móvil del servicio móvil marítimo* a bordo de un barco no amarrado de manera permanente y que no sea una *estación de embarcación* o *dispositivo de salvamento*.
- 4.16** *Estación terrena móvil del servicio móvil marítimo por satélite* instalada a bordo de un barco.
- 4.17** *Estación móvil de baja potencia del servicio móvil marítimo* destinada a las comunicaciones internas a bordo de un barco, entre un barco y sus botes y balsas durante ejercicios u operaciones de salvamento, o para las comunicaciones dentro de un grupo de barcos empujados o remolcados, así como para las instrucciones de amarre y atraque.
- 4.18** *Estación costera del servicio de operaciones portuarias*.
- 4.19** **aeronáutica:** *Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico*.
- En ciertos casos, una estación aeronáutica puede estar instalada, por ejemplo, a bordo de un barco o de una plataforma sobre el mar.
- 4.20** *Estación terrena del servicio fijo por satélite* o, en algunos casos, del *servicio móvil aeronáutico por satélite* instalada en tierra en un punto determinado, con el fin de establecer un *enlace de conexión* en el *servicio móvil aeronáutico por satélite*.
- 4.21** *Estación móvil del servicio móvil aeronáutico* instalada a bordo de una aeronave, que no sea una *estación de embarcación* o *dispositivo de salvamento*.
- 4.22** *Estación terrena móvil del servicio móvil aeronáutico por satélite* instalada a bordo de una aeronave.
- 4.23** *Estación del servicio de radiodifusión*.
- 4.24** *Estación del servicio de radiodeterminación*.
- 4.25** *Estación del servicio de radionavegación* destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no especificados.
- 4.26** *Estación del servicio de radionavegación* no destinada a ser utilizada en movimiento.
- 4.27** *Estación del servicio de radiolocalización* destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no especificados.
- 4.28** *Estación del servicio de radiolocalización* no destinada a ser utilizada en movimiento.
- 4.29** *Estación de Radiodeterminación* que utiliza la *Radiogoniometría*.
- 4.30** *Estación del servicio de radionavegación* cuyas emisiones están destinadas a permitir a una *estación móvil* determinar su marcación o su dirección con relación a la estación de radiofaro.

**4.31** *ocalización de siniestros* Estación del servicio móvil cuyas emisiones están destinadas a facilitar las operaciones de búsqueda y salvamento.

**4.31<sup>a</sup>** *Radiobaliza de localización de siniestros por satélite*: Estación terrena del servicio móvil por satélite cuyas emisiones están destinadas a facilitar las operaciones de búsqueda y salvamento.

**4.32** : Estación del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias.

**4.33** *aficionado*: Estación del servicio de aficionados.

**4.34** : Estación del servicio de radioastronomía.

**4.35** Estación que utiliza las ondas radioeléctricas para efectuar experimentos que pueden contribuir al progreso de la ciencia o de la técnica.  
En esta definición no se incluye a las estaciones de aficionado.

**4.36** : Transmisor de barco para ser utilizado exclusivamente en una frecuencia de socorro, con fines de socorro, urgencia y seguridad.

**4.37 Radar**: Sistema de Radiodeterminación basado en la comparación entre señales de referencia y señales radioeléctricas reflejadas o retransmitidas desde la posición a determinar.

**4.38 Radar Primario**: Sistema de Radiodeterminación basado en la comparación entre señales de referencia y señales radioeléctricas reflejadas desde la posición a determinar.

**4.39 Radar Secundario**: Sistema de radiodeterminación basado en la comparación entre señales radioeléctricas retransmitidas desde la posición a determinar.

**4.40** : Receptor transmisor asociado a un punto de referencia fijo de navegación que al ser activado por la señal procedente de un radar, transmite de forma automática una señal distintiva, la cual puede aparecer en la pantalla del radar y proporcionar información de distancia, marcación e identificación.

**4.41** : Sistema de radionavegación que proporciona a las aeronaves, inmediatamente antes de su aterrizaje y en el curso de éste, una orientación horizontal y vertical, y una indicación, en ciertos puntos fijos, de la distancia hasta el punto de referencia de aterrizaje.

**4.42 Radiocalineación de Fista**: Dispositivo de orientación en sentido horizontal que forma parte de un sistema de aterrizaje con instrumentos y que indica la desviación horizontal de la aeronave con relación al trayecto óptimo de descenso, según el eje de la pista de aterrizaje.

**4.43** Dispositivo de orientación en sentido vertical que forma parte de un sistema de aterrizaje con instrumentos y que indica la desviación vertical de la aeronave con relación al trayecto óptimo de descenso.

**4.44 Radiobaliza**: Transmisor del servicio de radionavegación aeronáutica que radia verticalmente un haz de configuración espacial, destinado a facilitar datos de posición a la aeronave.

**4.45 Radiocaltimetro**: Equipo de radionavegación instalado a bordo de una aeronave o de un vehículo espacial, que permite determinar la altura a que se encuentra la aeronave o el vehículo espacial sobre la superficie de la Tierra u otra superficie.

**4.46 Radiosonda**: Transmisor radioeléctrico automático del servicio de ayudas a la meteorología, que suele instalarse en una aeronave, globo libre, paracaídas o cometa, y que transmite datos meteorológicos.

**4.47** : Cualquier conjunto coordinado de estaciones terrenas, de estaciones espaciales, o de ambas, que utilicen la Radiocomunicación espacial para determinados fines.

**4.48 Sistema de Satélites** Sistema espacial que comprende uno o varios satélites artificiales de la Tierra.

**4.49** : Sistema de satélites o parte de un sistema de satélites que consta de un solo satélite y de las estaciones terrenas asociadas.

**4.50** : Enlace radioeléctrico efectuado entre una estación terrena transmisora y una estación terrena receptora por medio de un satélite.

Un enlace por satélite está formado por un enlace ascendente y un enlace descendente.

: Enlace radioeléctrico efectuado entre una *estación terrena* transmisora y una *estación terrena* receptora por medio de dos *satélites* por lo menos y sin ninguna *estación terrena* inmediata. Un enlace multisatélite está formado por un enlace ascendente, uno o varios enlaces entre *satélites* y un enlace descendente.

**4.52** : Enlace radioeléctrico establecido desde una *estación terrena* situada en un punto fijo determinado hacia una *estación espacial*, o viceversa, por el que se transmite información para una *Radiocomunicación espacial* de un servicio distinto del *servicio fijo por satélite*.

## Sección V. Términos Referentes a la Explotación

**5.1** : Toda *telecomunicación* que deban aceptar para su transmisión las oficinas y *estaciones* por el simple hecho de hallarse a disposición del público.

**5.2 *Telegrafía***: Forma de *telecomunicación* en la cual las informaciones transmitidas están destinadas a ser registradas a la llegada en forma de documento gráfico; estas informaciones pueden presentarse en ciertos casos en otras formas o registrarse para una utilización ulterior.

Nota: Un documento gráfico es un soporte de información en el cual se registran en forma permanente un texto escrito a impreso o una imagen fija y que es posible clasificar y consultar.

**5.3 *Telegrama***: Escrito destinado a ser transmitido por *telegrafía* para su entrega al destinatario. Este término comprende también el *radiotelegrama*, salvo especificación en contrario.

**5.4 *Radiotelegrama***: *Telegrama* cuyo origen o destino es una *estación móvil* o una *estación terrena móvil*, transmitido en todo o en parte de su recorrido, por las vías de *Radiocomunicación* del *servicio móvil* o del *servicio móvil por satélite*.

: Comunicación telex cuyo origen o destino es una *estación móvil* o una *estación terrena móvil*, transmitida en todo o en parte de su recorrido, por las vías de *Radiocomunicación* del *servicio móvil* o del *servicio móvil por satélite*.

**5.6** : *Telegrafía* por modulación de frecuencia en la que la señal telegráfica desplaza la frecuencia de la onda portadora entre valores predeterminados.

**5.7 *Facsimil***: Forma de *telegrafía* que permite la transmisión de imágenes fijas, con o sin medios tonos, con miras a su reproducción en forma permanente.

**5.8 *Telefonía***: Forma de *telecomunicación* destinada principalmente para la transmisión de la palabra.

: Conferencia telefónica cuyo origen o destino es una *estación móvil* o una *estación terrena móvil*, transmitida, en todo o en parte de su recorrido, por las vías de *Radiocomunicación* del *servicio móvil* o del *servicio móvil por satélite*.

: Modo de explotación que permite transmitir alternativamente, en uno u otro sentido de un canal de *telecomunicación*, por ejemplo, mediante control manual (1).

Nota: (1) Por lo general, la *explotación dúplex* y la *explotación semidúplex* de un canal de *Radiocomunicación* requieren el empleo de dos frecuencias: La *explotación simplex* puede hacerse con una o dos frecuencias.

**5.11** Modo de explotación que permite transmitir simultáneamente en los dos sentidos de un canal de *telecomunicación*.

**5.12** Modo de *explotación simplex* en un extremo del circuito de *telecomunicación* y de *explotación dúplex* en el otro.

**5.13 *Televisión***: forma de *telecomunicación* que permite la transmisión de imágenes no permanentes de objetos fijos o móviles.

**5.14 Recepción Individual:** (en el servicio de radiodifusión por satélite): Recepción de las emisiones de una *estación espacial* del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones domésticas sencillas y, en particular, aquellas que disponen de antenas de pequeñas dimensiones.

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

por un grupo del público en general, en un mismo lugar; o  
mediante un sistema de distribución que da servicio a una zona limitada.

: Aplicación de las *telecomunicaciones* que permite indicar o registrar automáticamente medidas a cierta distancia del instrumento de medida.

*Telemedida* realizada por medio de las *ondas radioeléctricas*.

**5.18** : *Telemedida* utilizada para la transmisión, desde una *estación espacial*, de resultados de mediciones efectuadas en un *vehículo espacial*, con inclusión de las relativas al funcionamiento del *vehículo espacial*.

**5.19 Tel emando:** Utilización de las *telecomunicaciones* para la transmisión de señales destinadas a iniciar, modificar o detener a distancia el funcionamiento de los dispositivos de un equipo.

**5.20** : Utilización de las *radiocomunicaciones* para la transmisión de señales radioeléctricas a una *estación espacial* destinadas a iniciar, modificar o detener el funcionamiento de los dispositivos de un equipo situado en el objeto espacial asociado, incluida la *estación espacial*.

**5.21** : Determinación de la *órbita*, velocidad o posición instantánea de un objeto en el espacio por medio de *Radiodeterminación*, con exclusión del *radar primario*, con el propósito de seguir los desplazamientos del objeto.

## Sección VI. Características de las Emisiones y de los Equipos

**6.1 Radiación** : Flujo saliente de energía de una fuente cualquiera en forma de *ondas radioeléctricas*, o esta misma energía.

**6.2** *Radiación* producida, o producción de *radiación*, por una *estación* transmisora radioeléctrica.  
Por ejemplo, la energía radiada por el oscilador local de un receptor radioeléctrico no es una *emisión*, sino una *radiación*.

**6.3** Conjunto de características de una *emisión*, a saber tipo de modulación de la portadora.

**6.4** : *Emisión* de modulación de amplitud con una sola banda lateral.

**6.5** : *Emisión de banda lateral única* sin reducción de la portadora.

**6.6** : *Emisión de banda lateral única* con reducción de la portadora, pero en un nivel que permite reconstituirla y emplearla para la demodulación.

**6.7** : *Emisión de banda lateral única* en la cual la portadora es virtualmente suprimida, no pudiéndose utilizar para la demodulación.

**6.8** : *Emisión* en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera de la *anchura de banda necesaria*, resultante del proceso de modulación, excluyendo las *emisiones no esenciales*.

**6.9** : *Emisión* en una o varias frecuencias situadas fuera de la *anchura de banda necesaria*, cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente. Las emisiones armónicas, las emisiones parásitas, los productos de intermodulación y los productos de la

conversión de frecuencia están comprendidas en las emisiones no esenciales, pero están excluidas las *emisiones fuera de banda*.

**6.10** Conjunto de las *emisiones no esenciales* y de las *emisiones fuera de banda*.

**6.11** **si gnada:** Banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la *emisión* de una *estación* determinada; la *anchura* de esta *banda* es igual a la *anchura de banda necesaria* más el doble del valor absoluto de la *tolerancia de frecuencia*.

Cuando se trata de *estaciones espaciales*, la banda de frecuencia asignada incluye el doble del desplazamiento máximo debido al efecto Doppler que puede ocurrir con relación a un punto cualquiera de la superficie de la Tierra.

**6.12** : Centro de la *banda de frecuencias* asignadas a una *estación*.

**6.13** : Frecuencia que puede identificarse y medirse fácilmente en una *emisión* determinada.

Una frecuencia portadora puede designarse, por ejemplo, como una frecuencia característica.

**6.14 Frecuencia de Referencia:** Frecuencia que ocupa una posición fija y bien determinada con relación a la *frecuencia asignada*. La desviación de esta frecuencia con relación a la *frecuencia asignada* es, en magnitud y signo, la misma que la de la *frecuencia característica* con relación al centro de la banda de frecuencias ocupada por la *emisión*.

**6.15 Tolerancia de Frecuencia:** Desviación máxima admisible entre la *frecuencia asignada* y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por una *emisión*, o entre la *frecuencia de referencia* y la *frecuencia característica* de una *emisión*.

La tolerancia de frecuencia se expresa en millonésimas o en hertzios.

**6.16** Para una *clase de emisión* dada, anchura de la banda de frecuencias estrictamente suficiente para asegurar la transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requeridas en condiciones especificadas.

**6.17** : Anchura de la banda de frecuencias tal que, por debajo de su frecuencia límite inferior y por encima de su frecuencia límite superior, se emitan *potencias medias* iguales cada una a un porcentaje especificado, B/2, de la *potencia media* total de una *emisión* dada.

En ausencia de especificaciones del CCIR para la *clase de emisión* considerada, se tomará un valor B/2 igual a 0,5%.

**6.18** **(en el sentido de las agujas del reloj):** Onda polarizada, elíptica o circularmente, en la que, para un observador que mira en el sentido de la propagación, el vector campo eléctrico gira en función del tiempo, en un plano fijo cualquiera normal a la dirección de propagación, en el sentido dextrógiro, es decir, en el mismo sentido que las agujas de un reloj.

**6.19 Onda de Polarización Levógi ra (en el sentido contrario al de las agujas del reloj):** Onda polarizada, elíptica o circulante, en la que, para un observador que mira en el sentido de la propagación, el vector campo eléctrico gira en función del tiempo, en un plano fijo cualquiera normal a la dirección de propagación, en el sentido levógi ro, es decir, en sentido contrario al de las agujas de un reloj.

**6.20 Potencia:** Siempre que se haga referencia a la potencia de un transmisor radioeléctrico, etc., ésta se expresará, según la *clase de emisión*, en una de las formas siguientes, utilizando para ello los símbolos convencionales que se indican:

?? *potencia en la cresta de la envolvente (PX o pX);*

?? *potencia media (PY o pY);*

?? *potencia de la portadora (PZ o pZ).*

Las relaciones entre la *potencia en la cresta de la envolvente*, la *potencia media* y la *potencia de la portadora*, para las distintas *clases de emisión*, en condiciones normales de funcionamiento y en ausencia de modulación, se indican en las Recomendaciones del CCIR que pueden tomarse como guía para determinar tales relaciones.

En las fórmulas, el símbolo p indica la potencia en vatios el símbolo P la potencia en decibelios relativa a un nivel de referencia.

**6.21** (de un transmisor radioeléctrico): La media de la potencia suministrada a la línea de alimentación de la antena por un transmisor en condiciones normales de funcionamiento, durante un ciclo de radiofrecuencia, tomado en la cresta más elevada de la envolvente de modulación.

**6.22 Potencia Media (de un transmisor radioeléctrico):** La media de la potencia suministrada a la línea de alimentación de la antena por un transmisor en condiciones normales de funcionamiento, evaluada durante un intervalo de tiempo suficientemente largo comparado con el periodo correspondiente a la frecuencia más baja que existe realmente como componente en la modulación.-

**6.23 Potencia de la Portadora (de un transmisor radioeléctrico):** La media de la potencia suministrada a la Línea de alimentación de la antena por un transmisor durante un ciclo de radiofrecuencia en ausencia de modulación.

**6.24** : Relación generalmente expresada en decibelios que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma densidad de flujo de potencia, a la misma distancia. Salvo que se indique lo contrario, la ganancia se refiere a la dirección de máxima radiación de la antena. Eventualmente puede tomarse en consideración la ganancia para una polarización especificada.

Según la antena de referencia elegida se distingue entre:

- a) la *ganancia isótropa* o *absoluta* ( $G_i$ ) si la antena de referencia es una antena isótropa aislada en el espacio;
- b) la *ganancia con relación al dipolo de media onda* ( $G_d$ ) si la antena de referencia es un dipolo de media  $\lambda$  a onda aislado en el espacio y cuyo plano ecuatorial contiene la dirección dada;
- c) la *ganancia con relación a una antena vertical corta* ( $G_v$ ) si la antena de referencia es un conductor rectilíneo mucho más corto que un cuarto de longitud de onda y perpendicular a la superficie de un plano perfectamente conductor que contiene la dirección dada.

**6.25 Potencia Is** Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isótropa en una dirección dada (*ganancia isótropa* o *absoluta*).

**6.26** (en una dirección dada). Producto de la potencia suministrada a la antena por su *ganancia con relación* a un dipolo de *media onda* en una dirección dada.

**6.27** (en una dirección dada): Producto de la potencia suministrada a . la antena por su ganancia con relación a una antena vertical corta en una dirección dada.

**6.28** Propagación de las *ondas radioeléctricas* por dispersión, como consecuencia de irregularidades y discontinuidades en las propiedades físicas de la troposfera.

**6.29** Propagación de las *ondas radioeléctricas* por dispersión, como consecuencia de irregularidades y discontinuidades en la ionización de la ionosfera.

**6.30** : Zona asociada a una estación transmisora para un servicio dado y una frecuencia específica, en el interior de la cual y en condiciones técnicas determinadas, puede establecerse una Radiocomunicación con otra u otras estaciones receptoras.

**6.31 Zona de Servicio:** Zona asociada a una estación para un servicio dado y una frecuencia específica en el interior de la cual y en condiciones técnicas determinadas, puede establecerse una Radiocomunicación con una o varias estaciones ya existentes o previstas, y en la que debe respetarse la protección fijada por un Plan o por una disposición técnica emanada de la Dirección General de Telecomunicaciones.

## Sección VII. Compartición de Frecuencias

**7.1 Interferencia:** Efecto de una energía no deseada debida a una o varias *emisiones, radiaciones*, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de *Radiocomunicación*, que se

manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.

**7.2 Interferencia Perjudicial:** *Interferencia* que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de Radiocomunicación.

**7.3 Relación de Protección(RF):** Valor mínimo, generalmente expresado en decibelios, de la relación entre la señal deseada y la señal no deseada a la entrada del receptor, determinado en condiciones especificadas, que permite obtener una calidad de recepción especificada de la señal deseada a la salida del receptor.

## Sección VIII. Términos Técnicos relativos al Espacio

**8.1** : Región del espacio situada a una distancia de la Tierra igual o superior a dos millones de kilómetros.

**8.2** : Vehículo construido por el hombre y destinado a salir fuera de la parte principal de la atmósfera terrestre.

**8.3 Satélite:** Cuerpo que gira alrededor de otro cuerpo de masa preponderante cuyo movimiento está principalmente determinado, de modo permanente, por la fuerza de atracción de este último.

**8.4** : *Satélite* provisto de una estación destinada a transmitir o retransmitir señales de Radiocomunicación.

**8.5 Satélite Reflector.** *Satélite* destinado a reflejar señales de Radiocomunicación.

**8.6** : Instrumento de medida utilizado en el servicio de exploración de la Tierra por satélite o en el servicio de investigación espacial mediante el cual se obtiene información por emisión y recepción de ondas radioeléctricas.

**8.7 Senos Pasivo:** Instrumento de medida utilizado en el servicio de exploración de la Tierra por satélite o en el servicio de investigación espacial mediante el cual se obtiene información por recepción de ondas radioeléctricas de origen natural.

**8.8 Órbita:** Trayectoria que describe, con relación a un sistema de referencia especificado, el centro de gravedad de un satélite o de otro objeto espacial, por la acción principal de fuerzas naturales, fundamentalmente la de gravitación.

**8.9 Inclínación de una órbita (de un satélite de la Tierra):** Angulo determinado por el plano que contiene una órbita y el plano del ecuador terrestre.

**8.10 Período (de un satélite):** Intervalo de tiempo comprendido entre dos pasos consecutivos de un satélite por un punto característico de su órbita.

**8.11** : Altitud del apogeo o del perigeo con respecto a una superficie de referencia dada que sirve para representar la superficie de la Tierra.

**8.12 Satélite Geosincrónico:** *Satélite* de la Tierra cuyo periodo de revolución es igual al periodo de rotación de la Tierra alrededor de su eje.

**8.13 Satélite Geostacionario:** *Satélite Geosincrónico* cuya órbita circular y directa se encuentra en el plano ecuatorial de la Tierra y que, por consiguiente, está fijo con respecto a la Tierra; por extensión, *satélite* que esta aproximadamente fijo con respecto a la Tierra.

## ARTICULO 2

### Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias y de las longitudes de Onda - Empleadas en las Radiocomunicaciones

I. El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo con el siguiente cuadro. Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan:

- en kilohertzios (kHz) hasta 3.000 kHz, inclusive;
- en megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3.000 MHz, inclusive;
- en gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3.000 GHz, inclusive.

Para las bandas de frecuencias por encima de 3.000 GHz, es decir, para las ondas centimilimétricas, micrométricas y decimicrométricas, conviene utilizar el terahertzio (THz).

Número de la banda	Símbolos	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B. km
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas	B. hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Onda decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12	--	300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	--

Nota 1: La "banda N" (N = número de la banda) se extiende de  $0,3 \times 10^N$  Hz a  $3 \times 10^N$  Hz.

Nota 2: Prefijo : k = kilo ( $10^3$ ), M = mega ( $10^6$ ), G = giga ( $10^9$ ), T = tera ( $10^{12}$ ).

## ARTICULO 3

### DENOMINACION DE LAS EMISIONES

1? Las emisiones se denominarán conforme a su anchura de banda necesaria y su clase.

#### Sección I. Anchura de la banda necesaria

1. La anchura de banda necesaria, que se define en el punto 6.16 del artículo 1, se expresa mediante 3 cifras y una letra. La letra ocupará la posición de la coma decimal, representando la unidad de la anchura de banda. Esta expresión no podrá comenzar por cero ni por K, M o G.

2. La anchura de banda necesaria: (1)

Nota:1: Las emisiones cuya portadora principal esté modulada directamente por una señal codificada en forma cuantificada (por ejemplo, modulación por impulsos codificados) deben denominarse de conformidad con los puntos (1.2) o (1.3).

entre 0,001 y 999 se expresará en Hz (letra H);  
entre 1,00 y 999 kHz se expresará en kHz (letra k)

0,002 Hz = H002	6 kHz = 6K00	1,25 MHz = 1M25
0,1 Hz = H100	12,5 kHz = 12K5	2 MHz = 2M00
25,3 Hz = 25H3	180,4 kHz = 180K	10 MHz = 10M0
400 Hz = 400 H	180,5 kHz = 181K	202 MHz = 202M
2,4 Hz = 2K40	180,7 kHz = 181K	5,65 GHz = 5G65

#### Sección II. Clases de emisiones

3. Las emisiones se clasificarán y simbolizarán de acuerdo con sus características esenciales, que se exponen en punto 4 y con las características adicionales indicadas en el punto 6.

4. Las características esenciales (véase en el punto 5) son:

- (1) Primer símbolo - tipo de modulación de la portadora principal;
- (2) Segundo símbolo - naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal;
- (3) Tercer símbolo - tipo de información que se va a transmitir.

La modulación puede no tomarse en cuenta si se utiliza sólo durante cortos periodos y de manera incidental (por ejemplo en casos tales como identificación o llamada) siempre que no aumente la anchura de banda necesaria indicada.

5.(1) Primer símbolo - tipo de modulación de la portadora principal.

(1,1)	Emisión de una portadora no modulada.	N
(1,2)	Emisión en la cual la portadora principal está modulada en amplitud (incluidos los casos en que la subportadoras tengan modulación angular)	
(1,2,1)	Doble banda lateral	A
(1,2,2)	Banda lateral única, portadora completa	H
(1,2,3)	Banda lateral única, portadora reducida o de nivel variable	R
(1,2,4)	Banda lateral única, portadora suprimida	J
(1,2,5)	Bandas laterales independientes	B
(1,2,6)	Banda lateral residual	C
(1,3)	Emisión en que la portadora principal tiene modulación angular	
(1,3,1)	Modulación de frecuencias	F
(1,3,2)	Modulación de fase	G
(1,4)	Emisión en la cual la portadora principal puede tener modulación de amplitud y modulación angular, bien simultáneamente o según una secuencia preestablecida	D

(1,5)	Emisión de impulsos	
(1,5,1)	Secuencia de impulsos no modulados	P
(1,5,2)	Secuencia impulsos	
(1,5,2,1)	Modulados en amplitud	K
(1,5,2,2)	Modulados en anchura/duración	L
(1,5,2,3)	Modulados en posición/fase	M
(1,5,2,4)	en la que la portadora tiene modulación angular durante el periodo del impulso	Q
(1,5,2,5)	que consiste en una combinación de las técnicas precedentes o que se producen por otros medios	
(1,6)	Casos no comprendidos aquí, en los que una emisión consiste en la portadora principal modulada, bien simultáneamente o según una secuencia previamente establecida, según una combinación de dos o más de los modos siguientes: modulación en amplitud, angular o por impulsos (nQAM, nTCM u otros)	W
(1,7)	Casos no previstos	X
(2)	Segundo símbolo - naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal.	
(2,1)	Ausencia de señal moduladora	O
(2,2)	Un solo canal con información cuantificada o digital, sin utilizar una subportadora (2)	1
(2,3)	Un solo canal con información cuantificada o digital, utilizando una subportadora (2)	2
(2,4)	Un solo canal con información analógica	3
(2,5)	Dos o más canales con información cuantificada o digital	7
(2,6)	Dos o más canales con información analógica	8
(2,7)	Sistema compuesto, con uno o más canales con información cuantificada o digital, junto con uno o más canales con información analógica	9
(2,8)	Casos no previstos	X
(3)	Tercer símbolo - tipo de información que va a transmitir (1)	
(3,1)	Ausencia de información transmitida	N
(3,2)	Telegrafía (para recepción acústica)	A
(3,3)	Telegrafía (para recepción automática)	B
(3,4)	Facsimil	C
(3,5)	Transmisión de datos, telemedida, telemando	D
(3,6)	Telefonía (incluida la radiodifusión sonora)	E
(3,7)	Televisión (video)	F
(3,8)	Combinaciones de los procedimientos anteriores	W
(3,9)	Casos no previstos	X
6.	Las características adicionales son:	
(4)	Cuarto símbolo - Detalles de la señal (o señales)	
(4,1)	Código de dos estados con elementos que difieren en número y/o en duración	A
(4,2)	Código de dos estados con elementos idénticos en número y duración, sin corrección de errores	B
(4,3)	Código de dos estados con elementos idénticos en número y duración, con corrección de errores	C

**Nota 1:** Se excluye el multiplaje por distribución de tiempo.

**Nota 2:** En ese texto, la palabra "información" no incluye información de naturaleza constante e invariable como la que proporcionan las emisiones de frecuencias patrón, radares de ondas continuas o de impulsos, etc.

(4,4)	Código de cuatro estados, cada uno de los cuales representa un elemento de señal (de uno o varios bits)	D
(4,5)	Código de múltiples estados, cada uno de los cuales representa un elemento de señal (de uno o varios bits)	E
(4,6)	Código de múltiples estados, cada uno de los cuales, a cada combinación de los mismos representan un carácter	F
(4,7)	Sonido de calidad de radiodifusión (monofónico)	G
(4,8)	Sonido de calidad de radiodifusión (estereofónico o cuadrifónico)	H
(4,9)	Sonido de calidad comercial (excluidas las categorías de los puntos 4.10 y 4.11)	J
(4,10)	Sonido de calidad comercial con utilización de inversión de frecuencia o división de banda	K

	(4,11)	Sonido de calidad comercial con señales separadas moduladas en frecuencias para controlar el nivel de la señal demodulada	L
	(4,12)	Señal de blanco y negro	M
	(4,13)	Señal de color	N
	(4,14)	Combinación de los casos anteriores	W
	(4,15)	Casos no previstos	X
(5)		Quinto símbolo - Naturaleza del multiplexaje	
	(5,1)	Ausencia del multiplexaje	N
	(5,2)	Multiplexaje con distribución de códigos	C
	(5,3)	Multiplexaje por distribución de frecuencias	F
	(5,4)	Multiplexaje por distribución en el tiempo	T
	(5,5)	Combinación del multiplexaje por distribución de frecuencia, con el multiplexaje por distribución en el tiempo	W
	(5,6)	Otros tipos de multiplexaje	X

## CAPITULO II

### ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS

#### ARTICULO 4

Los servicios de radiocomunicaciones que operen con autorización de la Administración peruana de Telecomunicaciones deberán cumplir con lo especificado en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias y sus notas adicionales.

#### Sección I. Regiones y Zonas del Mundo

1. Desde el punto de vista de la atribución de las bandas de frecuencias, se ha dividido el mundo en tres Regiones, Perú pertenece a la Región 2, como se aprecia en el siguiente mapa:

#### Sección II. Categoría de los Servicios y de las Atribuciones Servicios primarios, permitidos y secundarios

1. Cuando, en una casilla del Cuadro que figura en la sección IV de este artículo, una banda de frecuencias se atribuye a varios servicios, ya sea en todo el mundo ya en una Región, estos servicios se enumeran en el siguiente orden:

- a? Servicios cuyo nombre está impreso en el Cuadro en "mayúsculas" (ejemplo:FIJO): éstos se denominan servicios "primarios";
- b? Servicios cuyo nombre está impreso en el Cuadro en mayúsculas entre barras (ejemplo:/RADIOLOCALIZACION/; éstos se denominan servicios "permitidos";
- c? Servicios cuyo nombre está impreso en el Cuadro en "caracteres normales" (ejemplo:Móvil); éstos se denominan servicios "secundarios".

2. Los servicios permitidos y primarios tienen los mismos derechos, salvo que, en la preparación de planes de frecuencias, los servicios primarios, con relación a los servicios permitidos, serán los primeros en escoger frecuencias.

3. Las estaciones de un servicio secundario:

- a) No deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario o de un servicio permitido a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro;
- b) No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario o de un servicio permitido a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro;
- c) Pero tienen derecho a la protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio o de otros servicios secundarios a las que se le asignen frecuencias ulteriormente.

#### Sección III. Disposiciones del Cuadro de Atribución de Bandas de frecuencias

1. El encabezamiento del Cuadro que figura en la sección IV de este artículo comprende dos columnas, una con la atribución para la Región 2 y otra con la atribución para Perú de estas bandas a los diversos servicios de radiocomunicaciones.

2. La columna correspondiente a la atribución nacional comprende dos sub-columnas, una con la ATRIBUCION de las bandas a los servicios y otra con NOTAS Y OBSERVACIONES relativas al tipo de explotación indicado.

3. Los números que aparecen precedidos por la letra P en el Cuadro, son referencias que se encuentran en la sección V de este artículo, referidos únicamente a los servicios indicados en la banda de frecuencias.

**Sección IV. Cuadro de atribución de bandas de frecuencias**

<b>REGION 2</b>	<b>KHz 9 - 130</b>	
	<b>PERU</b>	
	<b>ATRIBUCION</b>	<b>NOTAS Y OBSERVACIONES</b>
<b>Inferior a 9</b> (no atribuida)	<b>Inferior a 9</b> (no atribuida)	
<b>9 - 14</b> RADIONAVEGACION	<b>9 - 14</b> RADIONAVEGACION	
<b>14 - 19,95</b> FIJO MOVIL MARITIMO	<b>14 - 19,95</b> FIJO MOVIL MARITIMO	P1, P2
<b>19,95 -20,05</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (20 KHz)	<b>19,95 -20,05</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (20 KHz)	
<b>25,05 - 70</b> FIJO MOVIL MARITIMO	<b>25,05 - 70</b> FIJO MOVIL MARITIMO	P1, P2
<b>70 - 90</b> FIJO MOVIL MARITIMO RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	<b>70 - 90</b> FIJO MOVIL MARITIMO RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	P2
<b>90 - 110</b> RADIONAVEGACION FIJO	<b>90 - 110</b> RADIONAVEGACION FIJO	
<b>110 - 130</b> FIJO MOVIL MARITIMO RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	<b>110 - 130</b> FIJO MOVIL MARITIMO RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	P3

**KHz**  
**130 - 505**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>130 - 160</b> FIJO MOVIL MARITIMO	<b>130 - 160</b> FIJO MOVIL MARITIMO	P3
<b>160 -190</b> FIJO	<b>160 -190</b> FIJO	
<b>190 -200</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>190 -200</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>200 - 275</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>200 - 275</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>275 - 285</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico Radionavegación marítima (radiofaros)	<b>275 - 285</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico Radionavegación marítima (radiofaros)	
<b>285 - 315</b> RADIONAVEGACION MARITIMA (radiofaros) /RADIONAVEGACION/ /AERONAUTICA/	<b>285 - 315</b> RADIONAVEGACION MARITIMA (radiofaros) /RADIONAVEGACION/ /AERONAUTICA/	P4
<b>315-325</b> RADIONAVEGACION MARITIMA (radiofaros) Radionavegación aeronáutica	<b>315-325</b> RADIONAVEGACION MARITIMA (radiofaros) Radionavegación aeronáutica	P4
<b>325-335</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico Radionavegación marítima (radiofaros)	<b>325-335</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico Radionavegación marítima (radiofaros)	
<b>335-405</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico	<b>335-405</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Móvil aeronáutico	
<b>405-415</b> RADIONAVEGACION Móvil aeronáutico	<b>405-415</b> RADIONAVEGACION Móvil aeronáutico	410 KHz Radiogoniometría P5
<b>415-495</b> MOVIL MARITIMO Radionavegación aeronáutica	<b>415-495</b> MOVIL MARITIMO Radionavegación aeronáutica	P6, P7
<b>495-505</b> MOVIL (socorro y llamada)	<b>495-505</b> MOVIL (socorro y llamada)	500 KHz Es la frecuencia de Socorro y llamada P8

**KHz**  
**505 - 2065**

<b>REGION 2</b>	<b>PERU</b>	
	<b>ATRIBUCION</b>	<b>NOTAS Y OBSERVACIONES</b>
<b>505-510</b> MOVIL MARITIMO	<b>505-510</b> MOVIL MARITIMO	P9
<b>510-525</b> MOVIL RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>510-525</b> MOVIL RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>525-535</b> RADIODIFUSION RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>525-535</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>535-1605</b> RADIODIFUSION	<b>535-1705</b> RADIODIFUSION	P10, P10A
<b>1605 - 1625</b> RADIODIFUSION		
<b>1625 - 1705</b> RADIODIFUSION /FIJO/ /MOVIL/ Radiolocalización		
<b>1705 - 1800</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>1705 - 1800</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>1800 - 1850</b> AFICIONADOS	<b>1800 - 1850</b> RADIOAFICIONADOS	
<b>1850 - 2000</b> AFICIONADO FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACION	<b>1850 - 2000</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACION	
<b>2000 - 2065</b> FIJO MOVIL	<b>2000 - 2065</b> FIJO MOVIL	

**KHz**  
**2065 - 3400**

<b>REGION 2</b>	<b>PERU</b>	
	<b>ATRIBUCION</b>	<b>NOTAS Y OBSERVACIONES</b>
<b>2065-2107</b> MOVIL MARITIMO	<b>2065-2107</b> MOVIL MARITIMO	P11
<b>2107-2170</b> FIJO MOVIL	<b>2107-2170</b> FIJO MOVIL	
<b>2170 - 2173,5</b> MOVIL MARITIMO	<b>2170 - 2173,5</b> MOVIL MARITIMO	
<b>2173,5 - 2190,5</b> MOVIL (socorro y llamada)	<b>2173,5 - 2190,5</b> MOVIL (socorro y llamada)	2187.5 KHz Frecuencia de socorro y llamada P12, P13, P14
<b>2190,5 - 2194</b> MOVIL MARITIMO	<b>2190,5 - 2194</b> MOVIL MARITIMO	
<b>2194-2300</b> FIJO MOVIL	<b>2194-2300</b> FIJO MOVIL	
<b>2300-2495</b> FIJO MOVIL RADIODIFUSION	<b>2300-2495</b> FIJO MOVIL	
<b>2495-2501</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (2500 KHz)	<b>2495-2501</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (2500 KHz)	
<b>2501-2502</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>2501-2502</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	
<b>2502-2505</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS	<b>2502-2505</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS	
<b>2505 - 2850</b> FIJO MOVIL	<b>2505-2850</b> FIJO MOVIL	
<b>2850 - 3025</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	<b>2850 - 3025</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	
<b>3025 - 3155</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>3025 - 3155</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>3155 - 3200</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	<b>3155 - 3200</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>3200 - 3230</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico (R) RADIODIFUSION	<b>3200 - 3400</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Tropical
<b>3230-3400</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION		

**KHz**  
**3400 - 5450**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>3400-3500</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	<b>3400-3500</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	
<b>3500-3750</b> AFICIONADOS	<b>3500-3750</b> AFICIONADOS FIJO / MOVIL	P15
<b>3750-4000</b> AFICIONADOS FIJO / MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	<b>3750-4000</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>4000-4063</b> FIJO MOVIL MARITIMO	<b>4000-4063</b> FIJO MOVIL MARÍTIMO	
<b>4063-4438</b> MOVIL MARITIMO	<b>4063-4438</b> MOVIL MARÍTIMO	P13, P14, P17
<b>4438-4650</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico(R)	<b>4438-4650</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico(R)	
<b>4650-4700</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>4650-4700</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>4700-4750</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>4700-4750</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>4750-4850</b> FIJO / MOVIL salvo móvil aeronáutico (R) RADIODIFUSION	<b>4750-4995</b> RADIODIFUSION	ONDA CORTA TROPICAL  P10A
<b>4850-4995</b> FIJO / MOVIL TERRESTRE RADIODIFUSION		
<b>4995-5003</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (5000 KHz)	<b>4995-5003</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (5000 KHz)	
<b>5003-5005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>5003-5005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	
<b>5005-5060</b> FIJO RADIODIFUSION	<b>5005-5060</b> RADIODIFUSION	ONDA CORTA TROPICAL  P10A
<b>5060-5250</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>5060-5450</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>5250-5450</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico		

**KHz**  
**5450 - 10100**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>5450-5480</b> MOVIL / AERONAUTICO (R)	<b>5450-5680</b> MOVIL / AERONAUTICO (R)	
<b>5480-5680</b> MOVIL AERONAUTICO(R)		
<b>5680-5730</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>5680-5730</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>5730-5900</b> FIJO/ MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	<b>5730-5900</b> FIJO / MOVIL salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>5900-6200</b> RADIODIFUSION	<b>5900-6200</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P10A
<b>6200-6525</b> MOVIL MARITIMO	<b>6200-6525</b> MOVIL MARITIMO	P13, P14, P18
<b>6525-6685</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	<b>6525-6685</b> MOVIL AERONAUTICO(R)	
<b>6685-6765</b> MOVIL AERONAUTICO(OR)	<b>6685-6765</b> MOVIL AERONAUTICO(OR)	
<b>6765-7000</b> FIJO / Móvil terrestre	<b>6765-7000</b> FIJO / Móvil terrestre	
<b>7000-7100</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>7000-7100</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	P15
<b>7100-7300</b> AFICIONADOS	<b>7100-7300</b> AFICIONADOS	P15
<b>7300-7350</b> RADIODIFUSION	<b>7300-8100</b> FIJO / Móvil Terrestre	P20
<b>7350-8100</b> FIJO Móvil Terrestre		
<b>8100-8195</b> FIJO / MOVIL MARITIMO	<b>8100-8195</b> FIJO	
<b>8195-8815</b> MOVIL MARITIMO	<b>8195-8815</b> MOVIL MARITIMO	P13, P14, P18
<b>8815-8965</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>8815-8965</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>8965-9040</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>8965-9040</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>9040-9400</b> FIJO	<b>9040-9500</b> FIJO	P20
<b>9400-9500</b> RADIODIFUSION		
<b>9500-9900</b> RADIODIFUSION	<b>9500-9775</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P10A
	<b>9775-9900</b> FIJO	
<b>9900-9995</b> FIJO	<b>9900-9995</b> FIJO	
<b>9995-10003</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (10000 KHz)	<b>9995-10003</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (10000 KHz)	
<b>10003-10005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>10003-10005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS	
<b>10005-10100</b>	<b>10005-10100</b>	

**KHz**  
**10100 - 14250**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>10100-10150</b> FIJO Aficionados 510	<b>10100-10150</b> FIJO Aficionados	P15
<b>10150-11175</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>10150-11175</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>11175-11275</b> MOVIL AERONAUTICO(OR)	<b>11175-11275</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>11275-11400</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>11275-11400</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>11400-11600</b> FIJO	<b>11400-11600</b> FIJO	
<b>11600-11650</b> RADIODIFUSION	<b>11600-11650</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P20, P10A
<b>11650-12050</b> FIJO RADIODIFUSION	<b>11650-12050</b> FIJO RADIODIFUSION	P21, P22
<b>12050-12100</b> RADIODIFUSION	<b>12050-12100</b> RADIODIFUSION	P20
<b>12100-12230</b> FIJO	<b>12100-12230</b> FIJO	
<b>12230-13200</b> MOVIL MARITIMO	<b>12230-13200</b> MOVIL MARITIMO	P13, P14, P18
<b>13200-13260</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>13200-13260</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>13260-13360</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>13260-13360</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>13360-13410</b> FIJO / RADIOASTRONOMIA	<b>13360-13410</b> FIJO / RADIOASTRONOMIA	
<b>13410-13570</b> FIJO / Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>13410-13570</b> FIJO / Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	P19
<b>13570-13600</b> RADIODIFUSION	<b>13570-13600</b> RADIODIFUSION	P20
<b>13600-13800</b> RADIODIFUSION	<b>13600-13800</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P22, P10A
<b>13800-13870</b> RADIODIFUSION	<b>13800-13870</b> RADIODIFUSION	P20
<b>13870-14000</b> FIJO / Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>13870-14000</b> FIJO / Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>14000-14250</b> AFICIONADOS	<b>14000-14250</b> AFICIONADOS	P15

AFICIONADOS POR SATELITE	AFICIONADOS POR SATELITE	
--------------------------	--------------------------	--

**KHz**  
**14250 - 18068**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>14250-14350</b> AFICIONADOS	<b>14250-14350</b> AFICIONADOS	P15
<b>14350-14990</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>14350-14990</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>14990-15005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (15000 KHz)	<b>14990-15005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (15000 KHz)	
<b>15005-15010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>15005-15010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	
<b>15010-15100</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>15010-15100</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>15100-15600</b> RADIODIFUSION	<b>15100-15600</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P22, P10A
<b>15600-15800</b> RADIODIFUSION 521A 521B 529B	<b>15600-15800</b> RADIODIFUSION	P20
<b>15800-16360</b> FIJO	<b>15800-16350</b> FIJO	
<b>16360-17410</b> MOVIL MARITIMO	<b>16360-17410</b> MOVIL MARITIMO	P13, P14, P18
<b>17410-17480</b> FIJO	<b>17410-17550</b> FIJO	
<b>17480-17550</b> RADIODIFUSION	17480-17550 RADIODIFUSION	P20
<b>17550-17900</b> RADIODIFUSION	<b>17550-17900</b> RADIODIFUSION	Onda Corta Internacional P22, P10A
<b>17900-17970</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>17900-17970</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>17970-18030</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>17970-18030</b> MOVIL AERONAUTICO (OR)	
<b>18030-18052</b> FIJO	<b>18030-18052</b> FIJO	
<b>18052-18068</b> FIJO Investigación espacial	<b>18052-18068</b> FIJO Investigación espacial	

**KHz**  
**18068 - 25005**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>18068-18168</b> AFICIONADOS 510 AFICIONADOS POR SATELITE	<b>18068-18168</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	P15
<b>18168-18780</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>18168-18780</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>18780-18900</b> MOVIL MARITIMO	<b>18780-18900</b> MOVIL MARITIMO	
<b>18900-19020</b> RADIODIFUSION	<b>18900-19020</b> RADIODIFUSION	P20
<b>19020-19680</b> FIJO	<b>19020-19680</b> FIJO	
<b>19680-19800</b> MOVIL MARITIMO	<b>19680-19800</b> MOVIL MARITIMO	P18
<b>19800-19990</b> FIJO	<b>19800-19990</b> FIJO	
<b>19990-19995</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>19990-19995</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	
<b>19995-20010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (20000 KHz)	<b>19995-20010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (20000 KHz)	20000 KHz Es la frecuencia Patrón
<b>20010-21000</b> FIJO Móvil	<b>20010-21000</b> FIJO Móvil	
<b>21000-21450</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITES	<b>21000-21450</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITES	21225 Frecuencia de llamada P15
<b>21450-21850</b> RADIODIFUSION	<b>21450-21850</b> RADIODIFUSION	P22
<b>21850-21870</b> FIJO	<b>21850-21870</b> FIJO	
<b>21870-21924</b> FIJO AERONAUTICO	<b>21870-21924</b> FIJO AERONAUTICO	P23
<b>21924-22000</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>21924-22000</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	
<b>22000-22855</b> MOVIL MARITIMO	<b>22000-22855</b> MOVIL MARITIMO	P18
<b>22855-23000</b> FIJO	<b>22855-23000</b> FIJO	
<b>23000-23200</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>23000-23200</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>23200-23350</b> FIJO AERONAUTICO MOVIL AERONAUTICO (OR)	<b>23200-23350</b> FIJO AERONAUTICO MOVIL AERONAUTICO (OR)	P23
<b>23350-24000</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>23350-24000</b> FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico	P24
<b>24000-24890</b>	<b>24000-24890</b>	

FIJO MOVIL TERRESTRE	FIJO MOVIL TERRESTRE	
<b>24890-24990</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>24890-24990</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	P15
<b>24990-25005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS (25000 KHz)	<b>24990-25005</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS 25000 KHz	

**KHz**  
**25005 - 40980**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>25005-25010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	<b>25005-25010</b> FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial	
<b>25010-25070</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>25010-25070</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>25070-25210</b> MOVIL MARITIMO	<b>25070-25210</b> MOVIL MARITIMO	
<b>25210-25550</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>25210-25550</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>25550-25670</b> RADIOASTRONOMIA	<b>25550-25670</b> RADIOASTRONOMIA	
<b>25670-26100</b> RADIODIFUSION	<b>25670-26100</b> RADIODIFUSION	
<b>26100-26175</b> MOVIL MARITIMO	<b>26100-26175</b> MOVIL MARITIMO	P18
<b>26175-27500</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>26175-26965</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
	<b>26965-27405</b> CANALES OMNIBUS	P19, P25
	<b>27405-27500</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>27500-28000</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO MOVIL	<b>27500-28000</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO MOVIL	
<b>28000-29700</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>28000-29700</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	
<b>29700-30005</b> FIJO MOVIL	<b>29700-30005</b> FIJO MOVIL	
<b>30005-30010</b> OPERACIONES ESPACIALES (identificación por satélites) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL	<b>30005-30010</b> OPERACIONES ESPACIALES (identificación por satélites) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL	
<b>30010-37500</b> FIJO MOVIL	<b>30010-37500</b> FIJO MOVIL	
<b>37500-38250</b> FIJO MOVIL Radioastronomía	<b>37500-38250</b> FIJO MOVIL Radioastronomía	
<b>38250-39986</b> FIJO	<b>38250-39986</b> FIJO	

MOVIL	MOVIL	
<b>39986-40020</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	<b>39986-40020</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	
<b>40020-40980</b> FIJO MOVIL	<b>40020-40980</b> FIJO MOVIL	P19, P25

**MHz**  
**40,98 – 75,2**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>40,98-41,015</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	<b>40,98-41,015</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	
<b>41,015-44</b> FIJO MOVIL	<b>41,015-44</b> FIJO MOVIL	
<b>44-47</b> FIJO MOVIL	<b>44-47</b> FIJO MOVIL	
<b>47-50</b> FIJO MOVIL	<b>47-50</b> FIJO MOVIL	
<b>50-54</b> FIJO MOVIL	<b>50-54</b> AFICIONADOS	
<b>54-68</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>54-68</b> RADIODIFUSION	RADIODIFUSION POR TELEVISIÓN P10A
<b>68-72</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>68-72</b> RADIODIFUSION	RADIODIFUSION POR TELEVISIÓN P10A
<b>72-73</b> FIJO MOVIL	<b>72-73</b> FIJO MOVIL	
<b>73-74,6</b> RADIOASTRONOMIA	<b>73-74,6</b> RADIOASTRONOMIA	
<b>74,6-74,8</b> FIJO MOVIL	<b>74,6-74,8</b> FIJO MOVIL	
<b>74,8-75,2</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>74,8-75,2</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P26

**MHz**  
**75,2 – 137,825**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>75,2-75,4</b> FIJO MOVIL	<b>75,2-75,4</b> FIJO MOVIL	
<b>75,4-76</b> FIJO MOVIL	<b>75,4-76</b> FIJO MOVIL	
<b>76-88</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>76-88</b> RADIODIFUSION	RADIO-DIFUSION POR TELEVISION P10A
<b>88-100</b> RADIODIFUSION	88-108 MHz RADIODIFUSION	RADIO-DIFUSION SONORA EN FRECUENCIA MODULADA P27, P10 A
<b>100-108</b> RADIODIFUSION		
<b>108-117,975</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>108-117,975</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	
<b>117,975-136</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	<b>117,975-136</b> MOVIL AERONAUTICO (R)	121,5 MHz y 123,1 MHz Frecuencias Aeronáuticas de Emergencia. P28, P29
<b>136-137</b> MOVIL AERONAUTICO (R) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>136-137</b> MOVIL AERONAUTICO (R) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	
<b>137-137,025</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>137-137,025</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	P30
<b>137,025-137,175</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil por satélite (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>137,025-137,175</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil por satélite (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	P30
<b>137,175-137,825</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-	<b>137,175-137,825</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE	

Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	(espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	P30
--	---	-----

**MHz**  
**137,825 - 156,8375**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>137,825-138</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil por satélite (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	<b>137,825-138</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Fijo Móvil por satélite (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico (R)	P30
<b>138-143,6</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio-Tierra)	<b>138-143,6</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio-Tierra)	
<b>143,6-143,65</b> FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) RADIOLOCALIZACION	<b>143,6-143,65</b> FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) RADIOLOCALIZACION	
<b>143,65-144</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio-Tierra)	<b>143,65-144</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio-Tierra)	
<b>144-146</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>144-146</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	P15
<b>146-148</b> AFICIONADOS	<b>146-148</b> RADIOAFICIONADOS	P15
<b>148-149,9</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>148-149,9</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P30, P31
<b>149,9-150,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>149,9-150,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P30, P32
<b>150,05-156,7625</b> FIJO MOVIL	<b>150,05-156,7625</b> FIJO MOVIL	<b>156,525</b> Llamada de socorro, y seguridad. <b>P33, P34, P35</b>

<b>156,7625-156,8375</b> MOVIL MARITIMO (socorro y llamada)	<b>156,7625-156,8375</b> MOVIL MARITIMO (socorro y llamada)	<b>156,8 MHz</b> Frecuencia Internacional de socorro P35
--	--	--

**MHz**  
**156,8375 –335,4**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>156,8375-174</b> FIJO MOVIL	<b>156,8375-174</b> FIJO MOVIL	P35
<b>174 - 216</b> RADIODIFUSION FIJO MOVIL	<b>174-216</b> RADIODIFUSION	RADIODIFUSION POR TELEVISIÓN  P10A
<b>216 - 220</b> FIJO MOVIL MARITIMO Radiolocalización	<b>216 - 220</b> FIJO MOVIL Salvó móvil aeronáutico	<b>P36</b>
<b>220 - 225</b> AFICIONADOS FIJO MOVIL Radiolocalización	<b>220-223</b> RADIOAFICIONADOS	222,5 MHz Frec. llamada Radioaficionados
	<b>223-225</b> Fijo Móvil	
<b>225 - 235</b> FIJO MOVIL	<b>225 - 235</b> FIJO MOVIL	
<b>235 - 267</b> FIJO MOVIL	<b>235 - 267</b> FIJO MOVIL	243 MHz Salvamento MA, MS  P28, P37
<b>267 - 272</b> FIJO MOVIL Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	<b>267 - 272</b> FIJO MOVIL Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	P37
<b>272 - 273</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) FIJO MOVIL	<b>272 - 273</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) FIJO MOVIL	P37
<b>273-312</b> FIJO MOVIL	<b>273-312</b> FIJO MOVIL	P37
<b>312-315</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (Tierra-espacio)	<b>312-315</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (Tierra-espacio)	P37
<b>315 - 322</b> FIJO MOVIL	<b>315 - 322</b> FIJO MOVIL	P37
<b>322 - 328,6</b>	<b>322 - 328,6</b>	

FIJO MOVIL RADIOASTRONOMIA	FIJO MOVIL RADIOASTRONOMIA	
<b>328,6 - 335,4</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>328,6 - 335,4</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	

**MHz**  
**335,4 - 410**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>335,4 - 387</b> FIJO MOVIL	<b>335,4 - 387</b> FIJO MOVIL	P37
<b>387-390</b> FIJO MOVIL Móvil por Satélite (espacio-Tierra)	<b>387-390</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra)	P37
<b>390-399,9</b> FIJO MOVIL	<b>390-399,9</b> FIJO MOVIL	P37
<b>399,9 - 400,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra -espacio)	<b>399,9 - 400,05</b> RADIONAVEGACION POR SATELITE MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	P32
<b>400,05 - 400,15</b> FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	<b>400,05 - 400,15</b> FRECUENCIA PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATELITE (400,1 MHz)	400,1 MHz
<b>400,15 - 401</b> AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio- Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio-Tierra)	<b>400,15 - 401</b> AYUDAS A LA METEOROLOGÍA METEOROLOGÍA POR SATELITE (espacio-tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (espacio- Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Operaciones espaciales (espacio- Tierra)	
<b>401 - 402</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA OPERACIONES ESPACIALES (espacio- Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>401 - 402</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra- espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>402 - 403</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra-espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>402 - 403</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo Meteorología por satélite (Tierra- espacio) Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>403 - 406</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>403 - 406</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>406-406,1</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>406-406,1</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P39
<b>406,1-410</b>	<b>406,1-410</b>	

FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	
--	--	--

**MHz**  
**410 - 890**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>410-420</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, investigación espacial (Espacio-espacio)	<b>410-420</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	P39A
<b>420-430</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, Radiolocalización	<b>420-430</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico, Radiolocalización	P39A
<b>430 - 440</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>430-440</b> RADIOLOCALIZACION Radioaficionados	435 MHz Frec. llamada P40
<b>440 - 450</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>440 - 450</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P41
<b>450 - 455</b> FIJO MOVIL	<b>450 - 455</b> FIJO MOVIL	P33, P43
<b>455 - 456</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>455 - 456</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P33
<b>456 - 459</b> FIJO MOVIL	<b>456 - 459</b> FIJO MOVIL	P33, P42
<b>459 - 460</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>459 - 460</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P43
<b>460 - 470</b> FIJO MOVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	<b>460 - 470</b> FIJO MOVIL Meteorología por satélite (espacio-Tierra)	P42, P43
<b>470 - 512</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>470-608</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	Radiodifusión por Televisión P41, P10A
<b>512 - 608</b> RADIODIFUSION		
<b>608 - 614</b> RADIOASTRONOMIA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	<b>608 - 614</b> RADIOASTRONOMIA Móvil por satélite salvo móvil aeronáutico por satélite (Tierra-espacio)	
<b>614 - 806</b> RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>614 - 806</b> RADIODIFUSION	Radiodifusión por Televisión

<b>806 - 890</b> FIJO MOVIL RADIODIFUSION	<b>806 - 890</b> FIJO MOVIL	P10A, P44, P45, P46
--	-----------------------------------	---------------------

**MHz**  
**890 - 1452**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>890-902</b> FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>890-896</b> FIJO MOVIL	P45, P46
	<b>896-902</b> FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P46, P47
<b>902-928</b> FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>902-928</b> FIJO Aficionados Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P19
<b>928 - 942</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>928 - 942</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P46, P47, P48
<b>942-960</b> FIJO MOVIL	<b>942-960</b> FIJO MOVIL	Enlaces Auxiliares a la Radiodifusión P49
<b>960-1215</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>960-1215</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P50
<b>1215-1240</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio tierra)	<b>1215-1240</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio tierra).	
<b>1240-1260</b> RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio-Tierra) Aficionados	<b>1240-1260</b> RADIOLOCALIZACIÓN RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio-Tierra) Aficionados	
<b>1260-1300</b> RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados	<b>1260-1300</b> RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados	<b>1295 MHz</b> Frecuencia de llamada de Radioaficionados P40
<b>1300-1350</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	<b>1300-1350</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA 717 Radiolocalización	
<b>1350-1400</b> RADIOLOCALIZACION	<b>1350-1400</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>1400-1427</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>1400-1427</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>1427-1429</b> OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO	<b>1427-1429</b> OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio) FIJO	

MOVIL salvo móvil aeronáutico	MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>1429-1452</b>	<b>1429-1452</b>	
FIJO	FIJO	
MOVIL salvo móvil aeronáutico	MOVIL	

**MHz**  
**1452 - 1545**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>1452-1492</b> FIJO MOVIL RADIODIFUSION POR SATELITE RADIODIFUSION	<b>1452-1492</b> FIJO MOVIL RADIODIFUSION POR SATELITE RADIODIFUSION	P52
<b>1492-1525</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>1492-1525</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	
<b>1525-1530</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por Satélite Fijo Móvil	<b>1525-1530</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) FIJO Exploración de la Tierra por Satélite Móvil	P54
<b>1530 - 1533</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL MARITIMO POR SATE- LITE (espacio-Tierra) MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil	<b>1530 - 1533</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL MARITIMO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (espacio-Tierra) FIJO Exploración de la Tierra por satélite Móvil	P54
<b>1533 - 1535</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL MARITIMO POR SATELITE (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite Fijo Móvil Móvil terrestre por satélite (espacio-Tierra)	<b>1533 - 1535</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra) MOVIL MARITIMO POR SATELITE (espacio-Tierra) FIJO Exploración de la Tierra por satélite Móvil Móvil terrestre por satélite (espacio-Tierra)	P54
<b>1535 - 1544</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil terrestre por satélite (espacio-Tierra)	<b>1535 - 1544</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil terrestre por satélite (espacio-Tierra)	P54

<b>1544 - 1545</b> MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>1544 - 1545</b> MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	P54
--	--	-----

**MHz**  
**1545 – 1656,5**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>1545 - 1555</b> MOVIL AERONAUTICO POR SATELITE ( R ) (espacio-Tierra)	<b>1545 - 1555</b> MOVIL AERONAUTICO POR SATELITE ( R ) (espacio-Tierra)	P54
<b>1555 - 1559</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>1555 - 1559</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (espacio-Tierra)	P54
<b>1559 - 1610</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>1559 – 1610</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA RADIONAVEGACION POR SATELITE (espacio-Tierra)	
<b>1610 - 1610,6</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION AERONAUTICA RADIODETERMINACION POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1610 – 1610,6</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Radionavegación Aeronáutica Radiodeterminación Por Satélite (Tierra-espacio)	P53
<b>1610,6 - 1613,8</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIOASTRONOMIA RADIONAVEGACION AERONAUTICA RADIODETERMINACION POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1610,6 – 1613,8</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Radioastronomia Radionavegación Aeronáutica Radiodeterminación Por Satélite (Tierra-espacio)	P53
<b>1613,8 - 1626,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION AERONAUTICA RADIODETERMINACION POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil por satélite (espacio-Tierra)	<b>1613,8 - 1626,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Radionavegación Aeronáutica Radiodeterminación Por Satélite (Tierra-espacio) Móvil por satélite (espacio-Tierra)	P53
<b>1626,5 - 1631,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1626,5 - 1631,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P54
<b>1631,5 - 1634,5</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1631,5 - 1634,5</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	P54
<b>1634 ,5 - 1645,5</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio)	<b>1634 ,5 - 1645,5</b> MOVIL MARITIMO POR SATELITE (Tierra-espacio) Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio)	P54
<b>1645,5 - 1646,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1645,5 - 1646,5</b> MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P54

<b>1646,5 - 1656,5</b> MOVIL AERONAUTICO POR SATELITE ( R ) (Tierra-espacio)	<b>1646,5 - 1656,5</b> MOVIL AERONAUTICO POR SATELITE ( R )(Tierra-espacio)	P54
--	---	-----

**MHz**  
**1656,5 - 1930**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>1656,5 - 1660</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1656,5 - 1660</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio)	P54
<b>1660 - 1660,5</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIO ASTRONOMIA	<b>1660 - 1660,5</b> MOVIL TERRESTRE POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIO ASTRONOMIA	P54
<b>1660,5 - 1668,4</b> RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>1660,5 - 1668,4</b> RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo) Fijo Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>1668,4 - 1670</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	<b>1668,4 - 1670</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	
<b>1670 - 1675</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL	<b>1670 - 1675</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL	
<b>1675 - 1690</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1675 - 1690</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	
<b>1690 - 1700</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1690 - 1700</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	
<b>1700 - 1710</b> FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1700 - 1710</b> FIJO METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	
<b>1710 - 1930</b> FIJO MOVIL	<b>1710 - 1930</b> FIJO MOVIL	P55, P58

**MHz**  
**1930 - 2290**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>1930 - 1970</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (Tierra-espacio)	<b>1930 - 1970</b> FIJO MOVIL	P55, P58
<b>1970 - 1980</b> FIJO MOVIL	<b>1970 - 1980</b> FIJO MOVIL	P55, P58
<b>1980 - 2010</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>1980 - 2010</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P55, P56, P58
<b>2010 - 2025</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>2010 - 2025</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	P58
<b>2025 - 2110</b> OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio)(espacio-espacio) EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-espacio) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (Tierra-espacio)(espacio-espacio)	<b>2025 - 2110</b> OPERACIONES ESPACIALES (Tierra-espacio)(espacio-espacio) EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-espacio) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (Tierra-espacio)(espacio-espacio)	
<b>2110 - 2120</b> FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-lejano)(Tierra-espacio)	<b>2110 - 2120</b> FIJO Móvil Investigación Espacial (espacio-lejano)(Tierra-espacio)	P58
<b>2120 - 2160</b> FIJO MOVIL Móvil por satélite (espacio-Tierra)	<b>2120 - 2160</b> FIJO Móvil Móvil por satélite (espacio-Tierra)	P58
<b>2160 - 2170</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>2160 - 2170</b> FIJO Móvil Móvil Por Satélite (espacio-Tierra)	P58
<b>2170 - 2200</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>2170 - 2200</b> FIJO MÓVIL POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Móvil	P58
<b>2200 - 2290</b> OPERACIONES ESPACIALES (espacio-Tierra)(espacio-espacio) EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (espacio-Tierra)(espacio-espacio) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra)(espacio-espacio)	<b>2200 - 2290</b> FIJO Operaciones Espaciales (espacio-Tierra)(espacio-espacio) Exploración de la Tierra por Satélite (espacio-Tierra)(espacio-espacio) Móvil Investigación Espacial (espacio-Tierra)(espacio-espacio)	

**MHz**  
**2290 - 2690**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>2290 - 2300</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(espacio-Tierra)	<b>2290 - 2300</b> FIJO Móvil salvo Móvil aeronáutico Investigación Espacial (Espacio Lejano)(Espacio-Tierra)	
<b>2300 - 2450</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>2300 - 2450</b> FIJO MOVIL Radiolocalización Aficionados	P19, P40, P85A
<b>2450 - 2483,5</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION	<b>2450 - 2483,5</b> FIJO MOVIL Radiolocalización	P19, P85A
<b>2483,5 - 2500</b> FIJO MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) RADIOLOCALIZACION RADIODETERMINACION	<b>2483,5 - 2500</b> MOVIL POR SATELITE (Espacio-Tierra) Fijo Móvil Radiolocalización Radiodeterminación	P19, P53
<b>2500 - 2520</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>2500 - 2655</b> DIFUSION	P58
<b>2520 - 2655</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION POR SATELITE		
<b>2655 - 2670</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION POR SATELITE Exploración de la tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)	<b>2655 - 2690</b> DIFUSION	P58
<b>2670 - 2690</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Radioastronomía Investigación Espacial (pasivo)		

**MHz**  
**2690 - 4800**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>2690 - 2700</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>2690 - 2700</b> DIFUSION	P58
<b>2700 - 2900</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	<b>2700 - 2900</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	P51, P59
<b>2900 - 3100</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	<b>2900 - 3100</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	P60, P61
<b>3100 - 3300</b> RADIOLOCALIZACION	<b>3100 - 3300</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>3300 - 3400</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Fijo Móvil	<b>3300 - 3400</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Fijo Móvil	
<b>3400 - 3500</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización	<b>3400 - 3500</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización	P62, P40
<b>3500 - 3700</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>3500 - 3700</b> FIJO Fijo Por Satélite (Espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P62
<b>3700 - 4200</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>3700 - 4200</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	
<b>4200 - 4400</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>4200 - 4400</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P63
<b>4400 - 4500</b> FIJO MOVIL	<b>4400 - 4500</b> FIJO MOVIL	
<b>4500 - 4800</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL	<b>4500 - 4800</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL	P64

**MHz**  
**4800 - 5725**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>4800 - 4990</b> FIJO MOVIL Radioastronomía	<b>4800 - 4990</b> FIJO MOVIL Radioastronomía	P65
<b>4990 - 5000</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA Investigación espacial(pasivo)	<b>4990 - 5000</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA Investigación espacial(pasivo)	
<b>5000 - 5150</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>5000 - 5150</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P66
<b>5150 - 5250</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA SERVICIO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>5150 - 5250</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA SERVICIO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)	P66
<b>5250 - 5255</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial	<b>5250 - 5255</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial	
<b>5255 - 5350</b> RADIOLOCALIZACION	<b>5255 - 5350</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>5350 - 5460</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	<b>5350 - 5460</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	P67
<b>5460 - 5470</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	<b>5460 - 5470</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	P67
<b>5470 - 5650</b> RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	<b>5470 - 5650</b> RADIONAVEGACION MARITIMA Radiolocalización	P68
<b>5650 - 5725</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Investigación espacial (espacio lejano)	<b>5650 - 5725</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Investigación espacial (espacio lejano)	P40

**MHz**  
**5725 - 7300**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>5725 - 5830</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>5725 - 5830</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	P19
<b>5830 - 5850</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite (espacio-Tierra)	<b>5830 - 5850</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite (espacio-Tierra)	P19
<b>5850 - 5925</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL Aficionados Radiolocalización	<b>5850 - 5925</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL Aficionados Radiolocalización	P19
<b>5925 - 6700</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>5925 - 6700</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	
<b>6700 - 7075</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-Tierra) MOVIL	<b>6700 - 7075</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)(espacio-Tierra) MOVIL	P66
<b>7075- 7250</b> FIJO MOVIL	<b>7075- 7250</b> FIJO MOVIL	P57
<b>7250- 7300</b> FIJO FIJO POR SATELITE MOVIL	<b>7250- 7300</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL	

**MHz**  
**7300 - 8750**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>7300 - 7450</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>7300 - 7450</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	P57
<b>7450 - 7550</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>7450 - 7550</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) METEOROLOGIA POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>7550 - 7750</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>7550 - 7750</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>7750 - 7900</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>7750 - 7900</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	
<b>7900 - 8025</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>7900 - 8025</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	
<b>8025 - 8175</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>8025 - 8175</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	P69
<b>8175 - 8215</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGIA POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>8175 - 8215</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) METEOROLOGIA POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	P69
<b>8215 - 8400</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>8215 - 8400</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(espacio-Tierra) FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	P69
<b>8400 - 8500</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra)	<b>8400 - 8500</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra)	
<b>8500 - 8750</b> RADIOLOCALIZACION	<b>8500 - 8750</b> RADIOLOCALIZACION	

**MHz**  
**8750 - 10700**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>8750 - 8850</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>8750 - 8850</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P70
<b>8850 - 9000</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION MARITIMA	<b>8850 - 9000</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION MARITIMA	P71
<b>9000 - 9200</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	<b>9000 - 9200</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA Radiolocalización	P51
<b>9200 - 9300</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION MARITIMA	<b>9200 - 9300</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION MARITIMA	P71, P72
<b>9300 - 9500</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	<b>9300 - 9500</b> RADIONAVEGACION Radiolocalización	P72, P73, P74
<b>9500 - 9800</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION	<b>9500 - 9800</b> RADIOLOCALIZACION RADIONAVEGACION	
<b>9800 - 10000</b> RADIOLOCALIZACION Fijo	<b>9800 - 10000</b> RADIOLOCALIZACION Fijo	P75
<b>10000 - 10450</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	<b>10000 - 10450</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados	P75
<b>10450- 10500</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite	<b>10450- 10500</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Aficionados por satélite	P75
<b>10500 - 10550</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION	<b>10500 - 10550</b> FIJO MOVIL RADIOLOCALIZACION	
<b>10550- 10600</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	<b>10550- 10600</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	P57
<b>10600 - 10680</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL(pasivo) Radiolocalización	<b>10600 - 10680</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL(pasivo) Radiolocalización	P57
<b>10680- 10700</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>10680- 10700</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	P57

**GHz**  
**10,7 – 14,3**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>10,7 - 11,7</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>10,7 – 11,7</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico	P76
<b>11,7- 12,1</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	<b>11,7- 12,1</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico	P76, P77
<b>12,1 - 12,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>12,1 – 12,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) FIJO	P76, P77
<b>12,2- 12,7</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION RADIODIFUSION POR SATELITE	<b>12,2- 12,7</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION RADIODIFUSION POR SATELITE	P77, P78, P79, P81
<b>12,7 - 12,75</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>12,7 - 12,75</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Fijo por Satélite (Tierra-espacio)	P57
<b>12,75 - 13,25</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL Investigación espacial (espacio-lejano)(espacio-Tierra)	<b>12,75 – 13,25</b> FIJO MOVIL Fijo por Satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial (espacio-lejano)(espacio-Tierra)	P57, P76
<b>13,25 - 13,4</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	<b>13,25 - 13,4</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA	P80
<b>13,4 - 13,75</b> RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio) Investigación espacial	<b>13,4 - 13,75</b> RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio) Investigación espacial	
<b>13,75 - 14</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio) Investigación espacial	<b>13,75 - 14</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIOLOCALIZACION Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio) Investigación espacial	P76, P81
<b>14 - 14,25</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	<b>14 - 14,25</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	P76
<b>14,25 - 14,3</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	<b>14,25 – 14,3</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) RADIONAVEGACION Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial	P76

**GHz**  
**14,3 - 17,7**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>14,3 - 14,4</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Radionavegación por satélite Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio)	<b>14,3 - 14,4</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Radionavegación por satélite Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio)	P76
<b>14,4 - 14,47</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial (espacio-Tierra)	<b>14,4 - 14,47</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Investigación espacial (espacio-Tierra)	P76
<b>14,47 - 14,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Radioastronomía	<b>14,47 - 14,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Móvil terrestre por satélite (Tierra-espacio) Radioastronomía	P76
<b>14,5 - 14,8</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL Investigación espacial	<b>14,5 - 14,8</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL Investigación espacial	
<b>14,8 - 15,35</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	<b>14,8 - 15,35</b> FIJO MOVIL Investigación espacial	
<b>15,35 - 15,4</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>15,35 - 15,4</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>15,4 - 15,7</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA FIJO POR SATELITE(esp.-Tierra)	<b>15,4 - 15,7</b> RADIONAVEGACION AERONAUTICA FIJO POR SATELITE(esp.-Tierra)	P82
<b>15,7 - 16,6</b> RADIOLOCALIZACION	<b>15,7 - 16,6</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>16,6 - 17,1</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio lejano)(Tierra-espacio)	<b>16,6 - 17,1</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial (espacio lejano)(Tierra-espacio)	
<b>17,1 - 17,2</b> RADIOLOCALIZACION	<b>17,1 - 17,2</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>17,2 - 17,3</b> RADIOLOCALIZACION Exploración de la Tierra por satélite (activo) Investigación espacial(activo)	<b>17,2 - 17,3</b> RADIOLOCALIZACION Exploración de la Tierra por satélite (activo) Investigación espacial(activo)	
<b>17,3 - 17,7</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) RADIODIFUSION POR SATELITE Radiolocalización	<b>17,3 - 17,7</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) RADIODIFUSION POR SATELITE Radiolocalización	P83

**GHz**  
**17,7 - 22,21**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>17,7 - 17,8</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) RADIODIFUSION POR SATELITE Móvil	<b>17,7 - 17,8</b> FIJO Fijo por satélite (espacio-tierra)(tierra-espacio) Radiodifusión por satélite Móvil	P83
<b>17,8 - 18,1</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) MOVIL	<b>17,8 - 18,1</b> FIJO Fijo por satélite (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) Móvil	P83
<b>18,1 - 18,4</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) MOVIL	<b>18,1 - 18,4</b> FIJO Fijo por satélite (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) Móvil	
<b>18,4 - 18,6</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil	<b>18,4 - 18,6</b> FIJO Fijo por satélite (espacio-Tierra) Móvil	
<b>18,6 - 18,8</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Investigación espacial	<b>18,6 - 18,8</b> FIJO Exploración de la tierra por satélite (pasivo) Fijo por satélite (espacio-Tierra) Móvil salvo móvil aeronáutico Investigación espacial	
<b>18,8 - 19,3</b> FIJO FIJO POR SATELITE(esp.-Tierra) Móvil	<b>18,8 - 19,3</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) Móvil	
<b>19,3 - 19,7</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) Móvil	<b>19,3 - 19,7</b> FIJO Fijo por satélite (espacio-Tierra)(Tierra-espacio) Móvil	
<b>19,7 - 20,1</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>19,7 - 20,1</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	
<b>20,1 - 20,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>20,1 - 20,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE(espacio-Tierra)	
<b>20,2 - 21,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE(espacio-Tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(esp.-Tierra)	<b>20,2 - 21,2</b> FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL POR SATELITE(espacio-Tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(esp.-Tierra)	
<b>21,2 - 21,4</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>21,2 - 21,4</b> FIJO Exploración de la tierra por satélite(pasivo) Móvil Investigación espacial (pasivo)	
<b>21,4- 22</b> FIJO MOVIL	<b>21,4- 22</b> FIJO MOVIL	
<b>22 - 22,21</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	<b>22 - 22,21</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico	

**GHz**  
**22,21 - 25,5**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>22,21 - 22,5</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>22,21 - 22,5</b> FIJO Exploración de la tierra por satélite (pasivo) Móvil salvo móvil aeronáutico Radioastronomía Investigación espacial (pasivo)	
<b>22,5 - 22,55</b> FIJO MOVIL	<b>22,5 - 22,55</b> Fijo Móvil	
<b>22,55 - 23</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL	<b>22,55 - 23</b> FIJO Entre Satélites Móvil	
<b>23 - 23,55</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL	<b>23 - 23,55</b> FIJO Entre satélites Móvil	
<b>23,55 - 23,6</b> FIJO MOVIL	<b>23,55 - 23,6</b> FIJO Móvil	
<b>23,6 - 24</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>23,6 - 24</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL(pasivo)	
<b>24 - 24,05</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>24 - 24,05</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	P19
<b>24,05 - 24,25</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Exploración de la tierra por satélite (activo)	<b>24,05 - 24,25</b> RADIOLOCALIZACION Aficionados Exploración de la tierra por satélite (activo)	P19
<b>24,25 - 24,45</b> RADIONAVEGACION	<b>24,25 - 24,45</b> RADIONAVEGACION	
<b>24,45 - 24,65</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION	<b>24,45 - 24,65</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION	
<b>24,65 - 24,75</b> ENTRE SATELITES RADIOLOCALIZACION POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>24,65 - 24,75</b> ENTRE SATELITES RADIOLOCALIZACION POR SATELITE (Tierra-espacio)	
<b>24,75 - 25,25</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)	<b>24,75 - 25,25</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio)	P84
<b>25,25 - 25,5</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Frecuencias patrón y señales horarios por satélite(Tierra-espacio)	<b>25,25 - 25,5</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Frecuencias patrón y señales horarios por satélite(Tierra-espacio)	P85A

**GHz**  
**25,5 - 29,9**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>25,5 - 27</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio)	<b>25,5 - 27</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(Tierra-espacio)	P85A
<b>27 - 27,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) ENTRE SATELITES MOVIL	<b>27 - 27,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) ENTRE SATELITES MOVIL	P85A
<b>27,5 - 28,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL	<b>27,5 - 28,5</b> FIJO MOVIL Fijo por satélite (Tierra-espacio)	P85, P86
<b>28,5 - 29,1</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	<b>28,5 - 29,5</b> FIJO MOVIL FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	P85, P86
<b>29,1 - 29,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)		
<b>29,5 - 29,9</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	<b>29,5 - 29,9</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	P86

**GHz**  
**29,9 - 31,8**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>29,9 – 30</b> FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	<b>29,9 – 30</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio)	P86
<b>30 - 31</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(esp.-Tierra)	<b>30 – 31</b> FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio) Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(esp.-Tierra)	
<b>31 - 31,3</b> FIJO MOVIL Frecuencias patrón y señales horarias por satélite (esp.-Tierra) Investigación espacial	<b>31 - 31,3</b> FIJO MOVIL Frecuencias patrón y señales horarias por satélite(esp.-Tierra) Investigación espacial	P85
<b>31,3 - 31,5</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>31,3 – 31,5</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>31,5 - 31,8</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>31,5 – 31,8</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) RADIOASTRONOMIA INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	

**GHz**  
**31,8 - 39,5**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>31,8 - 32</b> RADIONAVEGACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(espacio-Tierra)	<b>31,8 - 32</b> RADIONAVEGACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(espacio-Tierra)	
<b>32 - 32,3</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(espacio-Tierra)	<b>32 - 32,3</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(espacio-Tierra)	
<b>32,3 - 33</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION	<b>32,3 - 33</b> ENTRE SATELITES RADIONAVEGACION	
<b>33 - 33,4</b> RADIONAVEGACION	<b>33 - 33,4</b> RADIONAVEGACION	
<b>33,4 - 34,2</b> RADIOLOCALIZACION	<b>33,4 - 34,2</b> RADIOLOCALIZACION	
<b>34,2 - 34,7</b> RADIOLOCALIZACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(Tierra-espacio)	<b>34,2 - 34,7</b> RADIOLOCALIZACION INVESTIGACION ESPACIAL (espacio lejano)(Tierra-espacio)	
<b>34,7 - 35,2</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial	<b>34,7 - 35,2</b> RADIOLOCALIZACION Investigación espacial	
<b>35,2 - 36</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA RADIOLOCALIZACION	<b>35,2 - 36</b> AYUDAS A LA METEOROLOGIA RADIOLOCALIZACION	
<b>36 - 37</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>36 - 37</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>37 - 37,5</b> FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra)	<b>37 - 37,5</b> FIJO MOVIL Investigación espacial (espacio-Tierra)	
<b>37,5 - 38</b> FIJO FIJO POR SATELITE (esp.-Tierra) MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	<b>37,5 - 38</b> FIJO MOVIL Fijo por satélite (espacio-tierra) Investigación espacial (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	
<b>38 - 39,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(esp.-Tierra) MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	<b>38 - 39,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(esp.-Tierra) MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	

**GHz**  
**39,5 - 54,25**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>39,5 - 40</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	<b>39,5 - 40</b> FIJO MOVIL Fijo por satélite (espacio-tierra) Móvil por satélite (espacio-tierra) Exploración de la Tierra por satélite (espacio-Tierra)	
<b>40 - 40,5</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (Tierra-espacio) FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra) INVESTIGACION ESPACIAL (Tierra-espacio) Exploración de la tierra por satélite (espacio-Tierra)	<b>40 - 40,5</b> FIJO MOVIL Exploración de la Tierra por satélite (Tierra-espacio) Fijo por satélite (espacio-Tierra) Móvil por satélite (espacio-Tierra) Investigación espacial (espacio-Tierra) Exploración de la tierra por satélite (espacio-Tierra)	
<b>40,5 42,5</b> RADIODIFUSION POR SATELITE RADIODIFUSION Fijo Móvil	<b>40,5 - 42,5</b> FIJO MÓVIL Radiodifusión por satélite Radiodifusión	P85
<b>42,5 - 43,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	<b>42,5 - 43,5</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIOASTRONOMIA	P85A
<b>43,5 - 47</b> MOVIL MOVIL POR SATELITE RADIONAVEGACION RADIONAVEGACION POR SATELITE	<b>43,5 - 47</b> MOVIL MOVIL POR SATELITE RADIONAVEGACION RADIONAVEGACION POR SATELITE	
<b>47 - 47,2</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	<b>47 - 47,2</b> AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATELITE	
<b>47,2 - 50,2</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	<b>47,2 - 50,2</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra-espacio) MOVIL	
<b>50,2 - 50,4</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL	<b>50,2 - 50,4</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) FIJO MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>50,4 - 51,4</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL Móvil por satélite (Tierra-espacio)	<b>50,4 - 51,4</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-espacio) MOVIL Móvil por satélite (Tierra-espacio)	
<b>51,4 - 54,25</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>51,4 - 54,25</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	

**GHz**  
**54,25 - 74**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES
<b>54,25 - 58,2</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE(pasivo) FIJO ENTRE SATELITES MOVIL INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>54,25 - 58,2</b> FIJO Exploración de la Tierra por satélite (pasivo) Entre satélites Móvil Investigación espacial (pasivo)	
<b>58,2 - 59</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>58,2 - 59</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>59 - 64</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL RADIOLOCALIZACION	<b>59 - 64</b> FIJO ENTRE SATELITES MOVIL RADIOLOCALIZACION	
<b>64 - 65</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	<b>64 - 65</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE (pasivo) INVESTIGACION ESPACIAL (pasivo)	
<b>65 - 66</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE INVESTIGACION ESPACIAL} Fijo Móvil	<b>65 - 66</b> EXPLORACION DE LA TIERRA POR SATELITE INVESTIGACION ESPACIAL} Fijo Móvil	
<b>66 - 71</b> MOVIL MOVIL POR SATELITE RADIONAVEGACION RADIONAVEGACION POR SATELITE	<b>66 - 71</b> MOVIL MOVIL POR SATELITE RADIONAVEGACION RADIONAVEGACION POR SATELITE	
<b>71 - 74</b> FIJO FIJO POR SATELITE(Tierra-esp.) MOVIL MOVIL POR SATELITE	<b>71 - 74</b> FIJO FIJO POR SATELITE (Tierra- espacio) MOVIL MOVIL POR SATELITE (Tierra-espacio)	

GHz  
74 - 400

74 - 400	74 - 400	P87
----------	----------	-----

## Sección V. Notas y Observaciones

### NOTAS

#### AL CUADRO DE ATRIBUCION DE FRECUENCIAS

- P1 Las estaciones de los servicios a los que se han atribuido las bandas 14 - 19,95 KHz y 20,05 - 70 KHz, podrán transmitir frecuencias patrón y señales horarias. Tales estaciones quedaran protegidas contra interferencias perjudiciales.
- P2 La utilización de las bandas 14 - 19,95 KHz, 20,05 - 70 KHz y 70 - 90 KHz por el servicio móvil marítimo está limitada las estaciones costeras radiotelegráficas (A1A y F1B solamente).
- P3 Las emisiones de las clases A1A o F1B A2C, A3C, F1C O F3C son las únicas autorizadas para las estaciones del servicio Fijo en las bandas atribuidas a este servicio entre 90 KHz y 160 KHz y para las estaciones del Servicio Móvil Marítimo en las bandas atribuidas en este Servicio entre 110 KHz y 160 KHz.  
Excepcionalmente las estaciones del servicio móvil marítimo podrán también utilizar las clases de emisión J2B o J7B en las bandas entre 110 KHz y 160 KHz.
- P4 En la banda 285 - 325 KHz , en el servicio de radionavegación marítima, las estaciones de radiofaro pueden también transmitir información suplementaria útil a la navegación utilizando técnicas de banda estrecha, a condición de no afectar de manera significativa la función primaria de radiofaro.
- P5 La frecuencia 410 KHz está designada para radiogoniometría en el servicio de radionavegación marítima. Los demás servicios de radionavegación a los que se ha atribuido la banda 405 - 415 KHz no deberán causar interferencia perjudicial a la radiogoniometría en la banda 406,5 - 413,5 KHz
- P6 La utilización de la banda 435 - 495 KHz por el servicio de radionavegación aeronáutica está limitada a los radiofaros no direccionales que no utilicen transmisores vocales.
- P7 En el servicio móvil marítimo, y a partir de la fecha en que el sistema mundial de socorro y seguridad marítimos entre plenamente en servicio, la frecuencia 490 KHz deberá utilizarse exclusivamente para la transmisión por las estaciones costeras de avisos a los navegantes, boletines meteorológicos e información urgente con destino a los barcos, por medio de telegrafía de impresión directa de banda estrecha.
- P8 La frecuencia de 500 KHz en una frecuencia internacional de socorro y de llamada en radiotelegrafía Morse.
- P9 El uso de la banda 505 - 510 KHz por el servicio móvil marítimo está limitado a la radiotelegrafía.
- P10 La utilización de la banda 1605 - 1705 KHz por las estaciones de servicio de radiodifusión está sujeta al plan establecido por la conferencia administrativa Regional de Radiocomunicaciones (Río de Janeiro 1988).
- P10A El Estado se reserva un número máximo de frecuencias para el servicio de radiodifusión, según se indica a continuación:
- a) Radiodifusión sonora:  
Banda 88 a 108 MHz, tres (3) frecuencias para la localidad de Lima y dos

(2) en las demás localidades del país

Banda 535-1705 MHz

Tres frecuencias (3) para la localidad de Lima y dos (2) en las demás localidades del país donde se estime técnicamente conveniente

Banda 2 –30 MHz

Una (1) frecuencia en cada segmento de las bandas de frecuencias atribuidas al servicio en Onda Corta Tropical (OCT) y Onda Corta Internacional (OCI)

b) Radiodifusión por Televisión:

Banda VHF: Dos (2) canales en cada localidad

Banda UHF: Dos (2) canales en cada localidad

- P11 Las estaciones costeras y las estaciones de barco que utilicen la radiotelefonía, en la banda 2065 - 2107 KHz, solo podrán efectuar emisiones de clase J3E, sin que la potencia en la cresta de la envolvente exceda de 1 KW. Conviene que estas estaciones utilicen preferentemente las siguientes frecuencias portadoras: 2065,0 KHz, 2079,0 KHz, 2082,5 KHz, 2086,0 KHz, 2093,0 KHz, 2096,5 KHz, 2100,0 KHz y 2103,5 KHz.
- P12 A reserva de no causar interferencia perjudicial al servicio móvil marítimo, las frecuencias comprendidas entre 2065 KHz y 2107 KHz podrán utilizarse en las Regiones 2 y 3 por las estaciones de servicio fijo, que comuniquen únicamente dentro de las fronteras nacionales, y cuya potencia media no exceda de 50 vatios. Cuando se haga la notificación de las frecuencias, se llamara la atención de la Junta Internacional de Registro de Frecuencias sobre estas disposiciones.
- P13 Las frecuencias de 2187,5 KHz, 4207,5 KHz, 6312 KHz, 8414,5 KHz, 12577 KHz y 16804,5 KHz son frecuencias internacionales de socorro para la llamada selectiva digital.
- P14 Las frecuencias de 2174,5 KHz, 4177,5 KHz, 6268 KHz, 8376,5 KHz, 12520 KHz y 16695 KHz son frecuencias internacionales de socorro para telegrafía de impresión directa de banda estrecha.
- P15 En casos de catástrofes naturales de las bandas atribuidas al servicio de aficionados en 3,5 MHz, 7,0 MHz, 10,1 MHz, 14,0 MHz, 18,068 MHz, 21,0 MHz, 24,89 MHz, y 144 MHz podrán ser utilizadas por la administración
- P16 El uso de la banda 4000 - 4063 KHz, por el servicio móvil marítimo, esta limitado a las estaciones de barco que funcionan en radiotelefonía.
- P17 La frecuencia 4209,5 KHz se utilizara exclusivamente para la transmisión por las estaciones costeras de avisos a los navegantes, boletines meteorológicos e información urgente con destino a los barcos mediante técnicas de impresión directa de banda estrecha.
- P18 Las frecuencias 4210-KHz, 6314 KHz, 8416,5 KHz, 12579 KHz, 16806,5 KHz, 19680,5 KHz y 26100,5 KHz son las frecuencias internacionales de transmisión de información relativa a la seguridad marítima (MSI).
- P19 Las bandas:  
13553 - 13567 KHz (frecuencia central 13560 KHz),  
26957 - 27283 KHz (frecuencia central 27120 KHz),  
40,66 - 40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),  
902 - 928 MHz (frecuencia central 915 MHz),

2400 - 2500 MHz (frecuencia central 2450 MHz),  
5725 - 5875 MHz (frecuencia central 5800 MHz), y  
24 - 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)  
están destinadas para aplicaciones industriales, científicas (ICM).

Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones ICM.

Las bandas 902 – 928 MHz, 2400 – 2483.5 MHz y 5,725 – 5,850 MHz, están atribuidas a título secundario al Servicio Fijo que utilice Tecnología de Espectro Ensanchado. Es decir, las estaciones que operen este servicio no están sujetas a protección y no deberán ocasionar interferencias perjudiciales a los demás servicios que operan en estas bandas. La banda comprendida de 5725-5850 MHz puede ser utilizada para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, igualmente a título secundario, debiendo los operadores adoptar las medidas técnicas necesarias que a satisfacción del Ministerio permitan la mutua co-existencia.

- P20 Las bandas de 5900 - 5950 KHz, 7300 - 7350 KHz, 9400 - 9500 KHz, 11600 - 11650 KHz, 12050 - 12100 KHz, 13570 - 13600 KHz, 13800 - 13870 KHz, 15600 - 15800 KHz, 17480 - 17550 KHz, 18900 - 19020 KHz, a partir del 01 de abril del año 2007 será atribuida al servicio de Radiodifusión, limitada a las emisiones en banda lateral única.
- P21 A condición de no causar interferencia perjudicial al servicio de radiodifusión, las frecuencias de las bandas 9775 - 9900 KHz, 11650 - 11700 KHz y 11975 - 12050 KHz podrán ser utilizadas por estaciones del servicio fijo que comuniquen únicamente dentro de las fronteras nacionales, no excediendo la potencia radiada total de cada estación de 24 dBW.
- P22 Las bandas 9775 - 9900 KHz, 11650 - 11700 KHz, 11975 - 12050 KHz, 13600- 13800 KHz, 15450 - 15600 KHz, 17550 - 17700 KHz y 21750 - 21850 KHz están atribuidas, a título primario, al servicio fijo. El uso de estas bandas por el servicio de radiodifusión estará sujeta a las disposiciones establecidas por la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones encargada de la planificación de las bandas de ondas decamétricas atribuidas al servicio de radiodifusión.
- P23 Las bandas 21870 - 21924, 23200 - 23350 KHz son utilizadas por el servicio fijo para el suministro de servicios relacionados en la seguridad de los vuelos de aeronaves.
- P24 La utilización de la banda 23350 - 24000 KHz por el servicio móvil marítimo esta limitada a la radiotelegrafía entre barcos.
- P25 Servicio de Radiocomunicación otorgado a personas naturales, con estaciones de 5 W. de potencia como máximo no sujeto a protección a interferencias.
- P26 La frecuencia de 75 MHz se asigna a las radiobalizas aeronáuticas.
- P27 La banda de 88 - 108 MHz del servicio de Radiodifusión Sonora podrá ser utilizada para servicios públicos de telecomunicaciones, utilizando las subportadoras.**
- P28 Las bandas 121,45 - 121,55 MHz y 242,95 - 243,05 MHz están también atribuidas al servicio móvil por satélite para la recepción a bordo de satélites de emisiones de radiobalizas de localización de siniestros que transmiten en 121,5 MHz y 243 MHz.
- P29 En la banda 117,975 - 136 MHz, la frecuencia de 121,5 MHz es la frecuencia aeronáutica de emergencia y, de necesitarse, la frecuencia de 123,1 MHz es la frecuencia aeronáutica

auxiliar de la 121,5 MHz. Las estaciones móviles del servicio móvil marítimo podrán comunicar en estas frecuencias, para fines de socorro y seguridad, con las estaciones del servicio móvil aeronáutico.

- P30 Las bandas 137 - 138 MHz y 148 – 150,05 MHz, están destinadas para el Servicio Público Móvil por Satélite, que utilice sistemas de satélites no geoestacionarios.
- P31 La banda 148 - 149,9 MHz puede utilizarse por el servicio de operaciones espaciales (tierra-espacio). La anchura de la banda de toda emisión no deberá ser superior a  $\pm$  25 KHz. El Servicio Móvil por Satélite no limitará el desarrollo y utilización de los servicios fijos, móviles y de operaciones espaciales en esta banda.
- P32 Las emisiones del servicio de radionavegación por satélite en las bandas 149,9 -150,05 MHz y 399,9 - 400,05 MHz pueden además ser utilizadas por las estaciones terrenas receptoras del servicio de investigación espacial. La utilización de las mencionadas bandas por el servicio móvil por satélite (tierra - espacio) está limitada al servicio móvil terrestre por satélite (tierra - espacio) hasta el 1 de enero del año 2015. Asimismo, el uso de estas bandas por el Servicio Móvil por Satélite no limitará el desarrollo y utilización del servicio de radionavegación por satélite.
- P33 Las bandas comprendidas entre 152,35 - 154,35 MHz, 454,8375 - 456,0125 MHz y 459,2375 - 459,4875 MHz están atribuidas a título primario al Servicio Público de Buscapersonas. Además, las frecuencias asignadas fuera de dichas bandas en el Servicio Público de Buscapersonas con anterioridad a la aprobación del presente PNAF, Tendrán vigencia hasta el 31 de Diciembre del año 2001. En este caso específico, se consideran frecuencias asignadas aquellas que cuenten a la fecha con concesión ó se encuentren en proceso de adecuación. De igual manera, las frecuencias asignadas a los Teleservicios privados, dentro de las bandas atribuidas al servicio público de Buscapersonas, podrán ser utilizadas sólo hasta el término de su autorización, excepto las asignaciones realizadas a entidades del Gobierno.**
- P34 La frecuencia de 156,525 MHz se utilizará exclusivamente para la llamada selectiva digital con fines de socorro, seguridad y llamada en el servicio móvil marítimo en ondas métricas.
- P35 La frecuencia de 156,8 MHz es la frecuencia internacional de socorro, seguridad y llamada del servicio móvil marítimo radiotelefónico en ondas métricas.  
En las bandas 156 - 156,7625 MHz, 156,8375 - 157,45 MHz, 160,6 - 160,975 MHz y 161,475-162,05 MHz, se dará prioridad al servicio móvil marítimo únicamente en aquellas frecuencias de estas bandas que hayan asignado a las estaciones de dicho servicio.
- P36 La banda comprendida entre 218 - 219 MHz está destinada para ser utilizada para servicios públicos de telecomunicaciones.**
- P37 Las bandas 235 - 322 MHz y 335,4 - 399,9 MHz pueden utilizarse por el servicio móvil por satélite, a condición de que las estaciones de este servicio no produzcan interferencia perjudicial. La banda comprendida de 380-400 MHz puede ser utilizada por el servicio de radiocomunicación para fines de seguridad pública.
- P38 Las emisiones deben restringirse a una banda de  $\pm$  25 KHz respecto de la frecuencia patrón 400,1 MHz.
- P39 El uso de la banda 406 - 406,1 MHz por el servicio móvil por satélite está limitado a las estaciones de radiobalizas de localización de siniestros por satélite de poca potencia.
- P39A La banda comprendida de 410-430 MHz está atribuida a título primario para el servicio público móvil de canales múltiples de selección automática (troncalizado). El Ministerio

establecerá un cronograma de migración de las frecuencias asignadas en la mencionada banda que deberá concluir el 31 de diciembre de 2005. En el caso de las entidades de Gobierno el plazo será previamente coordinado con el Ministerio.

- P40 El servicio de aficionados por satélite podrá explotarse en las bandas 435 - 438 MHz, 1260 - 1270 MHz, 2400 - 2450 MHz, 3400 - 3410 MHz, y 5650 - 5670 MHz, siempre que no cause interferencia perjudicial a otros servicios explotados de conformidad con el Cuadro. Toda interferencia perjudicial causada por emisiones de una estación del servicio de aficionados por satélite será inmediatamente eliminada. La utilización de las bandas 1260 - 1270 MHz y 5650 - 5670 MHz por el servicio de aficionados por satélite se limitará al sentido Tierra-espacio.
- P41 Con excepción de la ciudad de Lima las bandas comprendidas entre 440 - 450 MHz y 485 - 495 MHz podrán ser utilizadas para servicios de telecomunicaciones en áreas rurales.**
- P42 En el servicio móvil marítimo, las frecuencias de 457,525 MHz, 457,550 MHz, 457,575 MHz, 467,525 MHz, 467,550 MHz y 467,575 MHz pueden ser utilizadas por las estaciones de comunicaciones a bordo.
- P43 Las bandas comprendidas entre 452,350 - 454,840 MHz, 459,475 - 460,0 MHz, 469,525 - 470,00 MHz están destinadas para la operación de enlaces auxiliares a la Radiodifusión Sonora en AM. La banda comprendida entre 460,00 - 470,00 MHz, puede ser utilizada, por el Servicio Colectivo Familiar a título secundario, siempre que su operación no exceda de 500 mW p.i.r.e.
- P44 Las bandas 806 - 824 MHz y 851 - 869 MHz está atribuida a título primario al servicio de canales múltiples de selección automática (Troncalizado).**
- P45 Las bandas 824 - 849 MHz y 869 - 894 MHz está atribuido a título primario al servicio de Telefonía móvil. La banda B' (846,5 - 849,0 MHz y 891,5 - 894,0 MHz) fuera de la ciudad de Lima, está reservada para servicios de telecomunicaciones en áreas rurales.**
- P46 Las bandas 849 - 851 MHz y 894 - 896 MHz, y 896 - 901 MHz y 935 - 940 MHz están destinadas para servicios públicos de telecomunicaciones.**
- P47 Las bandas comprendidas entre 901 - 902 MHz, 930 - 931 MHz y 940 - 941 MHz están destinadas al Servicio de Buscapersonas Bidireccional.**
- P48 La banda 929 - 930 MHz (en reserva) y 931 a 932 MHz se atribuirá a Título primario al servicio de Buscapersonas preferentemente con cobertura Nacional.**
- P49 La Banda 942 - 960 MHz se atribuirá a título primario a los enlaces de auxiliares a Radiodifusión en FM.
- P50 La banda 960 - 1215 MHz se reserva en todo el mundo para el uso y el desarrollo de equipos electrónicos de ayudas a la navegación aérea instalados a bordo de aeronaves y de instalaciones con base de tierra directamente asociadas.
- P51 El empleo de las bandas 1300 - 1350 MHz, 2700 - 2900 MHz y 9000 - 9200 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica esta limitado a los radares terrestres y a los respondedores aeroportados asociados que emitan sólo en frecuencias de estas bandas y, únicamente cuando sean accionados por los radares que funcionen en la misma banda.
- P52 La utilización de la banda 1452 - 1492 MHz por el servicio de Radiodifusión por satélite y por el servicio de Radiodifusión esta limitada a la Radiodifusión Sonora digital. El servicio de radiodifusión sonora digital estará supeditado a los acuerdos que se tomen en la conferencia

que se convoque de acuerdo a la Resolución 528 (CARM 92). Asimismo, los servicios fijos y móviles que han sido asignados y que operen en esta banda tendrán vigencia hasta el 1ero de Julio del año 2005.

- P53** Las bandas 1610 - 1626,5 MHz y 2483,5 - 2500 MHz están destinadas para el Servicio Público móvil por satélite que utilice satélites de órbita terrestre baja.
- P54** Las bandas 1525-1559 MHz y 1626,5-1660,5 MHz, están destinadas para el Servicio Público Móvil por Satélite. El empleo de la banda 1645,5 - 1646,5 MHz por el servicio móvil por satélite (Tierra-espacio) y para enlaces entre satélites, está limitado a las comunicaciones de socorro y seguridad.
- P55** La banda comprendida entre 1850 a 1990 MHz está destinada a los Servicios Públicos móviles y fijos que se prestan mediante Sistemas de Comunicaciones Personales (PCS) y aplicaciones de Acceso Inalámbrico Fijo (FWA). El otorgamiento de autorización para el uso de frecuencia para la explotación de PCS y aplicaciones FWA será por concurso público de ofertas. La Administración continuará con el cronograma de migración de frecuencias que hayan sido autorizadas en esta banda, que deberá concluir el 31 de diciembre de 1998. En el caso de las entidades de Gobierno el plazo será previamente coordinado con la Administración.

**ANEXO – RM. 450 – 98 – MTC/ 15.03**

**DISTRIBUCIÓN DE LA BANDA COMPRENDIDA DE 1850 a 1990 MHz:**

1850	1865	1870	1885	1890	1895	1910	1930	1945	1950	1965	1970	1975	1990 MHz
A	D	B	E	F	C		A'	D'	B'	E'	F'	C'	
		Reserva		Reserva	Reserva				Reserva		Reserva	Reserva	

**BANDAS ATRIBUIDAS A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES PERSONALES:**

**BANDA A:** { A : 1850 – 1865 MHz, apareada con A' : 1930 – 1945 MHz}

**BANDAS B y C** en Reserva

**BANDAS ATRIBUIDAS PARA APLICACIONES DE ACCESO INALAMBRICO FIJO:**

**BANDA D:** { D: 1865 – 1870 MHz, apareada con D' : 1945 – 1950 MHz}

**BANDA E:** { E: 1885 – 1890 MHz, apareada con E' : 1965 – 1970 MHz}

**BANDA de 1910 a 1930 MHz**

**BANDA F:** en Reserva

**NOTA:**

La Banda de 1910 a 1930 MHz deberá admitir la coexistencia de dos operadores, sujeto a las siguientes condiciones:

1. Garantía de coexistencia mutua entre las tecnologías seleccionadas por los operadores.
2. Garantía de adoptar las medidas técnicas necesarias en caso que se produzcan interferencias perjudiciales hacia las bandas adyacentes.
3. Se permitirá la celebración de acuerdos entre los operadores en una misma área para la optimización del uso del espectro.

P56 La utilización de la banda 1980 - 1990 MHz por el servicio móvil por satélite, no causará interferencia perjudicial ni limitará el desarrollo de los servicios fijo y móvil.

P57 Las bandas de frecuencias de 7100 - 7250 MHz, 7300 - 7425 MHz, 10550 - 10700 MHz y 12700 - 13250 MHz, también estarán destinadas a los enlaces fijos y móviles auxiliares a la radiodifusión por televisión. La Administración tomará las provisiones necesarias a fin de garantizar la no interferencia con enlaces que no corresponden a enlaces de radiodifusión.

**P58** Las bandas comprendidas de 1710-1850 MHz, 1990-2025 MHz, 2110 -2200 MHz y 2500-2690 MHz, se mantienen en reserva. Mientras dure tal situación, el Ministerio no realizará nuevas asignaciones en alguna de estas bandas. Cuando cese la situación de reserva de estas bandas de frecuencias, la asignación de espectro o el otorgamiento de concesión en las mencionadas bandas deberá ser mediante concurso público de ofertas, excepto para casos como el servicio móvil por satélite y el servicio fijo y/o móvil utilizando estaciones en plataformas a gran altitud, es decir los casos de sistemas globales reconocidos mediante acuerdos internacionales.

Para el caso de las frecuencias asignadas en la banda comprendida entre 2500 - 2690 MHz, no se aplica la reserva antes referida. En tal sentido, el Ministerio establecerá la atribución y la fecha en que entrará en vigencia la reserva de las frecuencias asignadas.

P59 Los radares instalados en tierra, que funcionen en la banda 2700 - 2900 MHz para las necesidades de la meteorología, están autorizadas a funcionar sobre una base de igualdad con las estaciones del servicio de radionavegación aeronáutica.

P60 En la banda 2900 - 3100 MHz, el uso del sistema interrogador-transpondedor a bordo de barcos (SIT) se limitará a la sub-banda 2930 - 2950 MHz.

P61 La utilización de la banda 2900 - 3100 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica se limita a los radares instalados en tierra.

**P62 La banda comprendida entre 3400 - 3600 MHz está destinada a aplicaciones de planta externa inalámbrica.** El otorgamiento de concesión para la explotación de servicios en esta banda será por concurso público de ofertas.

P63 La utilización de la banda 4200 - 4400 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica se reserva exclusivamente a los radioaltímetros instalados a bordo de aeronaves y a los respondedores asociados instalados en tierra. Sin embargo puede autorizarse en esta banda, a título secundario, la detección pasiva en los servicios de exploración de la tierra por satélite y de investigación espacial (los radioaltímetros no proporcionarían protección alguna).

- P64 La utilización de las bandas 4500 - 4800 MHz, 6725 - 7025 MHz, 10,7 - 10,95 GHz, 11,22 - 11,45 GHz y 12,75 - 13,25 GHz por el servicio fijo por satélite se ajustará a las disposiciones del apéndice 30B del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.
- P65 En las bandas 4825 - 4835 MHz y 4950 - 4990 MHz, la atribución al servicio móvil está limitada al servicio móvil, salvo móvil aeronáutico.
- P66 La banda 5000 – 5150 MHz se utilizará en Sistema internacional normalizado (Sistema de Aterrizaje por Microondas) de aproximación y aterrizaje de precisión. Se dará prioridad a las necesidades de este sistema sobre otras utilidades de **otra** banda. Las bandas de 5091 – 5250 MHz y 6700 – 7075 MHz, se atribuyen también al Servicio Fijo por Satélite (tierra – espacio; espacio – tierra, respectivamente) a título primario. Sin embargo, la atribución se limita a los enlaces de conexión de los Servicios Móviles por Satélite No Geoestacionarios y está supeditada a las condiciones y coordinaciones contempladas en la CMR-95.
- P67 La utilización de la banda 5350 - 5470 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica se limita a los radares aeroportados y a las radiobalizas de a bordo asociadas.
- P68 Los radares instalados en tierra, que funcionan en la banda 5600 - 5650 MHz para las necesidades de la meteorología, están autorizados a funcionar sobre una base de igualdad con las estaciones del servicio de radionavegación marítima.
- P69 No se permite a las estaciones de aeronave transmitir en la banda 8025 - 8400 MHz.
- P70 La utilización de la banda 8750-8850 MHz por el servicio de radionavegación aeronáutica se limita a las ayudas a la navegación a bordo de aeronaves que utilizan el efecto Doppler con una frecuencia central de 8800 MHz.
- P71 En las bandas 8850 - 9000 MHz y 9200 - 9225 MHz, el servicio de radionavegación marítima esta limitado a radares costeros.
- P72 En la banda 9200 - 9500 MHz pueden utilizarse transpondedores de búsqueda y salvamento (SART), teniendo debidamente en cuenta la Recomendación UIT-R.
- P73 La utilización de la banda 9300 - 9500 MHz, por el servicio de radionavegación aeronáutica se limita a los radares meteorológicos de aeronaves y a los radares instalados en tierra. Además, se permiten las balizas de radar instaladas en tierra del servicio de radionavegación aeronáutica en la banda 9300 - 9320 MHz a condición de que no causen interferencia perjudicial al servicio de radionavegación marítima. En la banda 9300 - 9500 MHz, los radares instalados en tierra utilizados para las necesidades de la meteorología tendrán prioridad sobre los demás dispositivos de radiolocalización.
- P74 En la banda 9300-9320 MHz por lo que se refiere al servicio de radionavegación, la utilización a bordo de barcos de radares distintos de los existentes el 1 de enero de 1976 no está permitida hasta el 1 de enero de 2001.
- P75 **La banda de 10-10,5 GHz está también atribuida a título primario a los servicios fijo y móvil, y puede ser utilizada para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.** La asignación de espectro y/o el otorgamiento de concesión, para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, en la banda de 10-10,5 GHz serán por concurso público de ofertas. La banda 9975-10025 MHz está también atribuida, a título secundario al servicio de meteorología por satélite para ser utilizada por los radares meteorológicos
- P76 **Las bandas comprendidas entre 10,70 – 11,95 GHz, 12,75 – 13,25 GHz y 13,75 – 14,5 GHz, podrán ser utilizadas para el Servicio Público de Distribución de Radiodifusión**

**por Cable, en la modalidad de Difusión Directa por Satélite.** En la banda 11,7 – 12,2 GHz, los transpondedores de estaciones espaciales del servicio fijo por satélite pueden ser utilizados adicionalmente para transmisiones del servicio de radiodifusión por satélite, a condición de que dichas transmisiones no tengan una p.i.r.e. máxima superior a 53 dBW por canal de televisión y no causen una mayor interferencia ni requieran mayor protección contra la interferencia que las asignaciones de frecuencia coordinadas del servicio fijo por satélite. Con respecto a los servicios espaciales, esta banda será utilizada principalmente por el servicio fijo por satélite.

- P77 La utilización de las bandas 11,7 - 12,2 GHz, por el servicio fijo por satélite y 12,2 - 12,7 GHz por el servicio de radiodifusión por satélite esta limitada a los sistemas nacionales y subregionales. La utilización de la banda 11,7 - 12,2 GHz por el servicio fijo por satélite está sujeta a previo acuerdo entre las administraciones interesadas y aquellas cuyos servicios, explotados o que se explotarán de conformidad con el presente cuadro, puedan resultar afectados.
- P78 La banda 12,2 - 12,7 GHz, los servicios de Radiocomunicación terrenal existentes y futuros no causaran interferencia perjudicial a los servicios de Radiocomunicación espacial que funcionen de conformidad con el plan de radiodifusión por satélite para la Región 2 que figura en el apéndice 30.
- P79 En la banda 12,2 - 12,7 GHz, las asignaciones a las estaciones del servicio de radiodifusión por satélite en el plan para la Región 2 que figura en el apéndice 30 podrán ser utilizadas también para las transmisiones del servicio fijo por satélite (espacio-Tierra), a condición de que dichas transmisiones no causen mayor interferencia ni requieran mayor protección contra la interferencia que las transmisiones del servicio de radiodifusión por satélite que funcionen de conformidad con el plan de la Región 2. Con respecto a los servicios de Radiocomunicación espacial, esta banda será utilizada principalmente por el servicio de radiodifusión por satélite.
- P80 El servicio de radionavegación aeronáutica en la banda 13,25 - 13,4 GHz, se limitara a las ayudas a la navegación que utilizan el efecto Doppler.
- P81 En la banda 13,75 - 14 GHz la p.i.r.e. de toda emisión procedente de una estación terrena del servicio fijo por satélite será al menos de 61 dBW y no debe rebasar el valor de 85 dBW, para un diámetro de antena mínimo de 4.5 metros. Además, el promedio de un segundo de la p.i.r.e. radiada por una estación de los servicios de radiolocalización o radionavegación hacia la órbita de los satélites geoestacionarios no deberá rebasar el valor de 59 dBW.
- P82 Se prohíben las transmisiones de estaciones de aeronave en la banda de 15,45 - 15,65 GHz.
- P83 La utilización de la banda 17,3 - 18,1 GHz por el servicio fijo por satélite (Tierra-espacio) está limitada a los enlaces de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite.
- P84 En la banda 24,75 - 25,25 GHz, los enlaces de conexión en estaciones de servicio de radiodifusión por satélite tendrán prioridad sobre otras utilidades del servicio fijo por satélite (Tierra-espacio). Estas últimas utilidades deben proteger a las redes de enlace de conexión de las estaciones de radiodifusión por satélite existente y futuras, y no reclamarán protección contra ellas.
- P85 Las bandas comprendidas entre 27,5 – 28,35 GHz; 29,10 – 29,25 GHz; 31,00 – 31,30 GHz y 40,5 - 42,5 GHz están destinadas para los servicios públicos de telecomunicaciones.** El otorgamiento de concesiones y/o del espectro en las bandas antes mencionadas, será por concurso público de ofertas.

P85A: **Las bandas comprendidas entre 2300-2483,5 MHz, 25,25-27,5 GHz y 42,5-43,5 GHz están atribuidas a título primario al servicio fijo para servicios públicos de telecomunicaciones.** La asignación de espectro y/o el otorgamiento de concesión de estas bandas en esta categoría serán por concurso público de ofertas para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Este mecanismo no se aplicará a los casos en los cuales el Ministerio al aprobar las metas de uso de espectro haya establecido el espectro adicional a ser asignado, siempre y cuando haya sido solicitado antes de la vigencia de la R. M. N° 397-2000-MTC/15.03 y se cumplan las exigencias establecidas en el Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

P86 La banda 27,5 - 30 GHz puede ser utilizada por el servicio fijo por satélite (Tierra-espacio) para el establecimiento de enlaces de conexión del servicio de radiodifusión por satélite.

P87 La banda 74 - 400 GHz será atribuida de conformidad con el cuadro de atribución de bandas del reglamento de radiocomunicaciones de la UIT para la Región 2.

\_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_

**ANEXO C**  
**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 076-98-MTC/15.19**

## Aprueban Directiva sobre normas técnicas y condiciones para la utilización de tecnología de espectro ensanchado

RESOLUCION DIRECTORAL  
N° 076-98-MTC/15.19

Lima, 7 de julio de 1998

CONSIDERANDO:

Que el Decreto Ley N° 25862 - Ley Orgánica del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, establece que corresponde a la Dirección General de Telecomunicaciones normar y controlar el desarrollo y uso de los medios físicos y/o electromagnéticos para las comunicaciones; y que asimismo le corresponde emitir la normatividad subsectorial correspondiente;

Que el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, contempla las bandas de frecuencias atribuidas a título secundario al Servicio Fijo que utilice tecnología de espectro ensanchado;

Que la Dirección General de Telecomunicaciones ha elaborado las normas técnicas y condiciones para la utilización de la tecnología de espectro ensanchado, a efectos de prevenir que se cause interferencias perjudiciales a los distintos servicios de telecomunicaciones que operan en las mismas bandas;

Que en consecuencia es necesario dictar el acto administrativo que aprueba las normas propuestas;

De conformidad con el Decreto Ley N° 25862;

SE RESUELVE:

**Artículo Único.**- Aprobar la Directiva N° 003-98-MTC/15.19 que contiene las normas técnicas y condiciones para la utilización de la tecnología de espectro ensanchado, la misma que forma parte integrante de la presente resolución.

Regístrate, comuníquese y publíquese.

MIGUEL OSAKI SUEMITSU  
Director General de Telecomunicaciones  
Dirección General de Telecomunicaciones

DIRECTIVA N° 003-98-MTC/15.19

### NORMAS TECNICAS Y CONDICIONES PARA LA UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA DE ESPECTRO ENSANCHADO

#### Artículo 1°.- DEFINICIONES

##### 1. Sistemas Espectro Ensanchado

Un sistema de Espectro Ensanchado se define como aquel en el que la energía media de la señal transmitida se reparte sobre un ancho de banda mucho mayor del ancho de banda de la información, empleando un código independiente al de los datos. Sólo se podrá operar sistemas de secuencia directa, que es una técnica de estructuración de la señal que utiliza una secuencia pseudoaleatoria digital o código, con una velocidad de transmisión, muy superior a la velocidad de la señal de información. Cada bit de información de la señal digital se transmite como una secuencia pseudoaleatoria de datos codificados, que produce un espectro semejante al ruido.

##### 2. Sistema Punto a Punto.

Sistema de comunicación que desde un punto específico, emite intencionalmente y en forma direccional su señal para ser recibida solamente por un receptor determinado.

##### 3. Sistema Punto a Multipunto.

Sistema de comunicación que desde un punto específico, emite intencionalmente y en forma multidireccional o sectorizada su señal con el fin de ser recibida en más de un receptor, en forma simultánea.

#### Artículo 2°.- UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA DE ESPECTRO ENSANCHADO

El uso de la tecnología de espectro ensanchado podrá ser autorizado para su empleo en el Servicio Fijo privado, cuando lo solicite el interesado y siempre que cumpla con las normas técnicas y condiciones establecidas en la presente Directiva.

#### Artículo 3°.- BANDAS DE FRECUENCIAS

Se autorizará la utilización de sistemas de espectro ensanchado, que operen únicamente en las siguientes bandas de frecuencia, indicadas en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias:

2400 - 2483.50 MHz.  
5725 - 5850.00 MHz.

#### Artículo 4°.- CARACTERISTICAS TECNICAS PARA LA UTILIZACION DE LA TECNOLOGIA DE ESPECTRO ENSANCHADO.

Los servicios que utilizan el espectro ensanchado deben cumplir con las siguientes características:

1. En el servicio fijo, punto a punto, la potencia pico máxima de salida de un transmisor no debe exceder los 1000 milivatios (1.0 watio). Las antenas deben ser direccionales con un ancho de lóbulo no mayor de 60°.

2. La potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.) máxima autorizada será de 36 dBm (6 dBW).

3. La potencia pico del transmisor debe ser reducida en función de la ganancia de la antena según la relación siguiente:

a. Sistemas operando en la banda de 2400-2483.50 MHz que son usados exclusivamente para operaciones fijas, punto a punto, pueden emplear antenas transmisoras de ganancia mayor a 6 dBi siempre y cuando la potencia de salida pico máximo del transmisor esté reducida por 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional exceda a los 6 dBi. En ningún caso deberá superarse los 36 dBm.

b. Sistemas operando en la banda de 5725-5850 MHz que son usados exclusivamente para operaciones fijas, punto a punto, podrán emplear antenas transmisoras con una ganancia direccional mayor que 6 dBi sin ninguna reducción correspondiente de la potencia pico de salida del transmisor.

c. La operación fija, punto a punto, como es usado en los párrafos anteriores (a.) y (b.) de esta sección, excluyen el uso de sistemas punto multipunto, aplicaciones omnidireccionales, y radiadores intencionales múltiples colocados transmitiendo la misma información. La empresa autorizada es responsable que el sistema instalado cumpla con las características arriba descritas en las aplicaciones punto a punto.

4. La intensidad de campo de emisiones procedentes de sistema de espectro ensanchado tendrá los siguientes límites (especificados para una distancia de 3 metros):

Frecuencia fundamental	Intensidad de campo de la fundamental (mV/metro)	Intensidad de campo de las armónicas (microvolios/metro)
2400 - 2483.50 MHz	50	500
5725 - 5850.00 MHz	50	500

5. Emisiones radiadas fuera de los límites de frecuencia especificados, excepto para las armónicas, deben tener una atenuación de por lo menos 50 dB por debajo del nivel de la fundamental.

6. La intensidad de campo pico de cualquier emisión no debe exceder los límites promedio máximos permitidos, especificados en el numeral 4, en más de 20 dB para cualquier modalidad.

7. El ancho de banda a 6 dB, debe ser por lo menos 500 KHz.

8. Para cualquier ancho de banda de 100 KHz fuera de estas bandas de frecuencias, la potencia de radiofrecuencia que se obtiene por los productos de modulación de la secuencia de ensanchamiento, la secuencia de información y la frecuencia portadora, deberá estar, o bien por lo menos 20 dB

9. Por debajo para cualquier ancho de banda de 100 KHz, dentro de la banda de trabajo que contenga el nivel más alto de la potencia deseada, o no exceder los 500 µV/m de Intensidad de campo medido a una distancia de 3m.

10. La densidad de potencia pico no debe ser mayor que 8 dBm en cualquier ancho de banda de 3 KHz durante cualquier intervalo de 1 segundo.

11. La ganancia de proceso para el sistema debe ser al menos de 10 dB.

#### Artículo 5°.- MODALIDADES DEL SERVICIO

El Servicio Fijo Privado que utilice la tecnología de espectro ensanchado, tiene las siguientes modalidades:

1. Servicio Fijo punto a punto.

2. Servicio Fijo punto a multipunto, para áreas rurales.

3. Los servicios de recinto limitado para utilización exclusiva dentro de edificaciones y áreas dentro de una misma propiedad, sin cruzar vías públicas, en aplicaciones de redes de área local (LAN).

#### Artículo 6°.- CONDICIONES DE AUTORIZACION Y DE OPERACION

La utilización de la tecnología de espectro ensanchado está condicionada a la autorización previa y expresa del Organismo competente para su uso y a no causar interferencia a otros sistemas convencionales autorizados o por autorizar.

Se autorizará la operación de los sistemas de espectro ensanchado a TÍTULO SECUNDARIO, conforme lo establece el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, por lo tanto estos sistemas:

a. No deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario o de un servicio permitido a las que le hayan asignado frecuencias con anterioridad.

b. No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario o de un servicio permitido a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro.

c. Serán autorizados de acuerdo a un REGISTRO GEOGRÁFICO SECTORIZADO de área por cada ciudad, y prevalecerá en caso de interferencias entre usuarios de los servicios que usan la tecnología de espectro ensanchado el orden de autorización, es decir, tendrán prioridad las primeras autorizaciones sobre las posteriores en orden estricto referidos a la fecha de autorización.

d. El usuario de la tecnología de espectro ensanchado debe aceptar la supervisión técnica, con el fin de verificar si producen o no interferencia; su operación sólo podrá reanudarse, hasta tanto quede plenamente demostrado que no generan interferencia.

e. Es prohibido el uso de amplificadores transmisores o cualquier otro dispositivo que modifique las características técnicas señaladas en el Artículo 5° de la presente Directiva de los sistemas que usan la tecnología de espectro ensanchado.

**Artículo 7°.- HOMOLOGACION**

Para la autorización, internamiento, comercialización y operación los equipos que utilicen la tecnología de espectro ensanchado deberán contar con la homologación respectiva. El Certificado de Homologación indicará que el equipo que use esta tecnología en el servicio fijo privado será a título secundario.

**Artículo 8°.- PRESENTACION DE HOJA DE INFORMACION TECNICA**

Con la solicitud de autorización para el Servicio Fijo Privado que utilizará tecnología de espectro ensanchado y los requisitos establecidos para la autorización de Teleservicio Privado, se presentará la Hoja de Información Técnica de las estaciones radioeléctricas avalado por ingeniero de la especialidad, según formato que obra en el Anexo de la presente Directiva, que será proporcionado por el órgano competente.

**DISPOSICION TRANSITORIA**

**Única.-** Las personas naturales y/o empresas que a la fecha se encuentren operando equipos y/o aparatos que usen la tecnología de espectro ensanchado, deberán solicitar la autorización del servicio y la homologación correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la presente Directiva, dentro de un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados a partir de su publicación.

HOJA DE INFORMACION TECNICA	
EMPRESA SOLICITANTE	_____
DIRECCION	_____

TIPO DE SISTEMA	
<input type="checkbox"/> RECINTO LIMITADO (LAN)	<input type="checkbox"/> PUNTO A PUNTO <input type="checkbox"/> MULTIPUNTO
N° de Terminales:	N° de Estaciones:

CARACTERISTICAS RADIOELECTRICAS DEL SISTEMA	
<b>a) DEL TRANSCCEPTOR</b>	
MARCA	MODELO
BANDA DE OPERACION (MHz) <input type="checkbox"/> 2400-2483.5 <input type="checkbox"/> 5725-5850	
ANCHO DE BANDA DE TRABAJO (MHz)	
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION CODIGO(S)	
<b>b) SISTEMA IRRADIANTE :</b>	
MARCA	MODELO
POTENCIA RADIADA APARENTE (dBw)	(máximo 6 dBw)
CERTIFICADO DE HOMOLOGACION CODIGO(S)	

UBICACION DE LAS ESTACIONES			
DIRECCION	Distrito y Provincia	Gan Antena (ref. 6 dB)	Coordenadas Geográficas LONGITUD-LATITUD
1			
2			
3			
4			

NOMBRE DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

L E N° \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

**Renuevan a empresa permiso de operación de servicio de transporte aéreo no regular nacional de pasajeros, carga y correo**

**RESOLUCION DIRECTORAL N° 0082-98-MTC/15.16**

Lima, 2 de julio de 1998

Visto el Expediente N° 570007 mediante el cual la Compañía SERVICIOS AEREOS AQP S.A. solicita Renovación del Permiso de Operación de Servicio de Transporte Aéreo No Regular Nacional de Pasajeros, Carga y Correo, que le fuera otorgado mediante Resolución Ministerial N° 113-93-TCC/15.12 del 12.3.93, modificado con Resolución Ministerial N° 541-97-MTC/15.16 del 31.10.97.

**CONSIDERANDO:**

Que, según los términos del Memorándum N° 0209-98-MTC/15.16.02, Memorándum N° 0170-98-MTC/15.16.06, Memorándum N° 235-98-MTC/15.16.05.2, y el Certificado de Matriculación, emitidos por la Dirección de Asesoría Legal, Dirección de Seguridad de Vuelo y Personal Aeronáutico, Subdirección de Material Aeronáutico y el Registrador Público de la Oficina Registral de Lima y Callao, respectivamente, se considera pertinente atender lo solicitado al haber cumplido la recurrente con los requisitos establecidos en la Ley N° 24882 - Ley de Aeronáutica Civil, modificada por el Decreto Legislativo N° 670, su Reglamento y demás disposiciones legales vigentes;

Que, en aplicación de la Cuarta Disposición Complementaria Transitoria y Final de la Ley N° 26917, la Compañía SERVICIOS AEREOS AQP S.A. ha solicitado se adecue su pedido a la indicada Ley, a efectos que esta Dirección General resuelva lo solicitado mediante la expedición de la Resolución Directoral respectiva;

Que, la administración en aplicación del principio de presunción de veracidad acepta las declaraciones juradas y la presentación de documentos por parte del interesado, tomándolos por ciertos, verificando posteriormente la validez de los mismos, conforme dispone la Ley N° 25035 y el Decreto Legislativo N° 757;

Que, la recurrente en su solicitud pide operar en aeropuertos y/o aeródromos privados respecto de los cuales debe celebrar convenios o acuerdos privados con los propietarios de los mismos a fin de poder utilizar sus instalaciones;

Que, en aplicación de los principios de celeridad y simplificación administrativa, la Autoridad Aeronáutica considera pertinente precisar que las instalaciones de los aeropuertos y/o aeródromos privados podrán ser utilizados previa autorización de sus respectivos propietarios;

De conformidad con la Ley N° 24882, el Decreto Legislativo N° 670, los Decretos Supremos N°s. 054-88-TC, 019-90-TC y 009-96-MTC, la Ley N° 26917 y el Decreto Ley N° 25862, el Decreto Legislativo N° 757 y la Ley N° 25035 y su reglamento;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Otorgar a la Compañía SERVICIOS AEREOS AQP S.A., la Renovación del Permiso de Operación de Servicio de Transporte Aéreo No Regular Nacional de Pasajeros, Carga y Correo, que le fuera otorgado mediante Resolución Ministerial N° 113-93-TTC/15.12 del 12.3.93, modificado con Resolución Ministerial N° 541-97-MTC/15.16 del 31.10.97, por el plazo de cinco (5) años, contado a partir del 13 de marzo de 1998.

**Artículo 2°.-** El Permiso de Operación otorgado se sujetará a las siguientes características:

**NATURALEZA DEL SERVICIO:**

- Servicio de Transporte Aéreo No Regular de Pasajeros, Carga y Correo.

**AMBITO DEL SERVICIO:**

- Nacional.

**MATERIAL AERONAUTICO:**

- Una (1) Aeronave Piper Cheyenne III. Matricula OB1649

**ZONAS DE OPERACION: REGION, DEPARTAMENTOS, AEROPUERTOS Y/O AERODROMOS AUTORIZADOS:**

- Región Grau: Tumbes y Piura

- Piura, Talara, Tumbes, Huancabamba.

**ANEXO D**  
**NORMA IEEE 802.11b**

*Recognized as an  
American National Standard (ANSI)*

**IEEE Std 802.11b-1999/Cor 1-2001**

*(Corrigendum to  
IEEE Std 802.11b-1999)*

**IEEE Standard for  
Information technology**

**Telecommunications and information  
exchange between systems**

**Local and metropolitan area networks**

**Specific requirements**

**Part 11: Wireless LAN Medium Access Control  
(MAC) and Physical Layer (PHY) specifications**

**Amendment 2: Higher-speed Physical Layer (PHY)  
extension in the 2.4 GHz band**

**Corrigendum 1**

*Sponsor*

**LAN/MAN Standards Committee  
of the  
IEEE Computer Society**

*Approved 10 October 2001*

**IEEE-SA Standards Board**

*Approved 30 January 2002*

**American National Standards Institute**

**Abstract:** *Changes and additions are provided for IEEE Std 802.11b-1999 to support the higher rate Physical Layer for operation in the 2.4 GHz band.*

**Keywords:** *LAN, Local Area Network, Wireless, Radio Frequency*

*The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA*

*Copyright © 2001 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
All rights reserved. Published 7 November 2001. Printed in the United States of America.*

*Print: ISBN 0-7381-3001-X SH94952  
PDF: ISBN 0-7381-3002-8 SS94952*

*No part of this publication may be reproduced in any form, in an electronic retrieval system or otherwise, without the prior written permission of the publisher.*

**IEEE Standards** documents are developed within the IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. The IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of the Institute and serve without compensation. While the IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, the IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards.

Use of an IEEE Standard is wholly voluntary. The IEEE disclaims liability for any personal injury, property or other damage, of any nature whatsoever, whether special, indirect, consequential, or compensatory, directly or indirectly resulting from the publication, use of, or reliance upon this, or any other IEEE Standard document.

The IEEE does not warrant or represent the accuracy or content of the material contained herein, and expressly disclaims any express or implied warranty, including any implied warranty of merchantability or fitness for a specific purpose, or that the use of the material contained herein is free from patent infringement. IEEE Standards documents are supplied "AS IS."

The existence of an IEEE Standard does not imply that there are no other ways to produce, test, measure, purchase, market, or provide other goods and services related to the scope of the IEEE Standard. Furthermore, the viewpoint expressed at the time a standard is approved and issued is subject to change brought about through developments in the state of the art and comments received from users of the standard. Every IEEE Standard is subjected to review at least every five years for revision or reaffirmation. When a document is more than five years old and has not been reaffirmed, it is reasonable to conclude that its contents, although still of some value, do not wholly reflect the present state of the art. Users are cautioned to check to determine that they have the latest edition of any IEEE Standard.

In publishing and making this document available, the IEEE is not suggesting or rendering professional or other services for, or on behalf of, any person or entity. Nor is the IEEE undertaking to perform any duty owed by any other person or entity to another. Any person utilizing this, and any other IEEE Standards document, should rely upon the advice of a competent professional in determining the exercise of reasonable care in any given circumstances.

Interpretations: Occasionally questions may arise regarding the meaning of portions of standards as they relate to specific applications. When the need for interpretations is brought to the attention of IEEE, the Institute will initiate action to prepare appropriate responses. Since IEEE Standards represent a consensus of concerned interests, it is important to ensure that any interpretation has also received the concurrence of a balance of interests. For this reason, IEEE and the members of its societies and Standards Coordinating Committees are not able to provide an instant response to interpretation requests except in those cases where the matter has previously received formal consideration.

Comments for revision of IEEE Standards are welcome from any interested party, regardless of membership affiliation with IEEE. Suggestions for changes in documents should be in the form of a proposed change of text, together with appropriate supporting comments. Comments on standards and requests for interpretations should be addressed to:

Secretary, IEEE-SA Standards Board  
445 Hoes Lane  
P.O. Box 1331  
Piscataway, NJ 08855-1331  
USA

Note: Attention is called to the possibility that implementation of this standard may require use of subject matter covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. The IEEE shall not be responsible for identifying patents for which a license may be required by an IEEE standard or for conducting inquiries into the legal validity or scope of those patents that are brought to its attention.

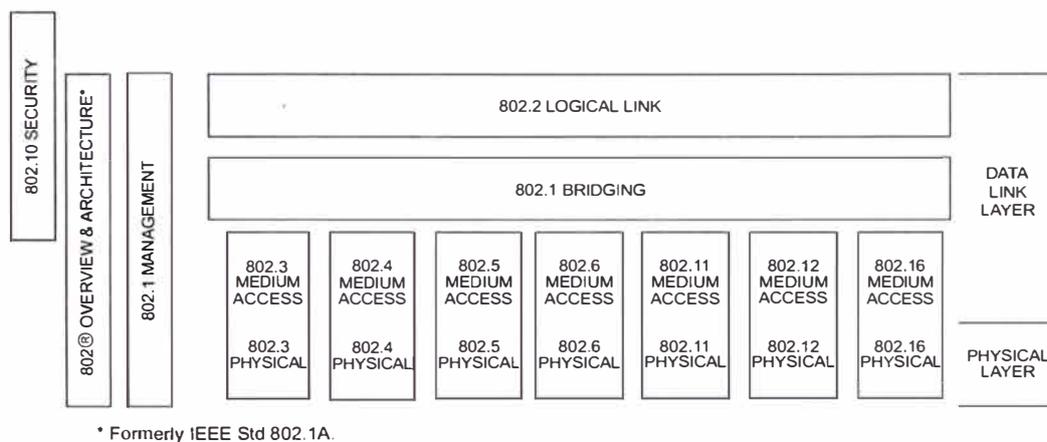
The IEEE and its designees are the sole entities that may authorize the use of IEEE-owned certification marks and/or trademarks to indicate compliance with the materials set forth herein.

Authorization to photocopy portions of any individual standard for internal or personal use is granted by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., provided that the appropriate fee is paid to Copyright Clearance Center. To arrange for payment of licensing fee, please contact Copyright Clearance Center, Customer Service, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA; +1 978 750 8400. Permission to photocopy portions of any individual standard for educational classroom use can also be obtained through the Copyright Clearance Center.

## Introduction

This introduction is not part of IEEE Std 802.11b-1999/Cor 1-2001, IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications—Amendment 2: Higher-speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band—Corrigendum 1.

This standard is a part of a family of standards for local and metropolitan area networks. The relationship between the standard and other members of the family is shown below. (The numbers in the figures refer to IEEE standard numbers.)



This family of standards deals with the Physical and Data Link Layers as defined by the International Organization for Standardization (ISO) Open Systems Interconnection Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1:1994). The access standards define several types of medium access technologies and associated physical media, each appropriate for particular applications or system objectives. Other types are under investigation.

The standards defining the technologies noted above are as follows:

- IEEE Std 802<sup>1</sup>: *Overview and Architecture*. This standard provides an overview to the family of IEEE 802<sup>®</sup> Standards. This document forms part of the IEEE 802.1 scope of work.
- ANSI/IEEE Std 802.1B and 802.1K [ISO/IEC 15802-2]: *LAN/MAN Management*. Defines an Open Systems Interconnection (OSI) management-compatible architecture, and services and protocol elements for use in a LAN/MAN environment for performing remote management.
- ANSI/IEEE Std 802.1D: *Medium Access Control (MAC) Bridges*. Specifies an architecture and protocol for the [ISO/IEC 15802-3]:interconnection of IEEE 802 LANs below the MAC service boundary.
- ANSI/IEEE Std 802.1E [ISO/IEC 15802-4]: *System Load Protocol*. Specifies a set of services and protocol for those aspects of management concerned with the loading of systems on IEEE 802 LANs.

<sup>1</sup>The IEEE 802 Architecture and Overview Specification, originally known as IEEE Std 802.1A, has been renumbered as IEEE Std 802. This has been done to accommodate recognition of the base standard in a family of standards. References to IEEE Std 802.1A should be considered as references to IEEE Std 802.

- ANSI/IEEE Std 802.1F *Common Definitions and Procedures for IEEE 802 Management Information.*
- ANSI/IEEE Std 802.1G [ISO/IEC 15802-5]: *Remote Media Access Control (MAC) Bridging.* Specifies extensions for the interconnection, using non-LAN systems communication technologies, of geographically separated IEEE 802 LANs below the level of the logical link control protocol.
- ANSI/IEEE Std 802.1H [ISO/IEC TR 11802-5] *Recommended Practice for Media Access Control (MAC) Bridging of Ethernet V2.0 in IEEE 802 Local Area Networks.*
- ANSI/IEEE Std 802.1Q *Virtual Bridged Local Area Networks.* Defines an architecture for Virtual Bridged LANs, the services provided in Virtual Bridged LANs, and the protocols and algorithms involved in the provision of those services.
- ANSI/IEEE Std 802.2 [ISO/IEC 8802-2]: *Logical Link Control.*
- ANSI/IEEE Std 802.3 [ISO/IEC 8802-3]: *CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications.*
- ANSI/IEEE Std 802.4 [ISO/IEC 8802-4]: *Token Bus Access Method and Physical Layer Specifications.*
- ANSI/IEEE Std 802.5 [ISO/IEC 8802-5]: *Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications.*
- ANSI/IEEE Std 802.6 [ISO/IEC 8802-6]: *Distributed Queue Dual Bus Access Method and Physical Layer Specifications.*
- ANSI/IEEE Std 802.10: *Interoperable LAN/MAN Security.* Currently approved: Secure Data Exchange (SDE).
- ANSI/IEEE Std 802.11: *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) Sublayer and [ISO/IEC 8802-11]Physical Layer Specifications.*
- ANSI/IEEE Std 802.12: [ISO/IEC 8802-12] *Demand Priority Access Method, Physical Layer and Repeater Specification.*
- IEEE Std 802.15: *Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for: Wireless Personal Area Networks.*
- IEEE Std 802.16: *Standard Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems.*
- IEEE Std 802.17: *Resilient Packet Ring Access Method and Physical Layer Specifications.*

In addition to the family of standards, the following is a recommended practice for a common Physical Layer technology:

- IEEE Std 802.7: *IEEE Recommended Practice for Broadband Local Area Networks.*

The reader of this standard is urged to become familiar with the complete family of standards.

## Conformance test methodology

An additional standards series, identified by the number 1802, has been established to identify the conformance test methodology documents for the IEEE 802 family of standards. Thus the conformance test documents for IEEE 802.3 are numbered 1802.3, the conformance test documents for IEEE 802.5 will be 1802.5, and so on. Similarly, ISO will use 18802 to number conformance test standards for 8802 standards.

## Participants

At the time this standard was sent to sponsor ballot, the IEEE 802.11 Working Group had the following voting members:

Stuart J. Kerry, *Chair*  
Al Petrick, *Vice Chair*  
Harry Worstell, *Co-Vice Chair*  
Tim Godfrey, *Secretary*

Vic Hayes, *Parliamentarian*  
Carl F. Andren, *new Chair Task Group b-corrigendum 1*  
Victoria M. Poncini, *original Chair Task Group b-corrigendum 1*  
Bob O'Hara, *Parliamentarian and Chair Task Group d*  
John Fakatselis, *Chair Task Group e*  
David Bagby, *Chair Task Group f*

Jeff Abramowitz  
Reza Ahy  
Matthew Alspaugh  
Keith B. Amundsen  
Carl F. Andren  
James R. Baker  
Kevin M. Barry  
Phil Belanger  
Simon Black  
Jan Boer  
Ronald Brockmann  
Naftali Chayat  
W.C. Chen  
Ken Clements  
Peter Ecclesine  
Richard Eckard  
Darwin Engwer  
Greg Ennis  
Michael Fischer  
George Fishel  
John Fisher  
Amar Ghorl  
Ian Gifford  
Steven D. Gray  
Kei Hara  
Allen Heberling  
Chris Heegard

Robert Heile  
Juha Heiskala  
Maarten Hoebe  
Robert Y. Huang  
Masataka Iizuka  
Masayuki Ikeda  
Donald C. Johnson  
Tal Kaitz  
Kevin Karcz  
Mika Kasslin  
Dean M. Kawaguchi  
Jamshid Khun-Jush  
Patrick Kinney  
Duncan Kitchin  
Steven Knudsen  
John M. Kowalski  
Bruce P. Kraemer  
Denis Kuwahara  
David S. Landeta  
Changoo Lee  
James S. Li  
Stanley Ling  
André Martin  
Michael D. McInnis  
Reiner Mim  
Akira Miura  
Masahiro Morikura  
Peter Murray

Ravi P. Nalamati  
Richard van Nee  
Erwin R. Noble  
Tomoki Ohsawa  
Kazuhiro Okanoue  
Richard H. Paine  
Gregory Parks  
Ivan Reede  
Stanley A. Reible  
Carlos A. Rios  
Kent G. Rollins  
Anil K. Sanwalka  
Matthew B. Shoemake  
Thomas Siep  
David Skellern  
Donald I. Sloan  
Gary Spiess  
Hitoshi Takanashi  
Steve M. Thatcher  
Satoru Toguchi  
Cherry Tom  
Chih C. Tsien  
Tom Tsoulogiannis  
Robert M. Ward Jr.  
Alan Winkowski  
Chris Zegelin  
Jim Zyren

The following members of the balloting committee voted on this standard. Balloters may have voted for approval, disapproval, or abstention.

Matthew D. Alspaugh  
Lek Ariyavisitakul  
William E. Ayen  
Kevin Barry  
Jan Boer  
Wesley Brodsky  
James T. Carlo  
Keith Chow  
William C. Crosswy  
Thomas J. Dineen  
Christos Douligeris  
Peter Ecclesine  
Richard Eckard  
Philip H. Enslow  
John W. Fendrich  
Kurt B. Fischer  
Michael A. Fischer  
Gautam Garai  
Tim Godfrey

Simon Harrison  
Ulrich Hartmann  
Vic Hayes  
Allen Heberling  
Raj Jain  
A. Kamerman  
Stuart J. Kerry  
Randolph S. Little  
James S. Marin  
Peter Martini  
Richard McBride  
Warren Monroe  
Masahiro Morikura  
Robert Mortonson  
Wayne D. Moyers  
Erwin Noble  
Ellis S. Nolley  
Roger Pandanda  
Kenneth L. Peirce

Ronald C. Petersen  
Al Petrick  
Brian D. Petry  
Vikram Punj  
Andris Putnins  
Stanley A. Reible  
Gary S. Robinson  
James W. Romlein  
Floyd E. Ross  
Jaideep Roy  
Anil K. Sanwalka  
Matthew B. Shoemake  
Mark-Rene Uchida  
Scott A. Valcourt  
Emmanuel Van Lil  
Paul A. Willis  
Stefan M. Wurster  
Wei Zhang  
Jonathan M. Zweig

When the IEEE-SA Standards Board approved this standard on 10 October 2001, it had the following membership:

**Donald N. Heirman, *Chair***

**James T. Carlo, *Vice Chair***

**Judith Gorman, *Secretary***

Satish K. Aggarwal  
Mark D. Bowman  
Gary R. Engmann  
Harold E. Epstein  
H. Landis Floyd  
Jay Forster\*  
Howard M. Frazier  
Ruben D. Garzon

James H. Gurney  
Richard J. Holleman  
Lowell G. Johnson  
Robert J. Kennelly  
Joseph L. Koepfinger\*  
Peter H. Lips  
L. Bruce McClung  
Daleep C. Mohla

James W. Moore  
Robert F. Munzner  
Ronald C. Petersen  
Gerald H. Peterson  
John B. Posey  
Gary S. Robinson  
Akio Tojo  
Donald W. Zipse

\*Member Emeritus

Also included is the following nonvoting IEEE-SA Standards Board liaison:

Alan Cookson, *NIST Representative*

Donald R. Volzka, *TAB Representative*

Savoula Amanatidis  
*IEEE Standards Managing Editor*

The marks “**IEEE**” and “**802**” are registered trademarks belonging to the IEEE. When using these marks to refer to The Institute of Electrical and Electronics Engineers, **802** standards or other standards, the marks should be in bold typeface and, at least once in text, use the registered trademark symbol “®”.

# Contents

- 18. High Rate, direct sequence spread spectrum PHY specification..... 1
  - 1. Annex A (normative) Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma ..... 4
  - 2. Annex D (normative) ASN.1 encoding of the MAC and PHY MIB..... 8

**IEEE Standard for  
Information technology—**

**Telecommunications and information  
exchange between systems—**

**Local and metropolitan area networks—**

**Specific requirements**

**Part 11: Wireless LAN Medium Access Control  
(MAC) and Physical Layer (PHY) specifications**

**Amendment 2: Higher-speed Physical Layer (PHY)  
extension in the 2.4 GHz band**

**Corrigendum 1**

This corrigendum is based on the current edition of IEEE Std 802.11b-1999.

NOTE—The editing instructions contained in this corrigendum define how to merge the material contained herein into the existing base standard to form the new comprehensive standard as created by the addition of IEEE Std 802.11b-1999.

The editing instructions are shown in *bold italic*. Three editing instructions are used: change, delete, and insert. *Change* is used to make small corrections in existing text or tables. The editing instruction specifies the location of the change and describes what is being changed either by using ~~strikethrough~~ (to remove old material) or underline (to add new material). *Delete* removes existing material. *Insert* adds new material without disturbing the existing material. Insertions may require renumbering. If so, renumbering instructions are given in the editing instruction. Editorial notes will not be carried over into future editions.

**18. High Rate, direct sequence spread spectrum PHY specification**

**18.4.6 PMD operating specifications, general**

*Add the following sentences and table at the end of 18.4.6, as done in 802.11a:*

Wireless LANS implemented in accordance with this standard are subject to equipment certification and operation requirements established by regional and national regulatory administrations. The PMD specification establishes minimum technical requirements for interoperability, based upon established regulations at the time this standard was issued. These regulations are subject to revision, or may be superceded. Requirements that are subject to local geographic regulations are annotated within the PMD specification. Regulatory requirements that do not affect interoperability are not addressed in this standard. Implementers are referred to the following regulatory sources for further information. Operation in countries within defined regulatory domains may be subject to additional regulations.

The documents listed in 14.6.2 and below specify the current regulatory requirements for various geographic areas at the time the standard was developed. They are provided for geographic information only and are subject to change or revision at any time.

**Table 104a—Additional regulatory requirement list**

Geographic area	Approval standards	Documents	Approval authority
Japan	Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication (MPHPT)	MPHPT Ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20	MPHPT

#### 18.4.6.1 Operating frequency range

*Replace the text in 18.4.6.1 with the following:*

The High Rate PHY shall operate in the 2.4–2.4835 GHz frequency range, as allocated by regulatory bodies in the USA, Europe, and Japan, or in the 2.471–2.497 GHz frequency range, as allocated by regulatory authority in Japan.

#### 18.4.6.2 Number of operating channels

*Replace the text in 18.4.6.2 with the following:*

The channel center frequencies and CHNL\_ID numbers shall be as shown in Table 105. The FCC (US), IC (Canada), MPHPT (Japan), and ETSI (Europe) specify operation from 2.4 GHz–2.4835 GHz. For Japan, operation is additionally specified as 2.471 GHz–2.497 GHz. France allows operation from 2.4465 GHz–2.4835 GHz, and Spain allows operation from 2.445 GHz–2.475 GHz. For each supported regulatory domain, all channels in Table 105 marked with “X” shall be supported.

*Replace Table 105 with the following:*

**Table 105—High Rate PHY frequency channel plan**

CHNL_ID	Frequency (MHz)	Regulatory domains						
		X'10' FCC	X'20' IC	X'30' ETSI	X'31' Spain	X'32 France	X'40' Japan	X'41' Japan
1	2412	X	X	X	—	—	—	X
2	2417	X	X	X	—	—	—	X
3	2422	X	X	X	—	—	—	X
4	2427	X	X	X	—	—	—	X
5	2432	X	X	X	—	—	—	X
6	2437	X	X	X	—	—	—	X
7	2442	X	X	X	—	—	—	X
8	2447	X	X	X	—	—	—	X
9	2452	X	X	X	—	—	—	X
10	2457	X	X	X	X	X	—	X
11	2462	X	X	X	X	X	—	X
12	2467	—	—	X	—	X	—	X
13	2472	—	—	X	—	X	—	X
14	2484	—	—	—	—	—	X	—

#### 18.4.6.8 Transmit and receive in-band and out-of-band spurious emissions

*Replace the text in 18.4.6.8 with the following:*

The High Rate PHY conforms with in-band and out-of-band spurious emissions as set by regulatory bodies. For the USA, refer to FCC 15.247, 15.205, 15.209. For Europe, refer to ETS ETS 300–328. For Japan, refer to MPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 7.

**18.4.7.1 Transmit power levels***Change Table 115 as follows:***Table 115—Transmit power levels**

Maximum output power	Geographic location	Compliance document
1000 mW	USA	FCC 15.247
100 mW (EIRP)	Europe	ETS 300-328
<u>See Table 115a</u>	Japan	MPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

*Insert Table 115a after Table 115:***Table 115a—Transmit Power Levels in Japan**

Maximum output power	Modulation/Frequency range	Compliance document
10 mW/MHz	for FH-SS or DS-SS modulation and operation in 2.471 GHz – 2.497 GHz	MPHPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20
10 mW/MHz	for DS-SS modulation and operation in 2.400GHz –2.4835 GHz	MPHPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20
3 mW/MHz	for FH-SS modulation and operation in 2.400 GHz –2.4835 GHz	MPHPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

**IEEE Standard for  
Information technology—  
Telecommunications and information  
exchange between systems—  
Local and metropolitan area networks—  
Specific requirements**

**Part 11: Wireless LAN Medium Access Control  
(MAC) and Physical Layer (PHY) specifications**

**Amendment 2: Higher-speed Physical Layer (PHY)  
extension in the 2.4 GHz band—  
Corrigendum 1**

**IEEE Computer Society**

Sponsored by the  
LAN/MAN Standards Committee

This amendment is an approved IEEE  
Standard. It will be incorporated into the  
base standard in a future edition.



Published by  
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA

7 November 2001

Print: SH94952  
PDF: SS94952

## Annex A

(normative)

### Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma

#### A.4.9 High Rate, direct sequence PHY functions

Change the table in A.4.9 as follows:

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS1	Long preamble and header procedures	18.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.1	Long DS preamble prepended on TX	18.2.1	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.2	Long PLCP integrity check generation	18.2.3, 18.2.3.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.3	TX rate change capability	18.2.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.4	Supported data rates	18.1, 18.2.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.5	Data scrambler	18.2.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.6	Scrambler initialization	18.2.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS2	Channel Agility option	18.3.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS3	Short preamble and header procedures	18.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS3.1	Short preamble prepended on TX	18.2.2	HRDS3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS3.2	Short header transmission	18.2.3.8, 18.2.3.9, 18.2.3.10, 18.2.3.11, 18.2.3.12, 18.2.3.13, 18.2.3.14	HRDS3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS4	Long Preamble process on RX	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.1	PLCP format	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.2	PLCP integrity check verify	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.3	RX Rate change capability	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.4	Data whitener descrambler	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS5	Short Preamble process on RX	18.2.6		Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS5.1	PLCP format	18.2.6	HRDS <sub>5</sub> 6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.2	PLCP integrity check verify	18.2.6	HRDS <sub>5</sub> 6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.3	RX rate change capability	18.2.6	HRDS <sub>5</sub> 6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.4	Data whitener descrambler	18.2.6	HRDS <sub>5</sub> 6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6	Operating channel capability	—	—	—
*HRDS6.1	North America (FCC)	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7:O. 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.1: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.2	Canada (IC)	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7:O. 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS <sub>6</sub> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS6.2.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.2: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.3	Europe (ETSI)	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.0: 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS6.3.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.12	Channel 12	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.13	Channel 13	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.3: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.4	France	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7:O. 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.1	Channel 10	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.4: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.2	Channel 11	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.4: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.3	Channel 12	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.4: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.4	Channel 13	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.4: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.5	Spain	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7:O. 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.5.1	Channel 10	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.5: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.5.2	Channel 11	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7.5: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.6	Japan (Rcr)	18.4.6.2	HRDS <del>6</del> 7:O. 3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.1</u>	<u>Channel 1</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u> <u>N/A <input type="checkbox"/></u>
<u>HRDS6.6.2</u>	<u>Channel 2</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u> <u>N/A <input type="checkbox"/></u>
<u>HRDS6.6.3</u>	<u>Channel 3</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u> <u>N/A <input type="checkbox"/></u>
<u>HRDS6.6.4</u>	<u>Channel 4</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u> <u>N/A <input type="checkbox"/></u>
<u>HRDS6.6.5</u>	<u>Channel 5</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u> <u>N/A <input type="checkbox"/></u>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
<u>HRDS6.6.6</u>	<u>Channel 6</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.7</u>	<u>Channel 7</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.8</u>	<u>Channel 8</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.9</u>	<u>Channel 9</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.10</u>	<u>Channel 10</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.11</u>	<u>Channel 11</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.12</u>	<u>Channel 12</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.13</u>	<u>Channel 13</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<u>HRDS6.6.14</u>	<u>Channel 14</u>	<u>18.4.6.2</u>	<u>HRDS6.6:M</u>	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS7	Hop sequences		HRDS2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS8	CCK bits to symbol mapping			
HRDS8.1	5.5 Mbit/s	18.4.6.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS8.2	11Mbit/s	18.4.6.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS9	PBCC bits to symbol mappings	18.4.6.6	O	
HRDS9.1	5.5 Mbit/s	18.4.6.6	HRDS9+0:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS9.2	11 Mbit/s	18.4.6.6	HRDS9+0:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS10	CCA functionality	18.4.8.4		
HRDS10.1	CCA Mode 1, energy only (RSSI above threshold)	18.4.8.4	HRDS10+ O.4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.2	CCA Mode 4, carrier sense with timer	18.4.8.4	HRDS10+ O.4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.3	CCA Mode 5, energy detect with High Rate CS	18.4.8.4	HRDS10+ O.4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS10.4	Hold CCA busy for packet duration of a correctly received PLCP, but carrier lost during reception of MPDU.	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.5	Hold CCA busy for packet duration of a correctly received, but out of spec PLCP.	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS11	Transmit antenna selection	18.4.5.8	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS12	Receive antenna diversity	18.4.5.8, 18.4.5.9	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS13	Antenna port(s) availability		O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS13.1	If available (50 $\frac{3}{4}$ impedance)	18.4.6.8	HRDS13+4: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS14	Transmit power level support	18.4.5.9, 18.4.7.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS14.1	If greater than 100 mW capability	18.4.7.2	HRDS14+5: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS15	Radio type (temperature range)	18.4.6.14		
HRDS15.1	Type 1	18.4.6.14	HRDS15+6: O.5	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS15.2	Type 2	18.4.6.14	HRDS15+6: O.5	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS16	Spurious emissions conformance	18.4.6.8	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS17	TX-to-RX turnaround time	18.4.6.9	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS18	RX-to-TX turnaround time	18.4.6.10	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS19	Slot time	18.4.6.11	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS20	ED reporting time	18.4.6.10, 18.4.8.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS21	Minimum transmit power level	18.4.7.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS22	Transmit spectral mask conformance	18.4.7.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS23	Transmitted center frequency tolerance	18.4.7.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS24	Chip clock frequency tolerance	18.4.7.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS25	Transmit power on ramp	18.4.7.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS26	Transmit power down ramp	18.4.6.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS27	RF carrier suppression	18.4.7.7	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS28	Transmit modulation accuracy	18.4.7.8	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS29	Receiver minimum input level sensitivity	18.4.8.1	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS30	Receiver maximum input level	18.4.8.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS31	Receiver adjacent channel rejection	18.4.8.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS32	Management information base	13.1, 18.3.2, Annex C	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS32.1	PHY object class	13.1, 18.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

## Annex D

(normative)

### ASN.1 encoding of the MAC and PHY MIB

In "Major sections" of Annex D, insert the following text to the end of "PHY Attributes" section:

```
-- dot11PhyHRDSSSTable ::= { dot11phy 12 }
```

Insert the following into the 802.11 MIB in Annex D, between the section entitled: "conformance information" and the section entitled: "End of dot11SupportedDataRatesRx TABLE":

```
*****
-- * dot11PhyHRDSSSEntry TABLE
__ *****

dot11PhyHRDSSSTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX SEQUENCE OF Dot11PhyHRDSSSEntry
    MAX-ACCESS not-accessible
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "Entry of attributes for dot11PhyHRDSSSEntry. Implemented as a
        table indexed on ifIndex to allow for multiple instances on
        an Agent."
    ::= { dot11phy 12 }

dot11PhyHRDSSSEntry OBJECT-TYPE
    SYNTAX Dot11PhyHRDSSSEntry
    MAX-ACCESS not-accessible
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "An entry in the dot11PhyHRDSSSEntry Table.
        ifIndex - Each 802.11 interface is represented by an
        ifEntry. Interface tables in this MIB module are indexed
        by ifIndex."
    INDEX { ifIndex }
    ::= { dot11PhyHRDSSSTable 1 }

Dot11PhyHRDSSSEntry ::= SEQUENCE {
    dot11ShortPreambleOptionImplemented TruthValue,
    dot11PBCCOptionImplemented TruthValue,
    dot11ChannelAgilityPresent TruthValue,
    dot11ChannelAgilityEnabled TruthValue,
    dot11HRCCAModeSupported INTEGER }
```

Change the MIB text as shown:

```
dot11ShortPreambleOptionImplemented OBJECT-TYPE
    SYNTAX TruthValue INTEGER {true (1) false(2)}
```

```

MAX-ACCESS read-only
STATUS current
DESCRIPTION
    "This attribute, when true, shall indicate that the short preamble
    option as defined in subclause 18.2.2.2 is implemented. The default
    value of this attribute shall be false."
 ::= { dot11PhyHRDSSSEntry 16 }

```

```

dot11PBCCOptionImplemented OBJECT-TYPE
    SYNTAX TruthValueINTEGER {true(1) false(2)}
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "This attribute, when true, shall indicate that the PBCC modulation
        option as defined in subclause 18.4.6.6 is implemented. The default
        value of this attribute shall be false."
 ::= { dot11PhyHRDSSSEntry 27 }

```

**Delete the text as shown:**

```

dot11PhyOperationEntry:= SEQUENCE {
    dot11PhyOperationGroupTableIndex Integer32,
    dot11PHYType INTEGER,
    dot11CurrentRegDomain Integer32,
    dot11CCATime Integer32,
    dot11MACProcessingDelay Integer32,
    dot11TempType INTEGER,
    dot11PhyOperationGroupRowStatus RowStatus,
dot11ChannelAgilityPresent Boolean,
dot11ChannelAgilityEnabled Boolean}

```

**Change the MIB text as shown:**

```

dot11ChannelAgilityPresent OBJECT-TYPE
    SYNTAX TruthValueBoolean
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "This attribute indicates that the PHY is capable of channel agili-
        ty."
 ::= { dot11PhyHRDSSSEntry 3dot11PhyOperationEntry 8 }

```

```

dot11ChannelAgilityEnabled OBJECT-TYPE
    SYNTAX TruthValueBoolean
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "This attribute indicates that the PHY channel agility functionality
        is enabled."
 ::= { dot11PhyOperationEntry 9dot11PhyHRDSSSEntry 4 }

```

**Insert the following text after dot11PhyHRDSSSEntry 4:**

```

dot11HRCCAModeSupported OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER (1..31)
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "dot11HRCCAModeSupported is a bit-significant value, representing
all of
        the CCA modes supported by the PHY. Valid values are:
            energy detect only (ED ONLY) = 01,
            carrier sense only (CS ONLY) = 02,
            carrier sense and energy detect (ED and CS)= 04
            carrier sense with timer (CS and Timer)= 08
            high rate carrier sense and energy detect (HRCS and ED)= 16
or the logical sum of any of these values. In the high rate extension
PHY, this attribute shall be used in preference to the
dot11CCAModeSupported attribute."
 ::= { dot11PhyHRDSSSEntry 5 }

-- *****
-- * End of dot11PhyHRDSSSEntry TABLE
-- *****

```

**Add a new compliance group to the compliance statements just before the section: "OPTIONAL-GROUPS":**

```

GROUP dot11PhyHRDSSSComplianceGroup
    DESCRIPTION
        "Implementation of this group is required when object
dot11PHYType has the value of hrdsss. This group is
mutually exclusive with the groups dot11PhyDSSSComplianceGroup,
dot11PhyIRComplianceGroup and dot11PhyFHSSComplianceGroup."

```

**Change the MIB text as shown:**

```

dot11CCAModeSupported OBJECT-TYPE
    SYNTAX INTEGER (1..7+6)
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION
        "dot11CCAModeSupported is a bit-significant value, representing all
of
        the CCA modes supported by the PHY. Valid values are:
            energy detect only (ED_ONLY) = 01,
            carrier sense only (CS_ONLY) = 02,
            carrier sense and energy detect (ED_and_CS)= 04
            carrier sense with timer (CS and Timer)= 08
            high rate carrier sense and energy detect (HRCS_and_ED)= 16
or the arithmetic sum of any of these values. This attribute shall

```

not be used to indicate the CCA modes supported by a higher rate extension PHY. Rather, the dot11HRCCAModeSupported attribute shall be used to indicate the CCA modes of the higher rate extension PHY.

```
::= { dot11PhyDSSSEntry 2 }
```

```
dot11CurrentCCAMode OBJECT-TYPE
```

```
SYNTAX INTEGER { edonly(1), csonly(2), edandcs(4), cswithtimer(8),  
                hrcsanded(16) }
```

```
MAX-ACCESS read-write
```

```
STATUS current
```

```
DESCRIPTION
```

```
"The current CCA method in operation. Valid values are:
```

```
energy detect only (edonly) = 01,
```

```
carrier sense only (csonly) = 02,
```

```
carrier sense and energy detect (edandcs)= 04.
```

```
carrier sense with timer (cswithtimer)= 08
```

```
high rate carrier sense and energy detect (hrcsanded)= 16"
```

```
::= { dot11PhyDSSSEntry 3 }
```

***Change the following attribute definition (as it was previously modified by 802.11a):***

```
dot11PHYType OBJECT-TYPE
```

```
SYNTAX INTEGER { fhss(1), dsss(2), irbaseband(3), ofdm(4), hrdsss(5) }
```

```
MAX-ACCESS read-only
```

```
STATUS current
```

```
DESCRIPTION
```

```
"This is an 8-bit integer value that identifies the PHY type  
supported by the attached PLCP and PMD. Currently defined  
values and their corresponding PHY types are:
```

```
FHSS 2.4 GHz = 01 , DSSS 2.4 GHz = 02, IR Baseband = 03,
```

```
OFDM 5GHz = 04, HRDSSS = 05 "
```

```
::= { dot11PhyOperationEntry 1 }
```

***Insert the following text into the 802.11 MIB in Annex D, after the definition of the SMTBase2 Object Group:***

```
dot11PhyHRDSSSComplianceGroup OBJECT-GROUP
```

```
OBJECTS {dot11CurrentChannel,
```

```
dot11CCAModeSupported,
```

```
dot11CurrentCCAMode,
```

```
dot11EDThreshold,
```

```
dot11ShortPreambleOptionImplemented,
```

```
dot11PBCCOptionImplemented,
```

```
dot11ChannelAgilityPresent,
```

```
dot11ChannelAgilityEnabled,
```

```
dot11HRCCAModeSupported }
```

```
STATUS current
```

```
DESCRIPTION
```

```
"Attributes that configure the HRDSSS PHY for IEEE 802.11."
```

```
::= { dot11Groups 19 }
```

**IEEE Std 802.11b-1999**  
(Supplement to  
ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition)

**Supplement to IEEE Standard for  
Information technology—  
Telecommunications and information exchange  
between systems—  
Local and metropolitan area networks—  
Specific requirements—**

**Part 11: Wireless LAN Medium Access Control  
(MAC) and Physical Layer (PHY) specifications:**

**Higher-Speed Physical Layer Extension in the  
2.4 GHz Band**

Sponsor

**LAN/MAN Standards Committee  
of the  
IEEE Computer Society**

Approved 16 September 1999

**IEEE-SA Standards Board**

**Abstract:** Changes and additions to IEEE Std 802.11, 1999 Edition are provided to support the higher rate physical layer (PHY) for operation in the 2.4 GHz band.

**Keywords:** 2.4 GHz, high speed, local area network (LAN), radio frequency (RF), wireless

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA

Copyright © 2000 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
All rights reserved. Published 20 January 2000. Printed in the United States of America.

Print: ISBN 0-7381-1811-7 SH94788  
PDF: ISBN 0-7381-1812-5 SS94788

No part of this publication may be reproduced in any form, in an electronic retrieval system or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

**IEEE Standards** documents are developed within the IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. Members of the committees serve voluntarily and without compensation. They are not necessarily members of the Institute. The standards developed within IEEE represent a consensus of the broad expertise on the subject within the Institute as well as those activities outside of IEEE that have expressed an interest in participating in the development of the standard.

Use of an IEEE Standard is wholly voluntary. The existence of an IEEE Standard does not imply that there are no other ways to produce, test, measure, purchase, market, or provide other goods and services related to the scope of the IEEE Standard. Furthermore, the viewpoint expressed at the time a standard is approved and issued is subject to change brought about through developments in the state of the art and comments received from users of the standard. Every IEEE Standard is subjected to review at least every five years for revision or reaffirmation. When a document is more than five year old and has not been reaffirmed, it is reasonable to conclude that its contents, although still of some value, do not wholly reflect the present state of the art. Users are cautioned to check to determine that they have the latest edition of any IEEE Standard.

Comments for revision of IEEE Standards are welcome from any interested party, regardless of membership affiliation with IEEE. Suggestions for changes in documents should be in the form of a proposed change of text, together with appropriate supporting comments.

Interpretations: Occasionally questions may arise regarding the meaning of portions of standards as they relate to specific applications. When the need for interpretations is brought to the attention of IEEE, the Institute will initiate action to prepare appropriate responses. Since IEEE Standards represent a consensus of all concerned interests, it is important to ensure that any interpretation has also received the concurrence of a balance of interests. For this reason, IEEE and the members of its societies and Standards Coordinating Committees are not able to provide an instant response to interpretation requests except in those cases where the matter has previously received formal consideration.

Comments on standards and requests for interpretations should be addressed to:

Secretary, IEEE-SA Standards Board  
445 Hoes Lane  
P.O. Box 1331  
Piscataway, NJ 08855-1331  
USA

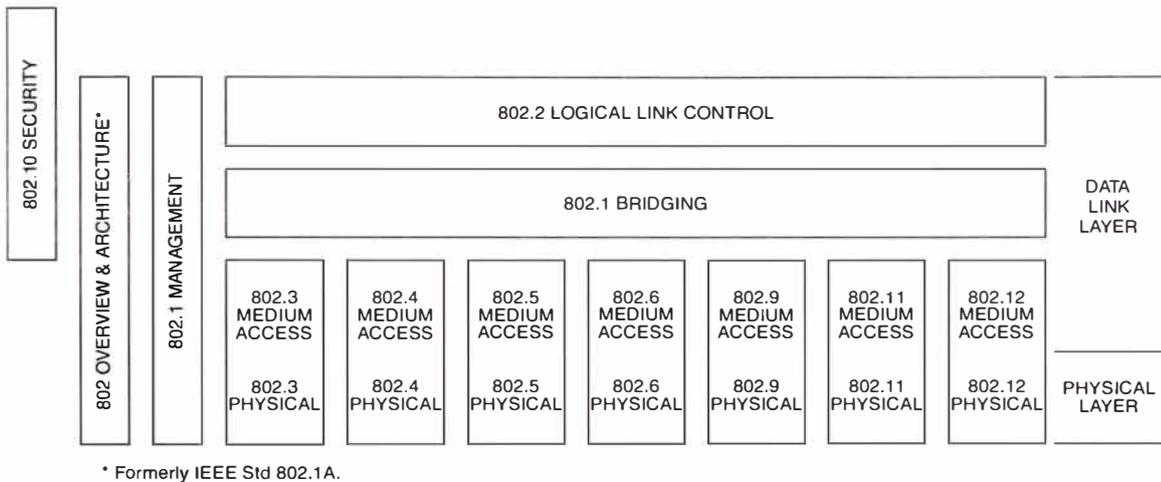
Note: Attention is called to the possibility that implementation of this standard may require use of subject matter covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. The IEEE shall not be responsible for identifying patents for which a license may be required by an IEEE standard or for conducting inquiries into the legal validity or scope of those patents that are brought to its attention.

Authorization to photocopy portions of any individual standard for internal or personal use is granted by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., provided that the appropriate fee is paid to Copyright Clearance Center. To arrange for payment of licensing fee, please contact Copyright Clearance Center, Customer Service, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA; (978) 750-8400. Permission to photocopy portions of any individual standard for educational classroom use can also be obtained through the Copyright Clearance Center.

# Introduction

[This introduction is not part of IEEE Std 802.11b-1999, Supplement to IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band.]

This standard is part of a family of standards for local and metropolitan area networks. The relationship between the standard and other members of the family is shown below. (The numbers in the figure refer to IEEE standard numbers.)



This family of standards deals with the Physical and Data Link layers as defined by the International Organization for Standardization (ISO) Open Systems Interconnection (OSI) Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1:1994). The access standards define seven types of medium access technologies and associated physical media, each appropriate for particular applications or system objectives. Other types are under investigation.

The standards defining the access technologies are as follows:

- IEEE Std 802                      *Overview and Architecture.* This standard provides an overview to the family of IEEE 802 Standards.
- ANSI/IEEE Std 802.1B and 802.1k [ISO/IEC 15802-2]              *LAN/MAN Management.* Defines an OSI management-compatible architecture, and services and protocol elements for use in a LAN/MAN environment for performing remote management.
- ANSI/IEEE Std 802.1D [ISO/IEC 15802-3]              *Media Access Control (MAC) Bridges.* Specifies an architecture and protocol for the interconnection of IEEE 802 LANs below the MAC service boundary.
- ANSI/IEEE Std 802.1E [ISO/IEC 15802-4]              *System Load Protocol.* Specifies a set of services and protocol for those aspects of management concerned with the loading of systems on IEEE 802 LANs.
- IEEE Std 802.1F                      *Common Definitions and Procedures for IEEE 802 Management Information*
- ANSI/IEEE Std 802.1G [ISO/IEC 15802-5]              *Remote Media Access Control Bridging.* Specifies extensions for the interconnection, using non-LAN communication technologies, of geographically separated IEEE 802 LANs below the level of the logical link control protocol.

- ANSI/IEEE Std 802.2 [ISO/IEC 8802-2] *Logical Link Control*
- ANSI/IEEE Std 802.3 [ISO/IEC 8802-3] *CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications*
- ANSI/IEEE Std 802.4 [ISO/IEC 8802-4] *Token Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications*
- ANSI/IEEE Std 802.5 [ISO/IEC 8802-5] *Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications*
- ANSI/IEEE Std 802.6 [ISO/IEC 8802-6] *Distributed Queue Dual Bus Access Method and Physical Layer Specifications*
- ANSI/IEEE Std 802.9 [ISO/IEC 8802-9] *Integrated Services (IS) LAN Interface at the Medium Access Control and Physical Layers*
- ANSI/IEEE Std 802.10 *Interoperable LAN/MAN Security*
- IEEE Std 802.11 [ISO/IEC DIS 8802-11] *Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications*
- ANSI/IEEE Std 802.12 [ISO/IEC DIS 8802-12] *Demand Priority Access Method, Physical Layer and Repeater Specifications*

In addition to the family of standards, the following is a recommended practice for a common Physical Layer technology:

- IEEE Std 802.7 *IEEE Recommended Practice for Broadband Local Area Networks*

The following additional working groups have authorized standards projects under development:

- IEEE 802.14 *Standard Protocol for Cable-TV Based Broadband Communication Network*
- IEEE 802.15 *Wireless Personal Area Networks Access Method and Physical Layer Specifications*
- IEEE 802.16 *Broadband Wireless Access Method and Physical Layer Specifications*

## Participants

At the time this standard was balloted, the 802.11 Working Group had the following membership:

**Vic Hayes, Chair**  
**Stuart J. Kerry, Vice Chair**  
**Al Petrick, Co-Vice Chair**  
**George Fishel, Secretary**

**Robert O'Hara, Chair and editor, 802.11-rev**  
**Allen Heberling, State-diagram editor**  
**Michael A. Fischer, State-diagram editor**  
**Dean M. Kawaguchi, Chair PHY group**  
**David Bagby, Chair MAC group**

**Naftali Chayat, Chair Task Group a**  
**Hitoshi Takanashi, Technical Editor, 802.11a**

**John Fakatselis, Chair Task Group b**  
**Carl F. Andren, Technical Editor, 802.11b**

Jeffrey Abramowitz  
Reza Ahy  
Keith B. Amundsen  
James R. Baker  
Kevin M. Barry  
Phil Belanger  
John Biddick  
Simon Black  
Timothy J. Blaney  
Jan Boer  
Ronald Brockmann  
Wesley Brodsky  
John H. Cafarella  
Wen-Chiang Chen  
Ken Clements  
Wim Diepstraten  
Peter Ecclesine  
Richard Eckard  
Darwin Engwer  
Greg Ennis  
Jeffrey J. Fischer  
John Fisher  
Ian Gifford  
Motohiro Gochi  
Tim Godfrey  
Steven D. Gray  
Jan Haag  
Karl Hannestad  
Kei Hara

Chris D. Heegard  
Robert Heile  
Juha T. Heiskala  
Maarten Hoeben  
Masayuki Ikeda  
Donald C. Johnson  
Tal Kaitz  
Ad Kamerman  
Mika Kasslin  
Patrick Kinney  
Steven Knudsen  
Bruce P. Kraemer  
David S. Landeta  
James S. Li  
Stanley Ling  
Michael D. McInnis  
Gene Miller  
Akira Miura  
Henri Moelard  
Masaharu Mori  
Masahiro Morikura  
Richard van Nee  
Erwin R. Noble  
Tomoki Ohsawa  
Kazuhiro Okanoue  
Richard H. Paine  
Roger Pandanda  
Victoria M. Poncini  
Gregory S. Rawlins  
Stanley A. Reible

Frits Riep  
William Roberts  
Kent G. Rollins  
Clemens C.W. Ruppel  
Anil K. Sanwalka  
Roy Sebring  
Tie-Jun Shan  
Stephen J. Shellhammer  
Matthew B. Shoemake  
Thomas Siep  
Donald I. Sloan  
Gary Spiess  
Satoru Toguchi  
Cherry Tom  
Mike Trompower  
Tom Tsoulogiannis  
Bruce Tuch  
Sarosh N. Vesuna  
Ikuo Wakayama  
Robert M. Ward, Jr.  
Mark Webster  
Leo Wilz  
Harry R. Worstell  
Lawrence W. Yonge, III  
Chris Zegelin  
Jonathan M. Zweig  
James Zyren

The following members of the balloting committee voted on this standard:

Carl F. Andren  
Jack S. Andresen  
Lek Ariyavisitakul  
David Bagby  
Kevin M. Barry  
John H. Cafarella  
James T. Carlo  
David E. Carlson  
Linda T. Cheng  
Thomas J. Dineen  
Christos Douligieris  
Peter Ecclesine  
Richard Eckard  
Philip H. Enslow  
John Fakatselis  
Jeffrey J. Fischer  
Michael A. Fischer  
Robert J. Gagliano  
Gautam Garai  
Alireza Ghazizahedi  
Tim Godfrey  
Patrick S. Gonia  
Steven D. Gray  
Chris G. Guy  
Vic Hayes  
Allen Heberling  
Chris D. Heegard  
Juha T. Heiskala

Raj Jain  
A. Kamerman  
Dean M. Kawaguchi  
Stuart J. Kerry  
Patrick Kinney  
Daniel R. Krent  
Walter Levy  
Stanley Ling  
Randolph S. Little  
Roger B. Marks  
Peter Martini  
Richard McBride  
Bennett Meyer  
David S. Millman  
Hiroshi Miyano  
Warren Monroe  
Masahiro Morikura  
Shimon Muller  
Peter A. Murphy  
Paul Nikolich  
Erwin R. Noble  
Satoshi Obara  
Robert O'Hara  
Charles Oestereicher  
Kazuhiro Okanoue  
Roger Pandanda  
Ronald C. Petersen  
Al Petrick  
Vikram Punj

Pete Rautenberg  
Stanley A. Reible  
Edouard Y. Rocher  
Kent G. Rollins  
James W. Romlein  
Floyd E. Ross  
Christoph Ruland  
Anil K. Sanwalka  
Norman Schneidewind  
James E. Schuessler  
Rich Seifert  
Matthew B. Shoemake  
Leo Sintonen  
Hitoshi Takanashi  
Mike Trompower  
Mark-Rene Uchida  
Scott A. Valcourt  
Richard Van Nee  
Sarosh N. Vesuna  
John Viaplana  
Hirohisa Wakai  
Robert M. Ward, Jr.  
Mark Webster  
Harry R. Worstell  
Stefan M. Wurster  
Oren Yuen  
Jonathan M. Zweig  
James Zyren

When the IEEE-SA Standards Board approved this standard on 16 September 1999, it had the following membership:

**Richard J. Holleman, *Chair***  
**Donald N. Heirman, *Vice Chair***  
**Judith Gorman, *Secretary***

Satish K. Aggarwal  
Dennis Bodson  
Mark D. Bowman  
James T. Carlo  
Gary R. Engmann  
Harold E. Epstein  
Jay Forster\*  
Ruben D. Garzon

James H. Gurney  
Lowell G. Johnson  
Robert J. Kennelly  
E. G. "Al" Kiener  
Joseph L. Koepflinger\*  
L. Bruce McClung  
Daleep C. Mohla  
Robert F. Munzner

Louis-Francois Pau  
Ronald C. Petersen  
Gerald H. Peterson  
John B. Posey  
Gary S. Robinson  
Akio Tojo  
Hans E. Weinrich  
Donald W. Zipse

\*Member Emeritus

Also included is the following nonvoting IEEE-SA Standards Board liaison:

Robert E. Hebner

Janet Rutigliano  
*IEEE Standards Project Editor*

# Contents

3.8 Basic service set (BSS) basic rate set .....	1
4. Abbreviations and acronyms.....	2
7.2.3.1 Beacon frame format.....	2
7.2.3.9 Probe Response frame format.....	3
7.3.1.4 Capability Information field .....	3
7.3.1.9 Status Code field.....	5
7.3.2.2 Supported Rates element.....	5
9.2 DCF.....	5
9.6 Multirate support.....	6
10.3.2.2 MLME_scan.confirm.....	6
10.3.2.2.2 Semantics of the service primitive.....	7
10.3.3.1.2 Semantics of the service primitive.....	8
10.3.10 Start.....	8
10.3.10.1.2 Semantics of the service primitive.....	9
10.4.4 PLME_DSSSTESTMODE.....	10
18. High Rate, direct sequence spread spectrum PHY specification.....	11
18.1 Overview.....	11
18.2 High Rate PLCP sublayer.....	12
18.3 High Rate PLME.....	27
18.4 High Rate PMD sublayer.....	30
Annex A (normative), Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma .....	59
Annex C (normative), Formal description of MAC operation .....	64
Annex D (normative), ASN.1 encoding of the MAC and PHY MIB.....	88
Annex F (informative), High Rate PHY/frequency-hopping interoperability.....	89

# Supplement to IEEE Standard for Information technology—

## Telecommunications and information exchange between systems—

### Local and metropolitan area networks—

#### Specific requirements—

# Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications:

## Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band

[This supplement is based on IEEE Std 802.11, 1999 Edition.]

EDITORIAL NOTE—The editing instructions contained in this supplement define how to merge the material contained herein into the existing base standard to form the new comprehensive standard, as created by the addition of IEEE Std 802.11b-1999.

The editing instructions are shown in *bold italic*. Three editing instructions are used: change, delete, and insert. *Change* is used to make small corrections in existing text or tables. This editing instruction specifies the location of the change and describes what is being changed either by using ~~strikethrough~~ (to remove old material) or underscore (to add new material). *Delete* removes existing material. *Insert* adds new material without disturbing the existing material. Insertions may require renumbering. If so, renumbering instructions are given in the editing instructions. Editorial notes will not be carried over into future editions.

### 3.8 Basic service set (BSS) basic rate set

*Change the text in this subclause as shown:*

The set of data transfer rates that all the stations in a BSS will be capable of using to receive and transmit frames to/from the wireless medium (WM). The BSS basic rate set data rates are preset for all stations in the BSS.

## 4. Abbreviations and acronyms

*Insert the following abbreviations alphabetically in the list in Clause 4:*

<b>CCK</b>	complementary code keying
<b>HR/DSSS</b>	High Rate direct sequence spread spectrum using the Long Preamble and header
<b>HR/DSSS/short</b>	High Rate direct sequence spread spectrum using the optional Short Preamble and header mode
<b>HR/DSSS/PBCC</b>	High Rate direct sequence spread spectrum using the optional packet binary convolutional coding mode and the Long Preamble and header
<b>HR/DSSS/PBCC/short</b>	High Rate direct sequence spread spectrum using the optional packet binary convolutional coding mode and the optional Short Preamble and header

### 7.2.3.1 Beacon frame format

*Change Notes 1 and 2 of Table 5 as shown:*

**Table 5—Beacon frame body**

Order	Information	Note
1	Timestamp	—
2	Beacon interval	—
3	Capability Information	—
4	SSID	—
5	Supported Rates	—
6	FH Parameter Set	1
7	DS Parameter Set	2
8	CF Parameter Set	3
9	IBSS Parameter Set	4
10	TIM	5

#### NOTES:

- 1—The FH Parameter Set information element is ~~only~~ present within Beacon frames generated by STAs using frequency-hopping PHYs.
- 2—The DS Parameter Set information element is ~~only~~ present within Beacon frames generated by STAs using direct sequence PHYs.
- 3—The CF Parameter Set information element is only present within Beacon frames generated by APs supporting a PCF.
- 4—The IBSS Parameter Set information element is only present within Beacon frames generated by STAs in an IBSS.
- 5—The TIM information element is only present within Beacon frames generated by APs.

### 7.2.3.9 Probe Response frame format

*Change Notes 1 and 2 of Table 12 as shown:*

**Table 12—Probe Response frame body**

Order	Information	Note
1	Timestamp	—
2	Beacon interval	—
3	Capability Information	—
4	SSID	—
5	Supported Rates	—
6	FH Parameter Set	1
7	DS Parameter Set	2
8	CF Parameter Set	3
9	IBSS Parameter Set	4

NOTES:

1—The FH Parameter Set information element is ~~only~~ present within Probe Response frames generated by STAs using frequency-hopping PHYs.

2—The DS Parameter Set information element is ~~only~~ present within Probe Response frames generated by STAs using direct sequence PHYs.

3—The CF Parameter Set information element is only present within Probe Response frames generated by APs supporting a PCF.

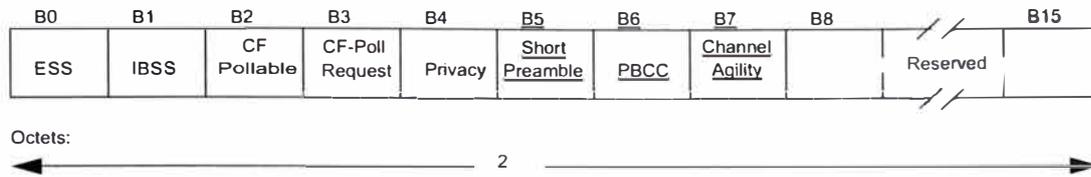
4—The IBSS Parameter Set information element is only present within Probe Response frames generated by STAs in an IBSS.

#### 7.3.1.4 Capability Information field

*Change the text in 7.3.1.4 and Figure 27 as shown:*

The Capability Information field contains a number of subfields that are used to indicate requested or advertised capabilities.

The length of the Capability Information field is 2 octets. The Capability Information field consists of the following subfields: ESS, IBSS, CF-Pollable, CF-Poll Request, ~~and~~ Privacy, Short Preamble, PBCC, and Channel Agility. The format of the Capability Information field is as illustrated in Figure 27.



**Figure 27—Capability Information fixed field**

*Insert the following text at the end of 7.3.1.4:*

APs (as well as STAs in IBSSs) shall set the Short Preamble subfield to 1 in transmitted Beacon, Probe Response, Association Response, and Reassociation Response management MMPDUs to indicate that the use of the Short Preamble option, as described in 18.2.2.2, is allowed within this BSS. To indicate that the use of the Short Preamble option is not allowed, the Short Preamble subfield shall be set to 0 in Beacon, Probe Response, Association Response, and Reassociation Response management MMPDUs transmitted within the BSS.

STAs shall set the Short Preamble subfield to 1 in transmitted Association Request and Reassociation Request MMPDUs when the MIB attribute dot11ShortPreambleOptionImplemented is true. Otherwise, STAs shall set the Short Preamble subfield to 0 in transmitted Association Request and Reassociation Request MMPDUs.

APs (as well as STAs in IBSSs) shall set the PBCC subfield to 1 in transmitted Beacon, Probe Response, Association Response, and Reassociation Response management MMPDUs to indicate that the use of the PBCC Modulation option, as described in 18.4.6.6, is allowed within this BSS. To indicate that the use of the PBCC Modulation option is not allowed, the PBCC subfield shall be set to 0 in Beacon, Probe Response, Association Response, and Reassociation Response management MMPDUs transmitted within the BSS.

STAs shall set the PBCC subfield to 1 in transmitted Association Request and Reassociation Request MMPDUs when the MIB attribute dot11PBCCOptionImplemented is true. Otherwise, STAs shall set the PBCC subfield to 0 in transmitted Association Request and Reassociation Request MMPDUs.

Bit 7 of the Capabilities Information field shall be used to indicate the usage of Channel Agility by the HR/DSSS PHY. STAs shall set the Channel Agility bit to 1 when Channel Agility is in use, and shall set it to 0 otherwise.

Bits 8–15 of the Capability Information field are reserved.

**7.3.1.9 Status Code field**

*Add three Status Codes to Table 19 as shown:*

**Table 19—Status Codes**

Status Code	Meaning
<u>19</u>	<u>Association denied due to requesting station not supporting the Short Preamble option.</u>
<u>20</u>	<u>Association denied due to requesting station not supporting the PBCC Modulation option.</u>
<u>21</u>	<u>Association denied due to requesting station not supporting the Channel Agility option.</u>

**7.3.2.2 Supported Rates element**

*Change the text in 7.3.2.2 as shown.*

The Supported Rates element specifies ~~all the values rates that this station is capable of receiving in the~~ Operational-Rate-Set parameter, as described in the MLME Join.request and MLME Start.request primitives. The information field is encoded as 1–8 octets, where each octet describes a single Supported Rate ~~in units of 500 kbit/s.~~

Within Beacon, Probe Response, Association Response, and Reassociation Response management frames, each Supported Rate belonging to the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set is encoded as an octet with the msb (bit 7) set to 1 (e.g., a 1 Mbit/s rate belonging to the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set is encoded as X'82'). Rates not belonging to the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set are encoded with the msb set to 0 (e.g., a 2 Mbit/s rate not belonging to the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set is encoded as X'04'). The msb of each Supported Rate octet in other management frame types is ignored by receiving STAs.

~~BSSBasicRateSet~~ The BSS basic rate set information in Beacon and Probe Response management frames is delivered to the management entity in an STA via the BSSBasicRateSet parameter in the MLME Scan.confirm primitive. It is used by the management entity in an STAs in order to avoid associating with a BSS if the STA cannot receive and transmit all the data rates in the BSSBasicRateSet BSS basic rate set (see Figure 36).

**9.2 DCF**

*Change the eleventh paragraph in 9.2 as shown.*

The medium access protocol allows for stations to support different sets of data rates. All STAs shall be able to receive and transmit at all the data rates in the aBasicRateSet specified parameter of the MLME Join.request and MLME Start.request primitives and transmit at one or more of the aBasicRateSet

~~data rates.~~ To support the proper operation of the RTS/CTS and the Virtual Carrier Sense mechanism, all STAs shall be able to detect the RTS and CTS frames. For this reason, the RTS and CTS frames shall be transmitted at one of the rates in the BSS basic rate set ~~a BasicRateSet rates.~~ (See 9.6 for a description of multirate operation.)

## 9.6 Multirate support

*Change the existing text as shown:*

Some PHYs have multiple data transfer rate capabilities that allow implementations to perform dynamic rate switching with the objective of improving performance. The algorithm for performing rate switching is beyond the scope of this standard, but in order to ensure coexistence and interoperability on multirate-capable PHYs, this standard defines a set of rules that shall be followed by all STAs.

All Control frames shall be transmitted at one of the rates in the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set (see 10.3.10.1), ~~or at one of the rates in the PHY mandatory rate set~~ so that they will be understood by all STAs in the BSS.

All frames with multicast and broadcast RA shall be transmitted at one of the rates included in the ~~BSSBasicRateSet~~ BSS basic rate set, regardless of their type or subtype.

Data and/or management MPDUs with a unicast ~~immediate address~~ RA shall be sent on any supported data rate selected by the rate switching mechanism (whose output is an internal MAC variable called ~~MACCurrentRate~~, defined in units of 500 kbit/s, which is used for calculating the Duration/ID field of each frame). An STA shall not transmit at a rate that is known not to be supported by the destination STA, as reported in the Supported Rates element in the management frames. For frames of type Data + CF – ACK, Data + CF – Poll + CF – ACK, and CF – Poll + CF – ACK, the rate chosen to transmit the frame must be supported by both the addressed recipient STA and the STA to which the ACK is intended.

~~In order to~~ To allow the transmitting STA to calculate the contents of the Duration/ID field, the responding STA shall transmit its Control Response and Management Response frames (either CTS or ACK) at the highest rate in the BSS basic rate set that is less than or equal to the rate of at the same rate as the immediately previous frame in the frame exchange sequence (as defined in 9.7). if this rate belongs to the PHY mandatory rates, or else at the highest possible rate belonging to the PHY rates in the BSSBasicRateSet. In addition, the Control Response frame shall be sent using the same PHY options as the received frame.

For the HR/DSSS PHY, the time required to transmit a frame for use in the Duration/ID field is determined using the PLME-TXTIME.request primitive and the PLME-TXTIME.confirm primitive, both defined in 1.3.4.

### 10.3.2.2 MLME\_scan.confirm

*Change "set" to "sets" in the Name and Description columns for the PHY Parameter Set.*

**10.3.2.2.2 Semantics of the service primitive***Change the table as shown:*

Name	Type	Valid range	Description
BSSID	MACAddress	N/A	The BSSID of the found BSS.
SSID	Octet string	1–32 octets	The SSID of the found BSS.
BSSType	Enumeration	INFRASTRUCTURE, INDEPENDENT	The type of the found BSS.
Beacon Period	Integer	N/A	The Beacon period of the found BSS (in TU).
DTIM Period	Integer	As defined in frame format	The DTIM period of the BSS (in beacon periods).
Timestamp	Integer	N/A	The timestamp of the received frame (probe response/beacon) from the found BSS.
Local Time	Integer	N/A	The value of STA's TSF timer at the start of reception of the first octet of the timestamp field of the received frame (probe response or beacon) from the found BSS.
PHY Parameter Set	As defined in frame format	As defined in frame format	The parameter set relevant to the PHY.
CF Parameter Set	As defined in frame format	As defined in frame format	The parameter set for the CF periods, if found BSS supports CF mode.
IBSS Parameter Set	As defined in frame format	As defined in frame format	The parameter set for the IBSS, if found BSS is an IBSS.
Capability Information	As defined in frame format	As defined in frame format	The advertised capabilities of the BSS.
BSSBasicRateSet	Set of integers	1–27 inclusive (for each integer in the set)	The set of data rates (in units of 500 kbps) that must be supported by all STAs that desire to join this BSS. The STAs must be able to receive and transmit at each of the data rates listed in the set.

### 10.3.3.1.2 Semantics of the service primitive

*Change the table as shown:*

Name	Type	Valid range	Description
BSSDescription	BSSDescription	N/A	The BSSDescription of the BSS to join. The BSSDescription is a member of the set of descriptions that was returned as a result of a MLME-SCAN.request.
JoinFailureTimeout	Integer	$\geq 1$	The time limit, in units of beacon intervals, after which the join procedure will be terminated.
ProbeDelay	Integer	N/A	Delay (in $\mu\text{s}$ ) to be used prior to transmitting a Probe frame during active scanning.
OperationalRateSet	Set of integers	1–127 inclusive (for each integer in the set)	The set of data rates (in units of 500 <del>kb/s</del> ) that the STA desires to use for communication within the BSS. The STA must be able to receive at each of the data rates listed in the set. <del>The OperationalRateSet</del> This set is a superset of the <del>BSS-BasicRateSet</del> BSS basic rate set advertised by the BSS.

### 10.3.10 Start

*Change "set" to "sets" in the Name and Description columns for the PHY Parameter Set.*

**10.3.10.1.2 Semantics of the service primitive***Change the table as shown:*

Name	Type	Valid range	Description
SSID	Octet string	1–32 octets	The SSID of the BSS.
BSSType	Enumeration	INFRASTRUCTURE, INDEPENDENT	The type of the BSS.
Beacon period	Integer	$\geq 1$	The Beacon period of the BSS (in TU).
DTIM period	Integer	As defined in 7.3.12.6	The DTIM period of the BSS (in Beacon periods).
CF Parameter Set	As defined in Frame Format	As defined in 7.3.2.5	The Parameter Set for CF periods, if the BSS supports CF mode. aCFPPeriod is modified as a side effect of the issuance of a MLME-START.request primitive.
PHY Parameter Set	As defined in Frame Format	As defined in 7.3.2.3 or 7.3.2.4	The Parameter Set relevant to the PHY.
IBSS Parameter Set	As defined in Frame Format	As defined in 7.3.2.7	The Parameter Set for the IBSS, if BSS is an IBSS.
ProbeDelay	Integer	N/A	Delay (in $\mu$ s) to be used prior to transmitting a Probe frame during active scanning.
CapabilityInformation	As defined in Frame Format	As defined in 7.3.1.4	The capabilities to be advertised for the BSS.
BSSBasicRateSet	Set of integers	1–127 inclusive (for each integer in the set)	The set of data rates ( <del>in units of 500 kbit/s</del> ) that must be supported by all STAs that desire to join this BSS. The STA that is creating the BSS must be able to receive and transmit at each of the data rates listed in the set.
OperationalRateSet	Set of integers	1–127 inclusive (for each integer in the set)	The set of data rates ( <del>in units of 500 kbit/s</del> ) that the STA desires to use for communication within the BSS. The STA must be able to receive at each of the data rates listed in the set. <del>The OperationalRateSet</del> <u>This set is a superset of the BSS basic rate set BSSBasicRateSet advertised by the BSS.</u>

#### 10.4.4 PLME\_DSSSTESTMODE

*Add switches for the new options as shown:*

```
PLME-DSSSTESTMODE.request (
    TEST_ENABLE,
    TEST_MODE,
    SCRAMBLE_STATE,
    SPREADING_STATE,
    DATA_TYPE,
    DATA_RATE;
    PREAMBLE TYPE;
    MODULATION CODE TYPE;
)
```

Name	Type	Valid range	Description
TEST_ENABLE	Boolean	True, false	If true, enables the PHY test mode according to the remaining parameters.
TEST_MODE	Integer	1, 2, 3	TEST_MODE selects one of three operational modes: <ul style="list-style-type: none"> <li>— 01 = transparent receive</li> <li>— 02 = continuous transmit</li> <li>— 03 = 50% duty cycle</li> </ul>
SCRAMBLE_STATE	Boolean	True, false	If true, sets the operational state of the scrambler to ON.
SPREADING_STATE	Boolean	True, false	If true, selects the operational state of the chipping.
DATA_TYPE	Integer	1, 2, 3	Selects one of three data patterns to be used for the transmit portions of the tests; for example: all one, all zeros, and random data patterns.
DATA_RATE	Integer	2, 4, <u>11</u> , <u>22</u>	Selects: <ul style="list-style-type: none"> <li>— 02 = 1 Mbit/s</li> <li>— 04 = 2 Mbit/s</li> <li>— 11 = 5.5 Mbit/s</li> <li>— 22 = 11 Mbit/s</li> </ul>
<u>PREAMBLE TYPE</u>	<u>Boolean</u>	<u>null, 0, 1</u>	<u>Selects the preamble length.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>— <u>0 = long</u></li> <li>— <u>1 = short</u></li> </ul> <u>Can be null.</u>
<u>MODULATION CODE TYPE</u>	<u>Boolean</u>	<u>null, 0, 1</u>	<u>Selects the modulation code:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>— <u>0 = CCK</u></li> <li>— <u>1 = PBCC</u></li> </ul> <u>Can be null.</u>

*Add Clause 18 as follows:*

## **18. High Rate, direct sequence spread spectrum PHY specification**

### **18.1 Overview**

This clause specifies the High Rate extension of the PHY for the Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) system (Clause 15 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition), hereinafter known as the High Rate PHY for the 2.4 GHz band designated for ISM applications.

This extension of the DSSS system builds on the data rate capabilities, as described in Clause 15 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition, to provide 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s payload data rates in addition to the 1 Mbps and 2 Mbps rates. To provide the higher rates, 8-chip complementary code keying (CCK) is employed as the modulation scheme. The chipping rate is 11 MHz, which is the same as the DSSS system described in Clause 15 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition, thus providing the same occupied channel bandwidth. The basic new capability described in this clause is called High Rate Direct Sequence Spread Spectrum (HR/DSSS). The basic High Rate PHY uses the same PLCP preamble and header as the DSSS PHY, so both PHYs can co-exist in the same BSS and can use the rate switching mechanism as provided.

In addition to providing higher speed extensions to the DSSS system, a number of optional features allow the performance of the radio frequency LAN system to be improved as technology allows the implementation of these options to become cost effective.

An optional mode replacing the CCK modulation with packet binary convolutional coding (HR/DSSS/PBCC) is provided.

Another optional mode is provided that allows data throughput at the higher rates (2, 5.5, and 11 Mbit/s) to be significantly increased by using a shorter PLCP preamble. This mode is called HR/DSSS/short, or HR/DSSS/PBCC/short. This Short Preamble mode can coexist with DSSS, HR/DSSS, or HR/DSSS/PBCC under limited circumstances, such as on different channels or with appropriate CCA mechanisms.

An optional capability for Channel Agility is also provided. This option allows an implementation to overcome some inherent difficulty with static channel assignments (a tone jammer), without burdening all implementations with the added cost of this capability. This option can also be used to implement IEEE 802.11-compliant systems that are interoperable with both FH and DS modulations. See Annex F for more details.

#### **18.1.1 Scope**

This clause specifies the PHY entity for the HR/DSSS extension and the changes that have to be made to the base standard to accommodate the High Rate PHY.

The High Rate PHY layer consists of the following two protocol functions:

- a) A PHY convergence function, which adapts the capabilities of the physical medium dependent (PMD) system to the PHY service. This function is supported by the PHY convergence procedure (PLCP), which defines a method for mapping the MAC sublayer protocol data units (MPDU) into a framing format suitable for sending and receiving user data and management information between two or more STAs using the associated PMD system. The PHY exchanges PHY protocol data units (PPDU) that contain PLCP service data units (PSDU). The MAC uses the PHY service, so each MPDU corresponds to a PSDU that is carried in a PPDU.

- b) A PMD system, whose function defines the characteristics of, and method of transmitting and receiving data through, a wireless medium between two or more STAs, each using the High Rate PHY system.

### **18.1.2 High Rate PHY functions**

The 2.4 GHz High Rate PHY architecture is depicted in the ISO/IEC basic reference model shown in Figure 137. The High Rate PHY contains three functional entities: the PMD function, the PHY convergence function, and the layer management function. Each of these functions is described in detail in 18.1.2.1, 18.1.2.2, and 18.1.2.3. For the purposes of MAC and MAC management, when Channel Agility is both present and enabled (see 18.3.2 and Annex C), the High Rate PHY shall be interpreted to be both a High Rate and a frequency-hopping PHY.

The High Rate PHY service shall be provided to the MAC through the PHY service primitives described in Clause 12 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

#### **18.1.2.1 PLCP sublayer**

To allow the MAC to operate with minimum dependence on the PMD sublayer, a PLCP sublayer is defined. This function simplifies the PHY service interface to the MAC services.

#### **18.1.2.2 PMD sublayer**

The PMD sublayer provides a means and method of transmitting and receiving data through a WM between two or more STAs, each using the High Rate system.

#### **18.1.2.3 PHY management entity (PLME)**

The PLME performs management of the local PHY functions in conjunction with the MAC management entity.

### **18.1.3 Service specification method and notation**

The models represented by figures and state diagrams are intended to be illustrations of functions provided. It is important to distinguish between a model and a real implementation. The models are optimized for simplicity and clarity of presentation; the actual method of implementation is left to the discretion of the High Rate PHY compliant developer.

The service of a layer or sublayer is a set of capabilities that it offers to a user in the next-higher layer (or sublayer). Abstract services are specified here by describing the service primitives and parameters that characterize each service. This definition is independent of any particular implementation.

## **18.2 High Rate PLCP sublayer**

### **18.2.1 Overview**

This subclause provides a convergence procedure for the 2, 5.5, and 11 Mbit/s specification, in which PSDUs are converted to and from PPDU. During transmission, the PSDU shall be appended to a PLCP preamble and header to create the PPDU. Two different preambles and headers are defined: the mandatory supported Long Preamble and header, which interoperates with the current 1 Mbit/s and 2 Mbit/s DSSS specification (as described in IEEE Std 802.11, 1999 Edition), and an optional Short Preamble and header. At the receiver, the PLCP preamble and header are processed to aid in demodulation and delivery of the PSDU.

The optional Short Preamble and header is intended for applications where maximum throughput is desired and interoperability with legacy and non-short-preamble capable equipment is not a consideration. That is, it is expected to be used only in networks of like equipment, which can all handle the optional mode.

## 18.2.2 PPDU format

Two different preambles and headers are defined: the mandatory supported Long Preamble and header which is interoperable with the current 1 Mbit/s and 2 Mbit/s DSSS specification (as described in IEEE Std 802.11, 1999 Edition) and an optional Short Preamble and header.

### 18.2.2.1 Long PLCP PPDU format

Figure 127 shows the format for the interoperable (long) PPDU, including the High Rate PLCP preamble, the High Rate PLCP header, and the PSDU. The PLCP preamble contains the following fields: synchronization (Sync) and start frame delimiter (SFD). The PLCP header contains the following fields: signaling (SIGNAL), service (SERVICE), length (LENGTH), and CCITT CRC-16. Each of these fields is described in detail in 18.2.3. The format for the PPDU, including the long High Rate PLCP preamble, the long High Rate PLCP header, and the PSDU, do not differ from IEEE Std 802.11, 1999 Edition for 1Mbit/s and 2 Mbit/s. The only exceptions are

- The encoding of the rate in the SIGNAL field;
- The use of a bit in the SERVICE field to resolve an ambiguity in PSDU length in octets, when the length is expressed in whole microseconds;
- The use of a bit in the SERVICE field to indicate if the optional PBCC mode is being used;
- The use of a bit in the SERVICE field to indicate that the transit frequency and bit clocks are locked.

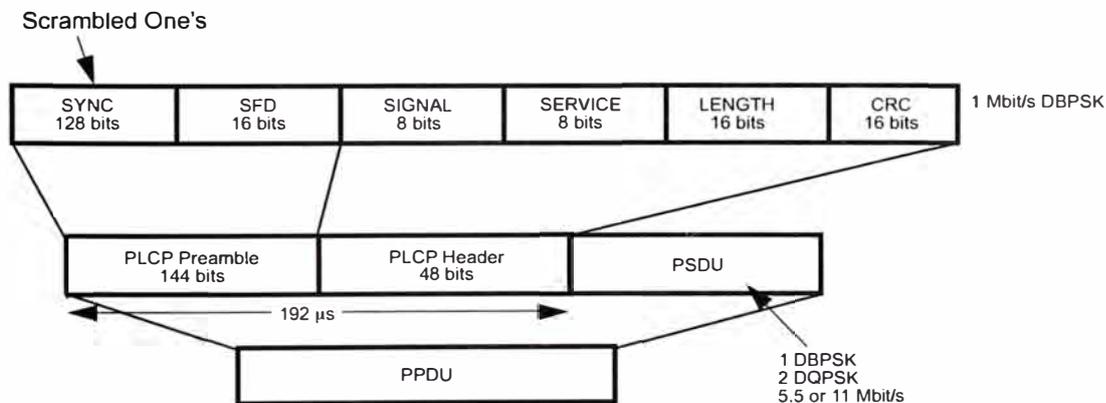
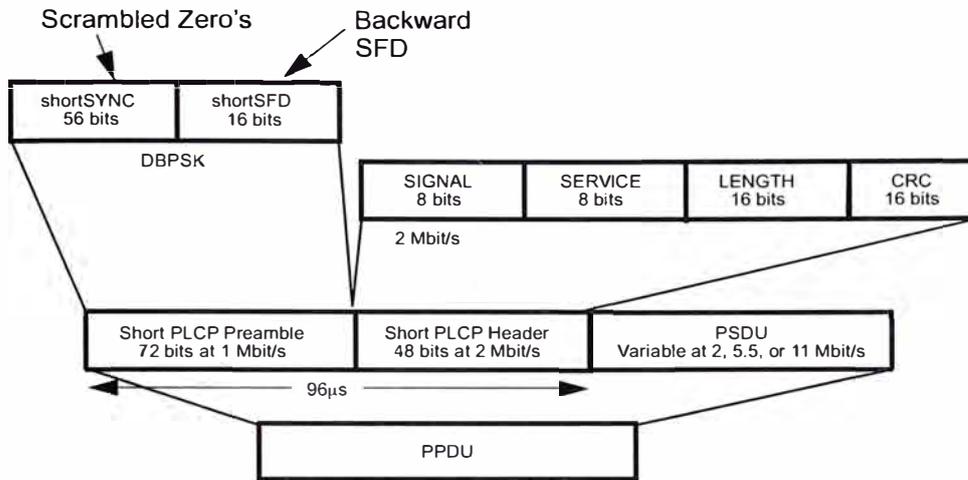


Figure 127—Long PLCP PPDU format

### 18.2.2.2 Short PLCP PPDU format (optional)

The short PLCP preamble and header (HR/DSSS/short) is defined as optional. The Short Preamble and header may be used to minimize overhead and, thus, maximize the network data throughput. The format of the PPDU, with HR/DSSS/short, is depicted in Figure 128.



**Figure 128—Short PLCP PDU format**

A transmitter using the short PLCP will only be interoperable with another receiver that is also capable of receiving this short PLCP. To interoperate with a receiver that is not capable of receiving a Short Preamble and header, the transmitter shall use the long PLCP preamble and header. The short PLCP preamble uses the 1 Mbit/s Barker code spreading with DBPSK modulation. The short PLCP header uses the 2 Mbit/s Barker code spreading with DQPSK modulation, and the PSDU is transmitted at 2 Mbit/s, 5.5 Mbit/s, or 11 Mbit/s.

Stations not implementing this option that do active scanning will get a response even when the network is using Short Preambles, because all management traffic is returned with the same type preamble as received.

### 18.2.3 PLCP PDU field definitions

In the PLCP field definition subclauses (18.2.3.1 through 18.2.3.14), the definitions of the long (Clause 15) PLCP fields are given first, followed by the definitions of the short PLCP. The names for the short PLCP fields are preceded by the term “short.”

#### 18.2.3.1 Long PLCP SYNC field

The SYNC field shall consist of 128 bits of scrambled “1” bits. This field is provided so the receiver can perform the necessary synchronization operations. The initial state of the scrambler (seed) shall be [1101100], where the leftmost bit specifies the value to put in the first delay element ( $Z^1$ ) in Figure 131, and the rightmost bit specifies the value to put in the last delay element in the scrambler.

To support the reception of DSSS signals generated with implementations based on Clause 15, the receiver shall also be capable of synchronization on a SYNC field derived from any non-zero scrambler initial state.

#### 18.2.3.2 Long PLCP SFD

The SFD shall be provided to indicate the start of PHY-dependent parameters within the PLCP preamble. The SFD shall be a 16-bit field, [1111 0011 1010 0000], where the rightmost bit shall be transmitted first in time.

**18.2.3.3 Long PLCP SIGNAL field**

The 8-bit SIGNAL field indicates to the PHY the modulation that shall be used for transmission (and reception) of the PSDU. The data rate shall be equal to the SIGNAL field value multiplied by 100 kbit/s. The High Rate PHY supports four mandatory rates given by the following 8-bit words, which represent the rate in units of 100 kbit/s, where the lsb shall be transmitted first in time:

- a) X'0A' (msb to lsb) for 1 Mbit/s;
- b) X'14' (msb to lsb) for 2 Mbit/s;
- c) X'37' (msb to lsb) for 5.5 Mbit/s;
- d) X'6E' (msb to lsb) for 11 Mbit/s.

The High Rate PHY rate change capability is described in 18.2.3.14. This field shall be protected by the CCITT CRC-16 frame check sequence described in 18.2.3.6.

**18.2.3.4 Long PLCP SERVICE field**

Three bits have been defined in the SERVICE field to support the High Rate extension. The rightmost bit (bit 7) shall be used to supplement the LENGTH field described in 18.2.3.5. Bit 3 shall be used to indicate whether the modulation method is CCK <0> or PBCC <1>, as shown in Table 97. Bit 2 shall be used to indicate that the transmit frequency and symbol clocks are derived from the same oscillator. This locked clocks bit shall be set by the PHY layer based on its implementation configuration. The SERVICE field shall be transmitted b0 first in time, and shall be protected by the CCITT CRC-16 frame check sequence described in 18.2.3.6. An IEEE 802.11-compliant device shall set the values of the bits b0, b1, b4, b5, and b6 to 0.

**Table 97—SERVICE field definitions**

b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7
Reserved	Reserved	Locked clocks bit 0 = not 1 = locked	Mod. selection bit 0 = CCK 1 = PBCC	Reserved	Reserved	Reserved	Length extension bit

**18.2.3.5 Long PLCP LENGTH field**

The PLCP length field shall be an unsigned 16-bit integer that indicates the number of microseconds required to transmit the PSDU. The transmitted value shall be determined from the LENGTH and DataRate parameters in the TXVECTOR issued with the PHY-TXSTART.request primitive described in 18.4.4.2.

The length field provided in the TXVECTOR is in octets and is converted to microseconds for inclusion in the PLCP LENGTH field. The LENGTH field is calculated as follows. Since there is an ambiguity in the number of octets that is described by a length in integer microseconds for any data rate over 8 Mbit/s, a length extension bit shall be placed at bit position b7 in the SERVICE field to indicate when the smaller potential number of octets is correct.

- a) 5.5 Mbit/s CCK Length = number of octets  $\times$  8/5.5, rounded up to the next integer.
- b) 11 Mbit/s CCK Length = number of octets  $\times$  8/11, rounded up to the next integer; the service field (b7) bit shall indicate a "0" if the rounding took less than 8/11 or a "1" if the rounding took more than or equal to 8/11.

- c) 5.5 Mbit/s PBCC Length = (number of octets + 1) × 8/5.5, rounded up to the next integer.
- d) 11 Mbit/s PBCC Length = (number of octets + 1) × 8/11, rounded up to the next integer; the service field (b7) bit shall indicate a “0” if the rounding took less than 8/11 or a “1” if the rounding took more than or equal to 8/11.

At the receiver, the number of octets in the MPDU is calculated as follows:

- a) 5.5 Mbit/s CCK Number of octets = Length × 5.5/8, rounded down to the next integer.
- b) 11 Mbit/s CCK Number of octets = Length × 11/8, rounded down to the next integer, minus 1 if the service field (b7) bit is a “1.”
- c) 5.5 Mbit/s PBCC Number of octets = (Length × 5.5/8) – 1, rounded down to the next integer.
- d) 11 Mbit/s PBCC Number of octets = (Length × 11/8) – 1, rounded down to the next integer, minus 1 if the service field (b7) bit is a “1.”

An example for an 11 Mbit/s calculation described in pseudocode form is shown below. At the transmitter, the values of the LENGTH field and length extension bit are calculated as follows:

$$\text{LENGTH}'_x = ((\text{number of octets} + P) \times 8) / R$$

$$\text{LENGTH} = \text{Ceiling}(\text{LENGTH}'_x)$$

If

$$(R = 11) \text{ and } (\text{LENGTH} - \text{LENGTH}'_x) \geq 8/11$$

then

$$\text{Length Extension} = 1$$

else

$$\text{Length Extension} = 0$$

where

- R is the data rate in Mbit/s;
- P = 0 for CCK;
- P = 1 for PBCC;
- Ceiling (X) returns the smallest integer value greater than or equal to X.

At the receiver, the number of octets in the MPDU is calculated as follows:

$$\text{Number of octets} = \text{Floor}(((\text{Length} \times R) / 8) - P) - \text{Length Extension}$$

where

- R is the data rate in Mbit/s;
- P = 0 for CCK;
- P = 1 for PBCC;
- Floor (X) returns the largest integer value less than or equal to X.

Table 98 shows an example calculation for several packet lengths of CCK at 11 Mbit/s.

**Table 98—Example of LENGTH calculations for CCK**

TX octets	Octets (× 8/11)	LENGTH	Length extension bit	LENGTH (× 11/8)	Floor (X)	RX octets
1023	744	744	0	1023	1023	1023
1024	744.7273	745	0	1024.375	1024	1024
1025	745.4545	746	0	1025.75	1025	1025
1026	746.1818	747	1	1027.125	1027	1026

Table 99 shows an example calculation for several packet lengths of PBCC at 11 Mbit/s.

**Table 99—Example of LENGTH calculations for PBCC**

TX octets	(Octets × 8/11) + 1	LENGTH	Length extension bit	(LENGTH × 11/8) - 1	Floor (X)	RX octets
1023	744.7273	745	0	1023.375	1023	1023
1024	745.4545	746	0	1024.750	1024	1024
1025	746.1818	747	1	1026.125	1026	1025
1026	746.9091	747	0	1026.125	1026	1026

This example illustrates why normal rounding or truncation of the number will not produce the right result. The length field is defined in units of microseconds and must correspond to the actual length, and the number of octets must be exact.

The least significant bit (lsb) shall be transmitted first in time. This field shall be protected by the CCITT CRC-16 frame check sequence described in 18.2.3.6.

**18.2.3.6 PLCP CRC (CCITT CRC-16) field**

The SIGNAL, SERVICE, and LENGTH fields shall be protected with a CCITT CRC-16 frame check sequence (FCS). The CCITT CRC-16 FCS shall be the one’s complement of the remainder generated by the modulo 2 division of the protected PLCP fields by the polynomial

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

The protected bits shall be processed in transmit order. All FCS calculations shall be made prior to data scrambling. A schematic of the processing is shown in Figure 129.

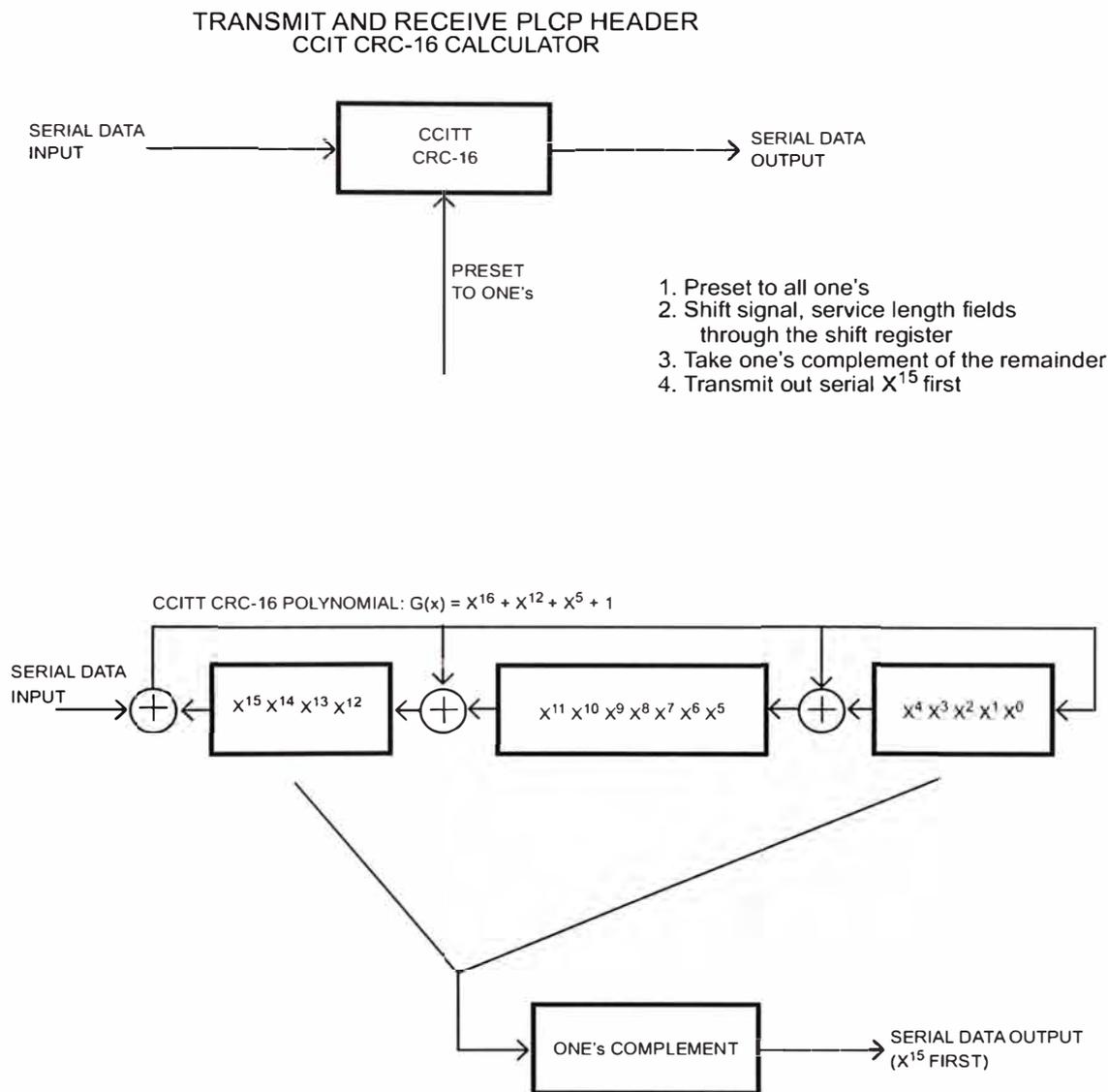
As an example, the SIGNAL, SERVICE, and LENGTH fields for a DBPSK signal with a PPDU length of 192 μs (24 octets) would be given by the following:

0101 0000 0000 0000 0000 0011 0000 0000 [leftmost bit (b0) transmitted first in time]  
b0.....b48

The one's complement FCS for these protected PLCP preamble bits would be the following:

0101 1011 0101 0111 [leftmost bit (b0) transmitted first in time]  
b0.....b16

Figure 129 depicts this example.



**Figure 129—CCITT CRC-16 implementation**

An illustrative example of the CCITT CRC-16 FCS using the information from Figure 129 is shown in Figure 130.

Data	CRC Registers	
	msb	lsb
	1111111111111111	; Initialize preset to one's
0	1110111111101111	
1	1101111110111110	
0	1010111101011101	
1	0101111010111010	
0	1011110101110100	
0	0110101011001001	
0	1101010110010010	
0	1011101100000101	
0	0110011000101011	
0	1100110001010110	
0	1000100010001101	
0	0000000100111011	
0	0000001001110110	
0	0000010011101100	
0	0001001110110000	
0	0001001110110000	
0	0010011101100000	
0	0100111011000000	
0	1001110110000000	
0	0010101100100001	
0	0101011001000010	
0	1010110010000100	
1	0101100100001000	
1	1010001000110001	
0	0101010001000011	
0	1010100010000110	
0	0100000100101101	
0	1000001001011010	
0	0001010010010101	
0	0010100100101010	
0	0101001001010100	
0	1010010010101000	

**Figure 130—Example of CRC calculation**

### 18.2.3.7 Long PLCP data modulation and modulation rate change

The long PLCP preamble and header shall be transmitted using the 1 Mbit/s DBPSK modulation. The SIGNAL and SERVICE fields combined shall indicate the modulation that shall be used to transmit the PSDU. The SIGNAL field indicates the rate, and the SERVICE field indicates the modulation. The transmitter and receiver shall initiate the modulation and rate indicated by the SIGNAL and SERVICE fields, starting with the first octet of the PSDU. The PSDU transmission rate shall be set by the DATARATE parameter in the TXVECTOR, issued with the PHY-TXSTART.request primitive described in 18.4.4.1.

### 18.2.3.8 Short PLCP synchronization (shortSYNC)

The shortSYNC field shall consist of 56 bits of scrambled "0" bits. This field is provided so the receiver can perform the necessary synchronization operations. The initial state of the scrambler (seed) shall be [001 1011], where the left end bit specifies the value to place in the first delay element ( $Z^1$ ) in Figure 131, and the right end bit specifies the value to place in the last delay element ( $Z^7$ ).

#### 18.2.3.9 Short PLCP SFD field (shortSFD)

The shortSFD shall be a 16-bit field and be the time reverse of the field of the SFD in the long PLCP preamble (18.2.3.2). The field is the bit pattern 0000 0101 1100 1111. The right end bit shall be transmitted first in time. A receiver not configured to use the short header option will not detect this SFD.

#### 18.2.3.10 Short PLCP SIGNAL field (shortSIGNAL)

The 8-bit SIGNAL field of the short header indicates to the PHY the data rate that shall be used for transmission (and reception) of the PSDU. A PHY operating with the HR/DSSS/short option supports three mandatory rates given by the following 8-bit words, where the lsb shall be transmitted first in time and the number represents the rate in units of 100 kBit/s:

- a) X'14' (msb to lsb) for 2 Mbits/s;
- b) X'37' (msb to lsb) for 5.5 Mbits/s;
- c) X'6E' (msb to lsb) for 11 Mbits/s.

#### 18.2.3.11 Short PLCP SERVICE field (shortSERVICE)

The SERVICE field in the short header shall be the same as the SERVICE field described in 18.2.3.4.

#### 18.2.3.12 Short PLCP LENGTH field (shortLENGTH)

The LENGTH field in the short header shall be the same as the LENGTH field described in 18.2.3.5

#### 18.2.3.13 Short CCITT CRC-16 field (shortCRC)

The CRC in the short header shall be the same as the CRC field defined in 18.2.3.6. The CRC-16 is calculated over the shortSIGNAL, shortSERVICE, and shortLENGTH fields.

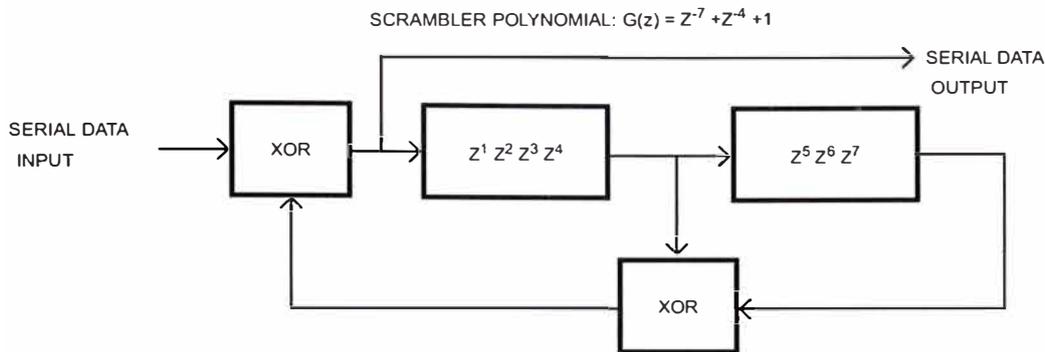
#### 18.2.3.14 Short PLCP data modulation and modulation rate change

The short PLCP preamble shall be transmitted using the 1 Mbit/s DBPSK modulation. The short PLCP header shall be transmitted using the 2 Mbit/s modulation. The SIGNAL and SERVICE fields combined shall indicate the modulation that shall be used to transmit the PSDU. The SIGNAL field indicates the rate, and the SERVICE field indicates the modulation. The transmitter and receiver shall initiate the modulation and rate indicated by the SIGNAL and SERVICE fields, starting with the first octet of the PSDU. The PSDU transmission rate shall be set by the DATARATE parameter in the TXVECTOR, issued with the PHY-TXSTART.request primitive described in 18.4.4.1.

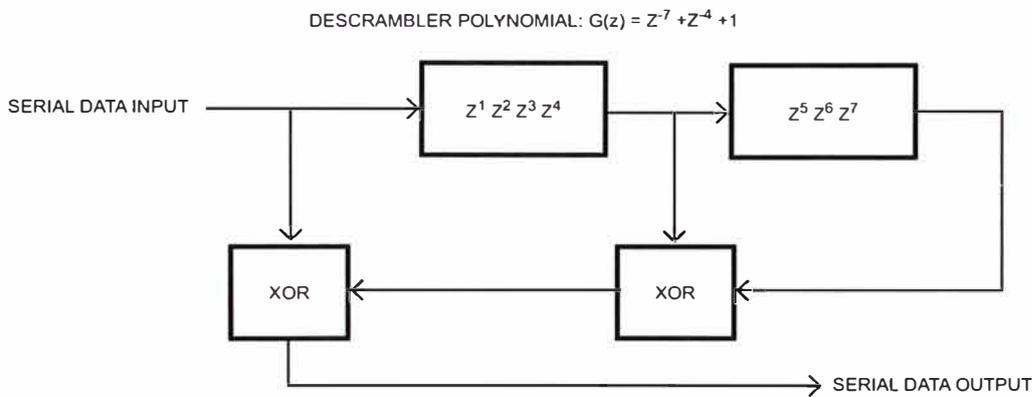
#### 18.2.4 PLCP/High Rate PHY data scrambler and descrambler

The polynomial  $G(z) = z^{-7} + z^{-4} + 1$  shall be used to scramble all bits transmitted. The feedthrough configuration of the scrambler and descrambler is self-synchronizing, which requires no prior knowledge of the transmitter initialization of the scrambler for receive processing. Figure 131 and Figure 132 show typical implementations of the data scrambler and descrambler, but other implementations are possible.

The scrambler shall be initialized as specified in 18.2.3.8 for the short PLCP and 18.2.3.1 for the long PLCP. For a Long Preamble, this shall result in the scrambler registers  $Z^1$  through  $Z^7$  in Figure 131 having the data pattern [1101100] (i.e.,  $Z^1 = 1 \dots Z^7 = 0$ ) when the scrambler is first started. The scrambler shall be initialized with the reverse pattern [0011011] when transmitting the optional Short Preamble.



**Figure 131 – Data scrambler**



**Figure 132 – Data descrambler**

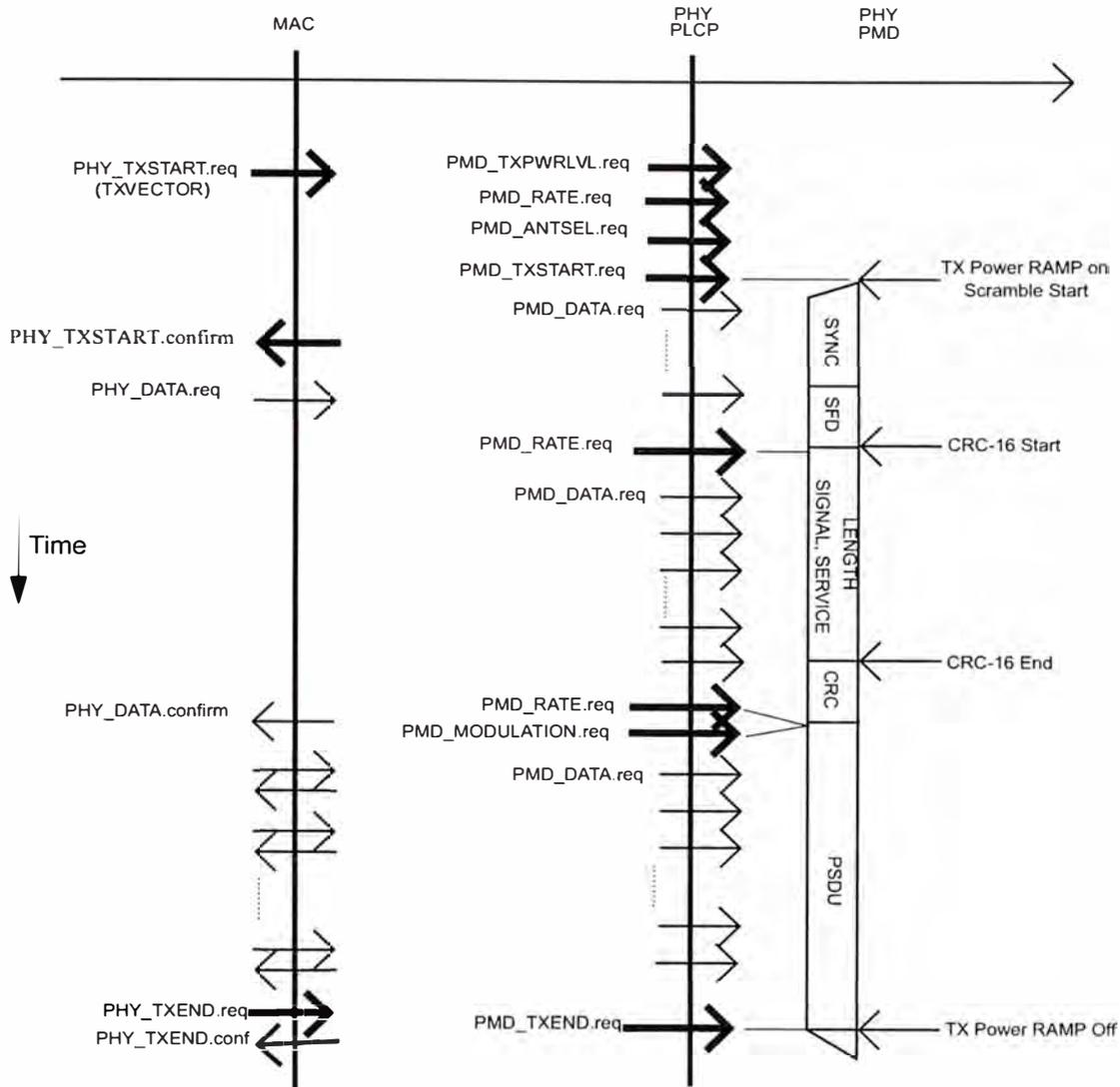
### 18.2.5 PLCP transmit procedure

The transmit procedures for a High Rate PHY using the long PLCP preamble and header are the same as those described in IEEE Std 802.11, 1999 Edition (15.2.7 and 15.2.8), and do not change apart from the ability to transmit 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s.

The procedures for a transmitter employing HR/DSSS/short and HR/DSSS/PBCC/short are the same except for length and rate changes. The decision to use a long or short PLCP is beyond the scope of this standard.

The PLCP transmit procedure is shown in Figure 133.

A PHY-TXSTART.request (TXVECTOR) primitive will be issued by the MAC to start the transmission of a PPDU. In addition to DATARATE and LENGTH, other transmit parameters such as PREAMBLE\_TYPE and MODULATION are set via the PHY-SAP with the PHY-TXSTART.request (TXVECTOR), as described in 18.3.5. The SIGNAL, SERVICE, and LENGTH fields of the PLCP header are calculated as described in 18.2.3.



**Figure 133—PLCP transmit procedure**

The PLCP shall issue PMD\_ANTSEL, PMD\_RATE, and PMD\_TXPWRLVL primitives to configure the PHY. The PLCP shall then issue a PMD\_TXSTART.request, and the PHY entity shall immediately initiate data scrambling and transmission of the PLCP preamble based on the parameters passed in the PHY-TXSTART.request primitive. The time required for TX power on ramp, described in 18.4.7.6, shall be included in the PLCP synchronization field. Once the PLCP preamble transmission is complete, data shall be exchanged between the MAC and the PHY by a series of PHY-DATA.request (DATA) primitives issued by the MAC and PHY-DATA.confirm primitives issued by the PHY. The modulation and rate change, if any, shall be initiated with the first data symbol of the PSDU, as described in 18.2.3.7 and 18.2.3.14. The PHY proceeds with PSDU transmission through a series of data octet transfers from the MAC. At the PMD layer, the data octets are sent in lsb-to-msb order and presented to the PHY layer through PMD\_DATA.request primitives. Transmission can be prematurely terminated by the MAC through the primitive PHY-TXEND.request. PHY-TXSTART shall be disabled by the issuance of the PHY-TXEND.request. Normal termination occurs after the transmission of the final bit of the last PSDU octet, calculated from the number

supplied in the PHY preamble LENGTH and SERVICE fields using the equations specified in 18.2.3.5. The PPDU transmission shall be completed and the PHY entity shall enter the receive state (i.e., PHY-TXSTART shall be disabled). It is recommended that modulation continue during power-down to prevent radiating a continuous wave (CW) carrier. Each PHY-TXEND.request is acknowledged with a PHY-TXEND.confirm primitive from the PHY.

A typical state machine implementation of the PLCP transmit procedure is provided in Figure 134.

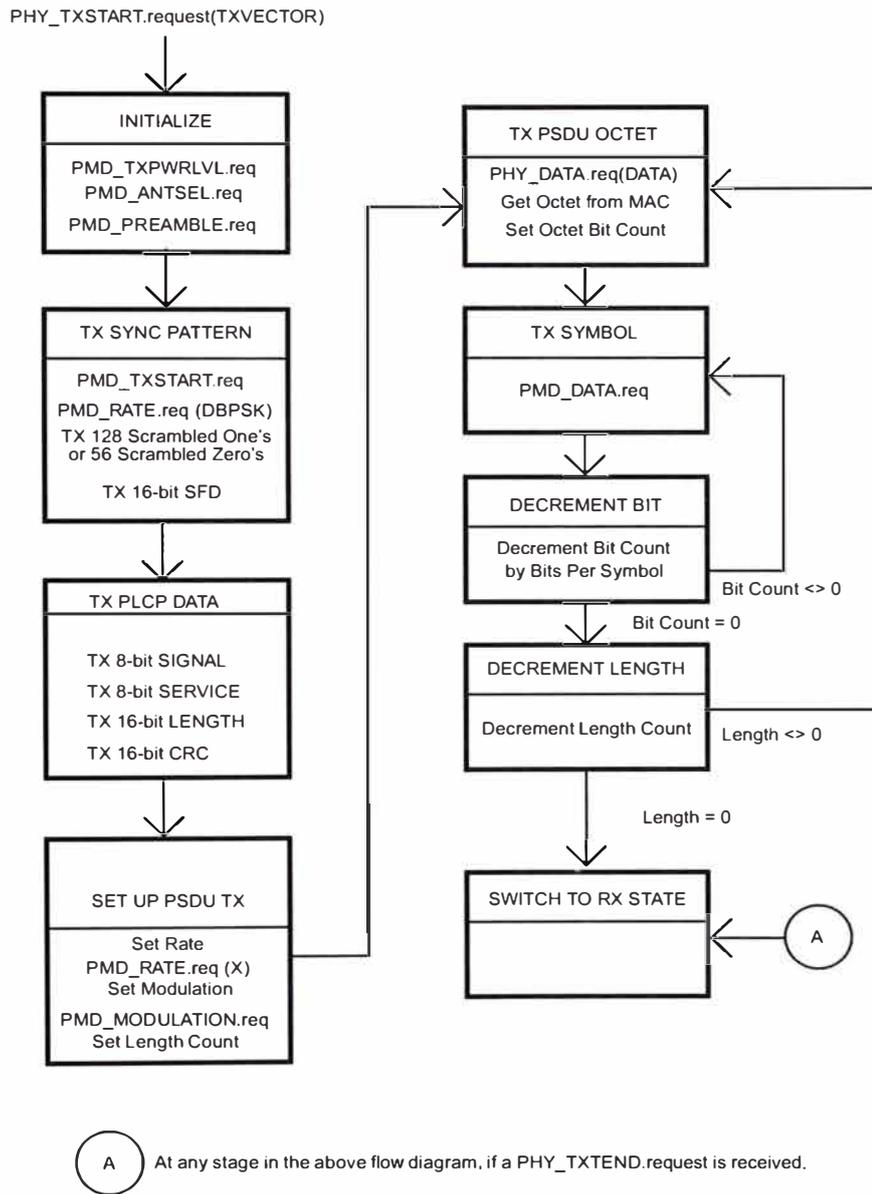


Figure 134—PLCP transmit state machine

### 18.2.6 PLCP receive procedure

The receive procedures for receivers configured to receive the mandatory and optional PLCPs, rates, and modulations are described in this subclause. A receiver that supports this High Rate extension of the standard is capable of receiving 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s, in addition to 1 Mbit/s and 2 Mbit/s. If the PHY implements the Short Preamble option, it shall detect both short and Long Preamble formats and indicate which type of preamble was received in the RXVECTOR. If the PHY implements the PBCC Modulation option, it shall detect either CCK or PBCC Modulations, as indicated in the SIGNAL field, and shall report the type of modulation used in the RXVECTOR.

The receiver shall implement the CCA procedure as defined in 18.4.8.4. Upon receiving a PPDU, the receiver shall distinguish between a long and short header format by the value of the SFD, as specified in 18.2.2. The receiver shall demodulate a long PLCP header using BPSK at 1 Mbit/s. The receiver shall demodulate a short PLCP header using QPSK at 2 Mbit/s. The receiver shall use the SIGNAL and SERVICE fields of the PLCP header to determine the data rate and modulation of the PSDU.

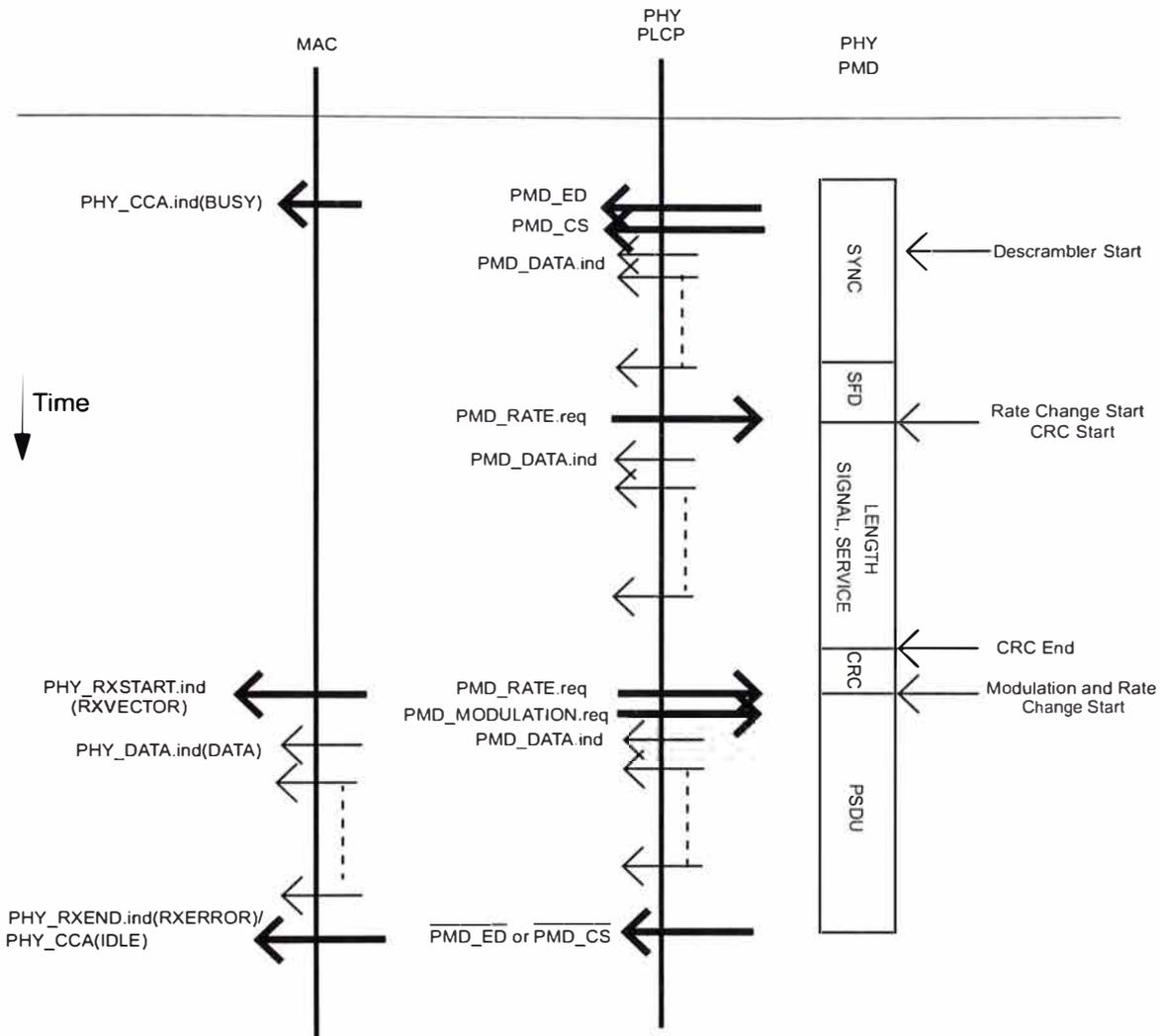
The PLCP receive procedure is shown in Figure 135. In order to receive data, the PHY-TXSTART.request shall be disabled so that the PHY entity is in the receive state. Further, through station management via the PLME, the PHY shall be set to the appropriate channel and the CCA method chosen. Other receive parameters, such as receive signal strength indication (RSSI), signal quality (SQ), and indicated DATARATE, may be accessed via the PHY-SAP.

Upon receiving the transmitted energy, according to the selected CCA mode, the PMD\_ED shall be enabled (according to 18.4.8.4) as the RSSI strength reaches the ED\_THRESHOLD, and/or PMD\_CS shall be enabled after code lock is established. These conditions are used to indicate activity to the MAC via PHY-CCA.indicate, according to 18.4.8.4. PHY-CCA.indicate(BUSY) shall be issued for energy detection and/or code lock prior to correct reception of the PLCP header. The PMD primitives, PMD\_SQ and PMD\_RSSI, are issued to update the RSSI and SQ parameters reported to the MAC.

After PHY-CCA.indicate is issued, the PHY entity shall begin searching for the SFD field. Once the SFD field is detected, CCITT CRC-16 processing shall be initiated and the PLCP SIGNAL, SERVICE, and LENGTH fields shall be received. The CCITT CRC-16 FCS shall be processed. If the CCITT CRC-16 FCS check fails, the PHY receiver shall return to the RX IDLE state, as depicted in Figure 136. Should the status of CCA return to the IDLE state during reception prior to completion of the full PLCP processing, the PHY receiver shall return to the RX IDLE state.

If the PLCP header reception is successful (and the SIGNAL field is completely recognizable and supported), a PHY-RXSTART.indicate(RXVECTOR) shall be issued. The RXVECTOR associated with this primitive includes

- a) The SIGNAL field;
- b) The SERVICE field;
- c) The PSDU length in octets (calculated from the LENGTH field in microseconds and the DATARATE in Mbit/s, in accordance with the formula in 18.2.3.5);
- d) RXPREAMBLE\_TYPE (which is an enumerated type taking on values SHORTPREAMBLE or LONGPREAMBLE);
- e) The antenna used for receive (RX\_ANTENNA), RSSI, and SQ.



**Figure 135—PLCP receive procedure**

The received PSDU bits are assembled into octets and presented to the MAC using a series of PHY-DATA.indicate (DATA) primitive exchanges. The rate and modulation change indicated in the SIGNAL field shall be initiated with the first symbol of the PSDU, as described in 18.2.5. The PHY proceeds with PSDU reception. After reception of the final bit of the last PSDU octet, indicated by the PLCP preamble LENGTH field, the receiver shall be returned to the RX IDLE state shown in Figure 136.

A PHY-RXEND.indicate (NoError) primitive shall be issued. A PHY-CCA.indicate (IDLE) primitive shall be issued following a change in PHYCS (PHY carrier sense) and/or PHYED (PHY energy detection) according to the selected CCA method.

In the event that a change in PHYCS or PHYED would cause the status of CCA to return to the IDLE state before the complete reception of the PSDU, as indicated by the PLCP LENGTH field, the error condition PHY-RXEND.indicate (CarrierLost) shall be reported to the MAC. The High Rate PHY shall ensure that the CCA indicates a busy medium for the intended duration of the transmitted PPDU.

If the PLCP header is successful, but the indicated rate or modulation in the SIGNAL and SERVICE fields is not within the capabilities of the receiver, a PHY-RXSTART.indicate shall not be issued. The PHY shall issue the error condition PHY-RXEND.indicate (UnsupportedRate). If the PLCP header is invalid, a PHY-RXSTART.indicate shall not be issued, and the PHY shall issue the error condition PHY-RXEND.indicate (FormatViolation). Also, in both cases, the High Rate PHY shall ensure that the CCA indicates a busy medium for the intended duration of the transmitted PSDU, as indicated by the LENGTH field. The intended duration is indicated by the LENGTH field ( $LENGTH \times 1 \mu s$ ).

A typical state machine implementation of the PLCP receive procedure is shown in Figure 136.

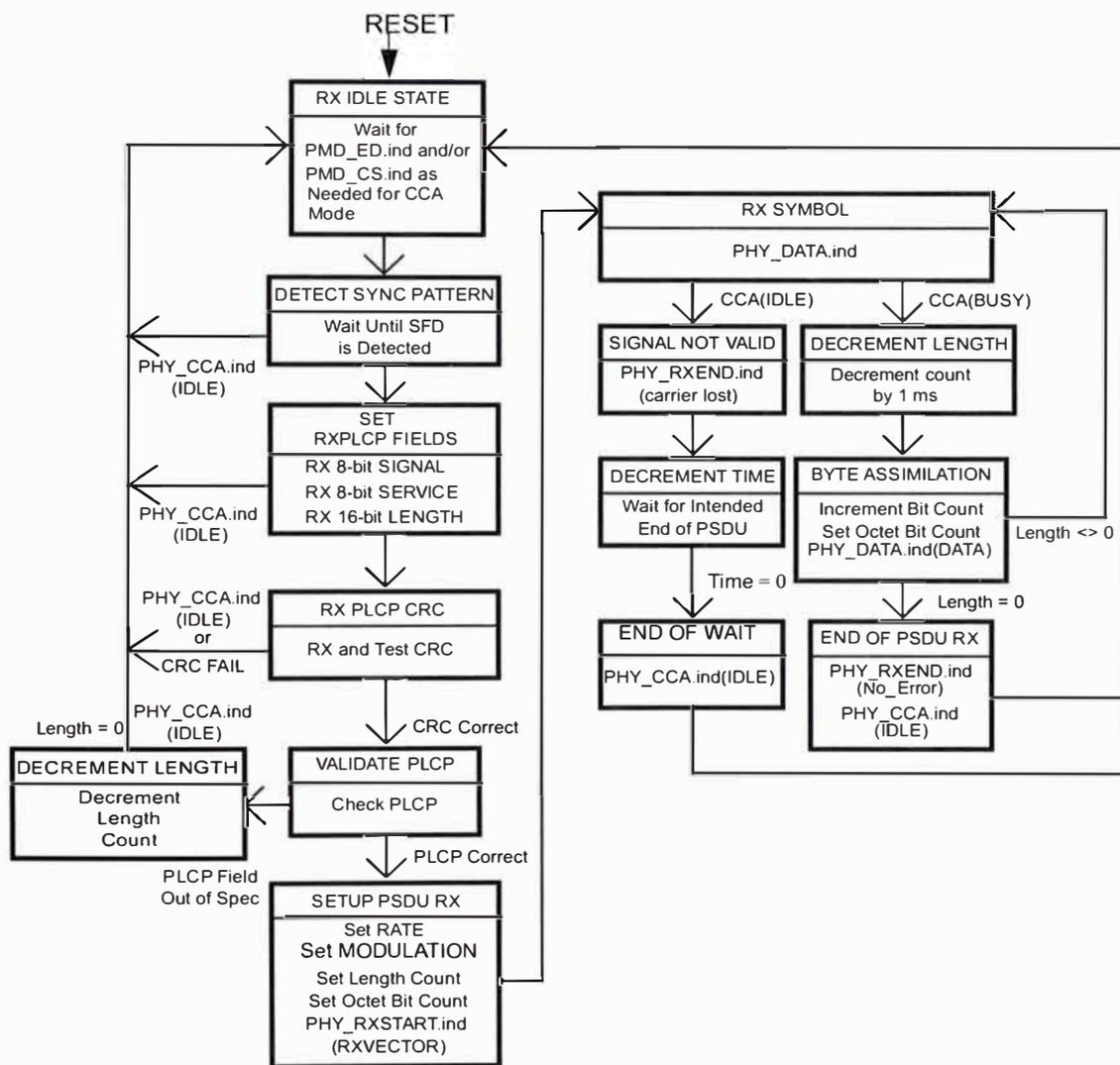


Figure 136—PLCP receive state machine

## 18.3 High Rate PLME

### 18.3.1 PLME\_SAP sublayer management primitives

Table 100 lists the MIB attributes that may be accessed by the PHY sublayer entities and intralayer or higher layer management entities (LMEs). These attributes are accessed via the PLME-GET, PLME-SET, and PLME-RESET primitives defined in Clause 10 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

### 18.3.2 High Rate PHY MIB

All High Rate PHY MIB attributes are defined in Annex D of IEEE Std 802.11, 1999 Edition, with specific values defined in Table 100.

**Table 100—MIB attribute default values/ranges**

Managed object	Default value/range	Operational semantics
<b>dot11PhyOperationTable</b>		
dot11PHYType	High Rate-2.4 (X'05')	Static
dot11TempType	Implementation dependent	Static
dot11CurrentRegDomain	Implementation dependent	Static
dot11ShortPreambleOptionImplemented	Implementation dependent	Static
dot11PBCCOptionImplemented	Implementation dependent	Static
dot11ChannelAgilityPresent	Implementation dependent	Static
dot11ChannelAgilityEnabled	False/Boolean	Dynamic
<b>dot11PhyAntennaTable</b>		
dot11CurrentTxAntenna	Implementation dependent	Dynamic
dot11DiversitySupport	Implementation dependent	Static
dot11CurrentRxAntenna	Implementation dependent	Dynamic
<b>dot11PhyTxPowerTable</b>		
dot11NumberSupportedPowerLevels	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel1	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel2	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel3	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel4	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel5	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel6	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel7	Implementation dependent	Static
dot11TxPowerLevel8	Implementation dependent	Static
dot11CurrentTxPowerLevel	Implementation dependent	Dynamic
<b>dot11PhyDSSSTable</b>		
dot11CurrentChannel	Implementation dependent	Dynamic
dot11CCAModeSupported	Implementation dependent	Static
dot11CurrentCCAMode	Implementation dependent	Dynamic
dot11EDThreshold	Implementation dependent	Dynamic

**Table 100—MIB attribute default values/ranges (continued)**

Managed object	Default value/range	Operational semantics
<b>dot11AntennasListTable</b>		
dot11SupportTxAntenna	Implementation dependent	Static
dot11SupportRxAntenna	Implementation dependent	Static
dot11DiversitySelectionRx	Implementation dependent	Dynamic
<b>dot11RegDomainsSupportedTable</b>		
dot11RegDomainsSupported	Implementation dependent	Static
dot11SupportedDataRatesTx	Table Tx X'02', X'04', X'0B', X'16'	Static
dot11SupportedDataRatesRx	Table Rx X'02', X'04', X'0B', X'16'	Static
NOTE—The column titled “Operational semantics” contains two types: static and dynamic. Static MIB attributes are fixed and cannot be modified for a given PHY implementation. Dynamic MIB attributes can be modified by some management entities.		

### 18.3.3 DS PHY characteristics

The static DS PHY characteristics, provided through the PLME-CHARACTERISTICS service primitive, are shown in Table 101. The definitions of these characteristics are in 10.4.3 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

### 18.3.4 High Rate TXTIME calculation

The value of the TXTIME parameter returned by the PLME-TXTIME.confirm primitive shall be calculated according to the following equation:

$$\text{TXTIME} = \text{PreambleLength} + \text{PLCPHeaderTime} + \text{Ceiling}(((\text{LENGTH} + \text{PBCC}) \times 8) / \text{DATARATE})$$

where

LENGTH and DATARATE are values from the TXVECTOR parameter of the corresponding PLME-TXTIME.request primitive;

LENGTH is in units of octets;

DATARATE is in units of Mbit/s;

Ceiling is a function that returns the smallest integer value greater than or equal to its argument value;

PBCC has a value of 1 if the SIGNAL value from the TXVECTOR parameter specifies PBCC and has a value of 0 otherwise;

The value of PreambleLength is 144  $\mu\text{s}$  if the TXPREAMBLE\_TYPE value from the TXVECTOR parameter indicates “LONGPREAMBLE,” or 72  $\mu\text{s}$  if the TXPREAMBLE\_TYPE value from the TXVECTOR parameter indicates “SHORTPREAMBLE”;

The value of PLCPHeaderTime is 48  $\mu\text{s}$  if the TXPREAMBLE\_TYPE value from the TXVECTOR parameter indicates “LONGPREAMBLE,” or 24  $\mu\text{s}$  if the TXPREAMBLE\_TYPE value from the TXVECTOR parameter indicates “SHORTPREAMBLE.”

**Table 101—High Rate PHY characteristics**

Characteristic	Value
aSlotTime	20 $\mu$ s
aSIFSTime	10 $\mu$ s
aCCATime	$\leq 15$ $\mu$ s
aRxTxTurnaroundTime	$\leq 5$ $\mu$ s
aTxPLCPDelay	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aRxTxTurnaroundTime are met.
aRxPLCPDelay	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aSIFSTime and aCCATime are met.
aRxTxSwitchTime	$\leq 5$ $\mu$ s
aTxRampOnTime	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aRxTxTurnaroundTime are met.
aTxRampOffTime	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aSIFSTime are met.
aTxRFDelay	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aRxTxTurnaroundTime are met.
aRxRFDelay	Implementors may choose any value for this delay as long as the requirements of aSIFSTime and aCCATime are met.
aAirPropagationTime	1 $\mu$ s
aMACProcessingDelay	0 (not applicable)
aPreambleLength	144 $\mu$ s
aPLCPHeaderLength	48 bits
aMPUMaxLength	$14 \leq x \leq (2^{12} - 1)$
aCWmin	31
aCWmax	1023

### 18.3.5 Vector descriptions

Several service primitives include a parameter vector. These vectors are a list of parameters as described in Table 102. DATARATE and LENGTH are described in 12.3.4.4 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition. The remaining parameters are considered to be management parameters and are specific to this PHY.

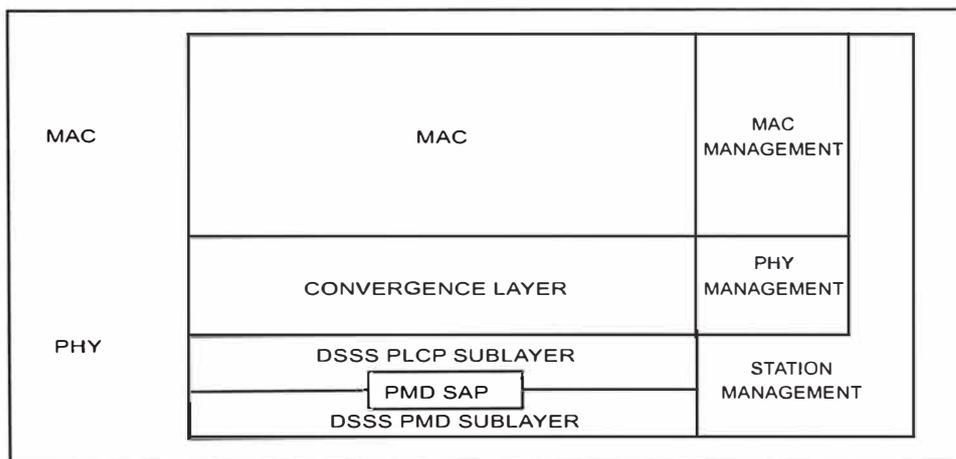
**Table 102—Parameter vectors**

Parameter	Associated vector	Value
DATARATE	RXVECTOR, TXVECTOR	The rate used to transmit the PSDU in Mbit/s.
LENGTH	RXVECTOR, TXVECTOR	The length of the PSDU in octets.
PREAMBLE_TYPE	RXVECTOR, TXVECTOR	The preamble used for the transmission of this PPDU. This is an enumerated type that can take the value SHORTPREAMBLE or LONGPREAMBLE.
MODULATION	RXVECTOR, TXVECTOR	The modulation used for the transmission of this PSDU. This is an integer where 0 means CCK and 1 means PBCC.

## 18.4 High Rate PMD sublayer

### 18.4.1 Scope and field of application

Subclause 18.4 describes the PMD services provided to the PLCP for the High Rate PHY. Also defined in this subclause are the functional, electrical, and RF characteristics required for interoperability of implementations conforming to this specification. The relationship of this specification to the entire High Rate PHY is shown in Figure 137.



**Figure 137—Layer reference model**

### 18.4.2 Overview of service

The High Rate PMD sublayer accepts PLCP sublayer service primitives and provides the actual means by which data is transmitted or received from the medium. The combined functions of the High Rate PMD sublayer primitives and parameters for the receive function result in a data stream, timing information, and

associated received signal parameters being delivered to the PLCP sublayer. A similar functionality is provided for data transmission.

### 18.4.3 Overview of interactions

The primitives associated with the PLCP sublayer to the High Rate PMD fall into two basic categories

- a) Service primitives that support PLCP peer-to-peer interactions;
- b) Service primitives that have local significance and that support sublayer-to-sublayer interactions.

### 18.4.4 Basic service and options

All of the service primitives described in this subclause are considered mandatory, unless otherwise specified.

#### 18.4.4.1 PMD\_SAP peer-to-peer service primitives

Table 103 indicates the primitives for peer-to-peer interactions.

**Table 103—PMD\_SAP peer-to-peer service primitives**

Primitive	Request	Indicate	Confirm	Response
PMD_DATA	X	X	—	—

#### 18.4.4.2 PMD\_SAP sublayer-to-sublayer service primitives

Table 104 indicates the primitives for sublayer-to-sublayer interactions.

**Table 104—PMD\_SAP sublayer-to-sublayer service primitives**

Primitive	Request	Indicate	Confirm	Response
PMD_TXSTART	X	—	—	—
PMD_TXEND	X	—	—	—
PMD_ANTSEL	X	X	—	—
PMD_TXPWRLVL	X	—	—	—
PMD_MODULATION	X	X	—	—
PMD_PREAMBLE	X	X	—	—
PMD_RATE	X	X	—	—
PMD_RSSI	—	X	—	—
PMD_SQ	—	X	—	—
PMD_CS	—	X	—	—
PMD_ED	X	X	—	—

### 18.4.5 PMD\_SAP detailed service specification

The following subclauses describe the services provided by each PMD primitive.

#### 18.4.5.1 PMD\_DATA.request

##### 18.4.5.1.1 Function

This primitive defines the transfer of data from the PLCP sublayer to the PMD entity.

##### 18.4.5.1.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value (Mbits/s)	Description
TXD_UNIT	PMD_DATA.request	0,1: 1 00,01,11,10:2 X'0'-X'F': 5.5 X'00'-X'FF': 11	This parameter represents a single block of data which, in turn, is used by the PMD to be differentially encoded into a transmitted symbol. The symbol itself is spread by the PN code prior to transmission.

##### 18.4.5.1.3 When generated

This primitive is generated by the PLCP sublayer to request transmission of a symbol. The data clock for this primitive is supplied by the PMD layer based on the PN code repetition.

##### 18.4.5.1.4 Effect of receipt

The PMD performs the differential encoding, PN code modulation, and transmission of data.

#### 18.4.5.2 PMD\_DATA.indicate

##### 18.4.5.2.1 Function

This primitive defines the transfer of data from the PMD entity to the PLCP sublayer.

##### 18.4.5.2.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value (Mbits/s)	Description
RXD_UNIT	PMD_DATA.indicate	0,1: 1 00,01,11,10:2 X'0' - X'F': 5.5 X'00' - X'FF': 11	This parameter represents a single symbol that has been demodulated by the PMD entity.

**18.4.5.2.3 When generated**

This primitive, which is generated by the PMD entity, forwards received data to the PLCP sublayer. The data clock for this primitive is supplied by the PMD layer based on the PN code repetition.

**18.4.5.2.4 Effect of receipt**

The PLCP sublayer either interprets the bit or bits that are recovered as part of the PLCP convergence procedure, or passes the data to the MAC sublayer as part of the PSDU.

**18.4.5.3 PMD\_MODULATION.request****18.4.5.3.1 Function**

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, selects the modulation code that is used by the High Rate PHY for transmission.

**18.4.5.3.2 Semantics of the service primitive**

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
MODULATION	PMD_MODULATION.request PMD_MODULATION.indicate	1 MbBarker, 2 MbBarker, 5.5 CCK, 11 CCK, 5.5 PBCC, or 11 PBCC	In Receive mode, the MODULATION parameter informs the PLCP layer which PHY data modulation was used to process the PSDU portion of the PPDU. Subclause 18.4.6.3 provides further information on the High Rate PHY modulation codes.

**18.4.5.3.3 When generated**

This primitive is generated by the PLCP sublayer to change or set the current High Rate PHY modulation code used for the PSDU portion of a PPDU. The PMD\_MODULATION.request primitive is normally issued prior to issuing the PMD\_TXSTART command.

**18.4.5.3.4 Effect of receipt**

The receipt of PMD\_MODULATION selects the modulation that is used for all subsequent PSDU transmissions. This code is used for transmission only. The High Rate PHY shall still be capable of receiving all the required High Rate PHY modulations. This primitive, which is generated by the PMD entity, sets the state of the PHY for demodulation of the appropriate modulation.

**18.4.5.4 PMD\_PREAMBLE.request****18.4.5.4.1 Function**

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, selects the preamble mode that is used by the High Rate PHY for transmission.

#### 18.4.5.4.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
PREAMBLE	PMD_PREAMBLE.request	'0' for long '1' for short	PREAMBLE selects which of the High Rate PHY preamble types is used for PLCP transmission. Subclause 18.2.2 provides further information on the High Rate PHY preamble modes.

#### 18.4.5.4.3 When generated

This primitive is generated by the PLCP sublayer to change or set the current High Rate PHY preamble mode used for the PLCP portion of a PPDU. The PMD\_PREAMBLE.request primitive is normally issued prior to issuing the PMD\_TXSTART command.

#### 18.4.5.4.4 Effect of receipt

The receipt of PMD\_PREAMBLE selects the preamble mode that is used for all subsequent PSDU transmissions. This mode is used for transmission only. The High Rate PHY shall still be capable of receiving all the required High Rate PHY preambles. This primitive sets the state of the PHY for modulation of the appropriate mode.

#### 18.4.5.5 PMD\_PREAMBLE.indicate

##### 18.4.5.5.1 Function

This primitive, which is generated by the PMD sublayer, indicates which preamble mode was used to receive the PLCP portion of the PPDU.

##### 18.4.5.5.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
PREAMBLE	PMD_PREAMBLE.indicate	'0' for long '1' for short	In RECEIVE mode, the PREAMBLE parameter informs the PLCP layer which of the High Rate PHY preamble modes was used to send the PLCP portion of the PPDU.

#### 18.4.5.5.3 When generated

This primitive is generated by the PMD sublayer when the PLCP preamble has been properly detected.

#### 18.4.5.5.4 Effect of receipt

This parameter is provided to the PLCP layer for information only.

#### 18.4.5.6 PMD\_TXSTART.request

##### 18.4.5.6.1 Function

As a result of receiving a PHY\_DATA.request from the MAC, the PLCP issues this primitive, which initiates PPDU transmission by the PMD layer.

##### 18.4.5.6.2 Semantics of the service primitive

This primitive has no parameters.

##### 18.4.5.6.3 When generated

This primitive is generated by the PLCP sublayer to initiate the PMD layer transmission of the PPDU. The PHY\_DATA.request primitive is provided to the PLCP sublayer prior to issuing the PMD\_TXSTART command.

##### 18.4.5.6.4 Effect of receipt

PMD\_TXSTART initiates transmission of a PPDU by the PMD sublayer.

#### 18.4.5.7 PMD\_TXEND.request

##### 18.4.5.7.1 Function

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, ends PPDU transmission by the PMD layer.

##### 18.4.5.7.2 Semantics of the service primitive

This primitive has no parameters.

##### 18.4.5.7.3 When generated

This primitive is generated by the PLCP sublayer to terminate the PMD layer transmission of the PPDU.

##### 18.4.5.7.4 Effect of receipt

PMD\_TXEND terminates transmission of a PPDU by the PMD sublayer.

#### 18.4.5.8 PMD\_ANTSEL.request

##### 18.4.5.8.1 Function

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, selects the antenna used by the PHY for transmission or reception (when diversity is disabled).

### 18.4.5.8.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters

Parameter	Associated primitive	Value	Description
ANT_STATE	PMD_ANTSEL.request PMD_ANTSEL.indicate	1 to 256	ANT_STATE selects which of the available antennas should be used for transmit. The number of available antennas is determined from the MIB table parameters, aSuprtRxAntennas and aSuprtTxAntennas.

### 18.4.5.8.3 When generated

This primitive is generated by the PLCP sublayer to select a specific antenna for transmission (or reception when diversity is disabled).

### 18.4.5.8.4 Effect of receipt

PMD\_ANTSEL immediately selects the antenna specified by ANT\_STATE.

### 18.4.5.9 PMD\_TXPWRLVL.request

#### 18.4.5.9.1 Function

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, selects the power level used by the PHY for transmission.

### 18.4.5.9.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
TXPWR_LEVEL	PHY-TXPWR_LEVEL.request	0, 1, 2, 3 (maximum of 4 levels)	TXPWR_LEVEL selects which of the optional transmit power levels should be used for the current PPDU transmission. The number of available power levels is determined by the MIB parameter dot11NumberSupportedPowerLevels. Subclause 18.4.7.2 provides further information on the optional High Rate PHY power-level control capabilities.

**18.4.5.9.3 When generated**

This primitive is generated by the PLCP sublayer to select a specific transmit power. This primitive is applied prior to setting PMD\_TXSTART to the transmit state.

**18.4.5.9.4 Effect of receipt**

PMD\_TXPWRLVL immediately sets the transmit power level given by TXPWR\_LEVEL.

**18.4.5.10 PMD\_RATE.request****18.4.5.10.1 Function**

This primitive, which is generated by the PHY PLCP sublayer, selects the data rate that shall be used by the High Rate PHY for transmission.

**18.4.5.10.2 Semantics of the service primitive**

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value (Mbits/s)	Description
RATE	PMD_RATE.indicate PMD_RATE.request	X'0A' for 1 X'14' for 2 X'37' for 5.5 X'6E' for 11	RATE selects which of the High Rate PHY data rates is used for PSDU transmission. Subclause 18.4.6.3 provides further information on the High Rate PHY data rates. The High Rate PHY rate change capability is described in 18.2.

**18.4.5.10.3 When generated**

This primitive is generated by the PLCP sublayer to change or set the current High Rate PHY data rate used for the PSDU portion of a PPDU.

**18.4.5.10.4 Effect of receipt**

The receipt of PMD\_RATE selects the rate that is used for all subsequent PSDU transmissions. This rate is used for transmission only. The High Rate PHY shall still be capable of receiving all the required High Rate PHY data rates.

**18.4.5.11 PMD\_RSSI.indicate****18.4.5.11.1 Function**

This optional primitive may be generated by the PMD to provide the received signal strength to the PLCP.

#### 18.4.5.11.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
RSSI	PMD_RSSI.indicate	0–8 bits of RSSI	The RSSI is a measure of the RF energy received by the High Rate PHY.

#### 18.4.5.11.3 When generated

This primitive is generated by the PMD when the High Rate PHY is in the receive state. It is continuously available to the PLCP which, in turn, provides the parameter to the MAC entity.

#### 18.4.5.11.4 Effect of receipt

This parameter is provided to the PLCP layer for information only. The RSSI may be used in conjunction with SQ as part of a CCA scheme.

#### 18.4.5.12 PMD\_SQ.indicate

##### 18.4.5.12.1 Function

This optional primitive may be generated by the PMD to provide an indication of the SQ of the High Rate PHY PN code correlation to the PLCP. SQ is a measure of the quality of BARKER code lock, providing an effective measure during the full reception of a PLCP preamble and header.

##### 18.4.5.12.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters

Parameter	Associated primitive	Value	Description
SQ	PMD_SQ.indicate	0–8 bits of SQ	This primitive is a measure of the signal quality received by the HR/DSSS PHY.

##### 18.4.5.12.3 When generated

This primitive is generated by the PMD when the High Rate PHY is in the receive state and Barker code lock is achieved. It is continuously available to the PLCP which, in turn, provides the parameter to the MAC entity.

##### 18.4.5.12.4 Effect of receipt

This parameter is provided to the PLCP layer for information only. The SQ may be used in conjunction with RSSI as part of a CCA scheme.

**18.4.5.13 PMD\_CS.indicate**

This primitive, which is generated by the PMD, shall indicate to the PLCP layer that the receiver has acquired (locked) the Barker code and data is being demodulated.

**18.4.5.13.1 Function**

This primitive, which is generated by the PMD, shall indicate to the PLCP layer that the receiver has acquired (locked) the Barker code and data is being demodulated.

**18.4.5.13.2 Semantics of the service primitive**

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
PMD_CS	PMD_CS.indicate	'0' for DISABLED '1' for ENABLED	The PMD_CS (carrier sense) primitive, in conjunction with PMD_ED, provide CCA status through the PLCP layer PHY-CCA primitive. PMD_CS indicates a binary status of ENABLED or DISABLED. PMD_CS is ENABLED when the correlator SQ indicated in PMD_SQ is greater than the correlation threshold. PMD_CS is DISABLED when the PMD_SQ falls below the correlation threshold.

**18.4.5.13.3 When generated**

This primitive is generated by the PMD sublayer when the High Rate PHY is receiving a PPDU and the PN code has been acquired.

**18.4.5.13.4 Effect of receipt**

This indicator is provided to the PLCP for forwarding to the MAC entity for information purposes through the PHYCCA indicator. This parameter shall indicate that the RF medium is busy and occupied by a High Rate PHY signal. The High Rate PHY should not be placed into the transmit state when PMD\_CS is ENABLED.

#### 18.4.5.14 PMD\_ED.indicate

##### 18.4.5.14.1 Function

This optional primitive may be generated by the PMD to provide an indication that the receiver has detected RF energy indicated by the PMD\_RSSI primitive that is above a predefined threshold.

##### 18.4.5.14.2 Semantics of the service primitive

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
PMD_ED	PMD_ED.indicate	'0' for DISABLED '1' for ENABLED	The PMD_ED (energy detect) primitive, along with the PMD_SQ, provides CCA status at the PLCP layer through the PHYCCA primitive. PMD_ED indicates a binary status of ENABLED or DISABLED. PMD_ED is ENABLED when the RSSI indicated in PMD_RSSI is greater than the ED_THRESHOLD parameter. PMD_ED is DISABLED when the PMD_RSSI falls below the energy detect threshold.

##### 18.4.5.14.3 When generated

This primitive is generated by the PHY sublayer when the PHY is receiving RF energy from any source that exceeds the ED\_THRESHOLD parameter.

##### 18.4.5.14.4 Effect of receipt

This indicator is provided to the PLCP for forwarding to the MAC entity for information purposes through the PMD\_ED indicator. This parameter shall indicate that the RF medium may be busy with an RF energy source that is not High Rate PHY compliant. If a High Rate PHY source is being received, the PMD\_CS function is enabled shortly after the PMD\_ED function is enabled.

#### 18.4.5.15 PMD\_ED.request

##### 18.4.5.15.1 Function

This optional primitive may be generated by the PLCP to set a set a value for the energy detect ED\_THRESHOLD.

**18.4.5.15.2 Semantics of the service primitive**

This primitive provides the following parameters.

Parameter	Associated primitive	Value	Description
PMD_ED	PMD_ED.request	ED_THRESHOLD	ED_THRESHOLD is the threshold that the indicated RSSI should be greater than in order for PMD_ED to be enabled. PMD_ED is DISABLED when the PMD_RSSI falls below the energy detect threshold.

**18.4.5.15.3 When generated**

This primitive is generated by the PLCP sublayer to change or set the current High Rate PHY energy detect threshold.

**18.4.5.15.4 Effect of receipt**

The receipt of PMD\_ED immediately changes the energy detect threshold as set by the ED\_THRESHOLD parameter.

**18.4.6 PMD operating specifications, general**

Subclauses 18.4.6.1 through 18.4.6.14 provide general specifications for the High Rate PMD sublayer. These specifications apply to both the receive and transmit functions and general operation of a High Rate PHY.

**18.4.6.1 Operating frequency range**

The High Rate PHY shall operate in the 2.4–2.4835 GHz frequency range, as allocated by regulatory bodies in the USA and Europe, or in the 2.471–2.497 GHz frequency range, as allocated by regulatory authority in Japan.

**18.4.6.2 Number of operating channels**

The channel center frequencies and CHNL\_ID numbers shall be as shown in Table 105. The FCC (US), IC (Canada), and ETSI (Europe) specify operation from 2.4–2.4835 GHz. For Japan, operation is specified as 2.471–2.497 GHz. France allows operation from 2.4465–2.4835 GHz, and Spain allows operation from 2.445–2.475 GHz.

For each supported regulatory domain, all channels in Table 105 marked with an “X” shall be supported.

**Table 105—High Rate PHY frequency channel plan**

CHNL_ID	Frequency (MHz)	Regulatory domains					
		X'10' FCC	X'20' IC	X'30' ETSI	X'31' Spain	X'32' France	X'40' MKK
1	2412	X	X	X	—	—	—
2	2417	X	X	X	—	—	—
3	2422	X	X	X	—	—	—
4	2427	X	X	X	—	—	—
5	2432	X	X	X	—	—	—
6	2437	X	X	X	—	—	—
7	2442	X	X	X	—	—	—
8	2447	X	X	X	—	—	—
9	2452	X	X	X	—	—	—
10	2457	X	X	X	X	X	—
11	2462	X	X	X	X	X	—
12	2467	—	—	X	—	X	—
13	2472	—	—	X	—	X	—
14	2484	—	—	—	—	—	X

In a multiple cell network topology, overlapping and/or adjacent cells using different channels can operate simultaneously without interference if the distance between the center frequencies is at least 25 MHz. Channel 14 shall be designated specifically for operation in Japan.

#### 18.4.6.3 Modulation and channel data rates

Four modulation formats and data rates are specified for the High Rate PHY. The basic access rate shall be based on 1 Mbit/s DBPSK modulation. The enhanced access rate shall be based on 2 Mbit/s DQPSK. The extended direct sequence specification defines two additional data rates. The High Rate access rates shall be based on the CCK modulation scheme for 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s. An optional PBCC mode is also provided for potentially enhanced performance.

#### 18.4.6.4 Spreading sequence and modulation for 1 and 2 Mbit/s

The following 11-chip Barker sequence shall be used as the PN code sequence for the 1 and 2 Mbit/s modulation:

+1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1

The leftmost chip shall be output first in time. The first chip shall be aligned at the start of a transmitted symbol. The symbol duration shall be exactly 11 chips long.

The DBPSK encoder for the basic access rate is specified in Table 106. The DQPSK encoder is specified in Table 107. (In these tables,  $+j\omega$  shall be defined as counterclockwise rotation.)

**Table 106—1 Mbit/s DBPSK encoding table**

Bit input	Phase change ( $+j\omega$ )
0	0
1	$\pi$

**Table 107—2 Mbit/s DQPSK encoding table**

Dibit pattern (d0,d1) (d0 is first in time)	Phase change ( $+j\omega$ )
00	0
01	$\pi/2$
11	$\pi$
10	$3\pi/2$ ( $-\pi/2$ )

#### 18.4.6.5 Spreading sequences and modulation for CCK modulation at 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s

For the CCK modulation modes, the spreading code length is 8 and is based on complementary codes. The chipping rate is 11 Mchip/s. The symbol duration shall be exactly 8 complex chips long.

The following formula shall be used to derive the CCK code words that shall be used for spreading both 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s:

$$c = \{e^{j(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4)}, e^{j(\varphi_1 + \varphi_3 + \varphi_4)}, e^{j(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_4)}, -e^{j(\varphi_1 + \varphi_4)}, e^{j(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)}, e^{j(\varphi_1 + \varphi_3)}, -e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)}, e^{j\varphi_1}\} \quad (1)$$

where C is the code word

$$C = \{c_0 \text{ to } c_7\}$$

The terms:  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ , and  $\varphi_4$  are defined in 18.4.6.5.2 for 5.5 Mbit/s and 18.4.6.5.3 for 11 Mbit/s.

This formula creates 8 complex chips ( $c_0$  to  $c_7$ ), where  $c_0$  is transmitted first in time.

This is a form of the generalized Hadamard transform encoding, where  $\varphi_1$  is added to all code chips,  $\varphi_2$  is added to all odd code chips,  $\varphi_3$  is added to all odd pairs of code chips, and  $\varphi_4$  is added to all odd quads of code chips.

The term  $\phi_1$  modifies the phase of all code chips of the sequence and shall be DQPSK encoded for 5.5 Mbit/s and 11 Mbit/s. This shall take the form of rotating the whole symbol by the appropriate amount relative to the phase of the preceding symbol. Note that the chip  $c_7$  of the symbol defined above is the chip that indicates the symbol's phase and is transmitted last.

#### 18.4.6.5.1 Cover code for CCK

The fourth and seventh chips are rotated  $180^\circ$  by a cover sequence to optimize the sequence correlation properties and minimize dc offsets in the codes. This can be seen by the minus sign on the fourth and seventh terms in Equation (1).

#### 18.4.6.5.2 CCK 5.5 Mbit/s modulation

At 5.5 Mbit/s 4 bits ( $d_0$  to  $d_3$ ;  $d_0$  first in time) are transmitted per symbol.

The data bits  $d_0$  and  $d_1$  encode  $\phi_1$  based on DQPSK. The DQPSK encoder is specified in Table 108. (In the table,  $+j\omega$  shall be defined as counterclockwise rotation.) The phase change for  $\phi_1$  is relative to the phase  $\phi_1$  of the preceding symbol. For the header to PSDU transition, the phase change for  $\phi_1$  is relative to the phase of the preceding DQPSK (2 Mbit/s) symbol. That is, the phase of the last symbol of the CRC-16 is the reference phase for the first symbol generated from the PSDU octets. (See the definition in 18.4.6.4 for the reference phase of this Barker coded symbol.) A "+1" chip in the Barker code shall represent the same carrier phase as a "+1" chip in the CCK code.

All odd-numbered symbols generated from the PSDU octets shall be given an extra 180 degree ( $\pi$ ) rotation, in addition to the standard DQPSK modulation as shown in Table 108. The symbols of the PSDU shall be numbered starting with "0" for the first symbol, for the purposes of determining odd and even symbols. That is, the PSDU transmission starts on an even-numbered symbol.

**Table 108—DQPSK encoding table**

Dibit pattern ( $d_0, d_1$ ) ( $d_0$ is first in time)	Even symbols phase change ( $+j\omega$ )	Odd symbols phase change ( $+j\omega$ )
00	0	$\pi$
01	$\pi/2$	$3\pi/2$ ( $-\pi/2$ )
11	$\pi$	0
10	$3\pi/2$ ( $-\pi/2$ )	$\pi/2$

The data dibits  $d_2$  and  $d_3$  CCK encode the basic symbol, as specified in Table 109. This table is derived from the formula above by setting  $\varphi_2 = (d_2 \times \pi) + \pi/2$ ,  $\varphi_3 = 0$ , and  $\varphi_4 = d_3 \times \pi$ . In this table,  $d_2$  and  $d_3$  are in the order shown, and the complex chips are shown  $c_0$  to  $c_7$  (left to right), with  $c_0$  transmitted first in time.

**Table 109—5.5 Mbit/s CCK encoding table**

d2, d3	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
00	1j	1	1j	-1	1j	1	-1j	1
01	-1j	-1	-1j	1	1j	1	-1j	1
10	-1j	1	-1j	-1	-1j	1	1j	1
11	1j	-1	1j	1	-1j	1	1j	1

#### 18.4.6.5.3 CCK 11 Mbit/s modulation

At 11 Mbit/s, 8 bits ( $d_0$  to  $d_7$ ;  $d_0$  first in time) are transmitted per symbol.

The first dibit ( $d_0$ ,  $d_1$ ) encodes  $\varphi_1$  based on DQPSK. The DQPSK encoder is specified in Table 108. The phase change for  $\varphi_1$  is relative to the phase  $\varphi_1$  of the preceding symbol. In the case of header to PSDU transition, the phase change for  $\varphi_1$  is relative to the phase of the preceding DQPSK symbol. All odd-numbered symbols of the PSDU are given an extra 180 degree ( $\pi$ ) rotation, in accordance with the DQPSK modulation shown in Table 108. Symbol numbering starts with "0" for the first symbol of the PSDU.

The data dibits ( $d_2$ ,  $d_3$ ), ( $d_4$ ,  $d_5$ ), and ( $d_6$ ,  $d_7$ ) encode  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ , and  $\varphi_4$ , respectively, based on QPSK as specified in Table 110. Note that this table is binary (not Grey) coded.

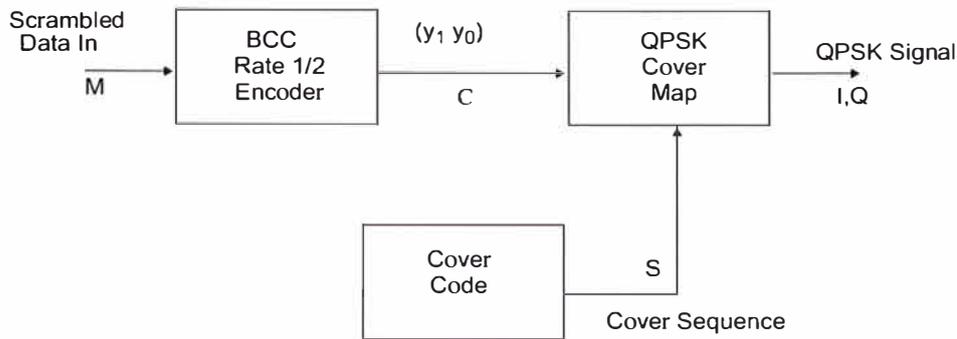
**Table 110—QPSK encoding table**

Dibit pattern [ $d_i$ , $d_{i+1}$ ] ( $d_i$ is first in time)	Phase
00	0
01	$\pi/2$
10	$\pi$
11	$3\pi/2$ ( $-\pi/2$ )

#### 18.4.6.6 DSSS/PBCC data modulation and modulation rate (optional)

This optional coding scheme uses a binary convolutional coding with a 64-state binary convolutional code (BCC) and a cover sequence. The output of the BCC is encoded jointly onto the I and Q channels, as described in this subclause.

The encoder for this scheme is shown in Figure 138. Incoming data is first encoded with a binary convolutional code. A cover code is applied to the encoded data prior to transmission through the channel.



**Figure 138—PBCC modulator scheme**

The binary convolutional code that is used is a 64-state, rate  $\frac{1}{2}$  code. The generator matrix for the code is given as

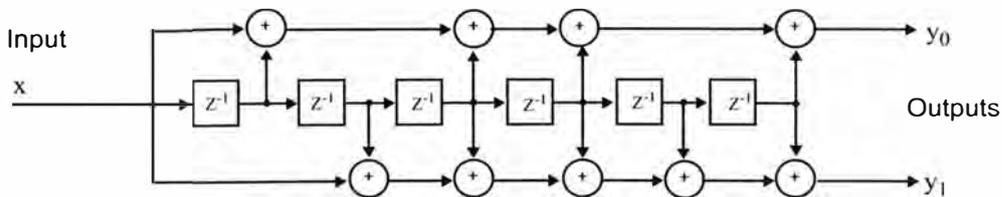
$$G = [D^6 + D^4 + D^3 + D + 1, D^6 + D^5 + D^4 + D^3 + D^2 + 1]$$

or in octal notation, it is given by

$$G = [133, 175]$$

Since the system is frame (PPDU) based, the encoder shall be in state zero (i.e., all memory elements contain zero at the beginning of each PPDU). The encoder must also be placed in a known state at the end of each PPDU to prevent the data bits near the end of the PPDU from being substantially less reliable than those early on in the PPDU. To place the encoder in a known state at the end of a PPDU, at least six deterministic bits must be input immediately following the last data bit input to the convolutional encoder. This is achieved by appending one octet containing all zeros to the end of the PPDU prior to transmission, and discarding the final octet of each received PPDU. In this manner, the decoding process can be completed reliably on the last data bits.

An encoder block diagram is shown in Figure 139. It consists of six memory elements. For every data bit input, two output bits are generated.



**Figure 139—PBCC convolutional encoder**

The output of the binary convolutional code described above is mapped to a constellation using one of two possible rates. The 5.5 Mbps rate uses BPSK, and the 11 Mbps rate uses QPSK. In QPSK mode, each pair of output bits from the binary convolutional code is used to produce one symbol; in BPSK mode, each pair of bits from the BCC is taken serially ( $y_0$  first) and used to produce two BPSK symbols. This yields a throughput of one bit per symbol in QPSK mode and one-half a bit per symbol in BPSK mode.

The phase of the first complex chip of the PSDU shall be defined with respect to the phase of the last chip of the PCLP header (i.e., the last chip of the CRC check). The bits  $(y_1 y_0) = (0, 0)$  shall indicate the same phase as the last chip of the CRC check. The other three combinations of  $(y_1 y_0)$  shall be defined with respect to this reference phase, as shown in Figure 140.

The mapping from BCC outputs to PSK constellation points in BPSK and QPSK modes is determined by a pseudo-random cover sequence. This is shown for both modes in Figure 140. Note that this is an absolute phase table, not differential as in CCK.

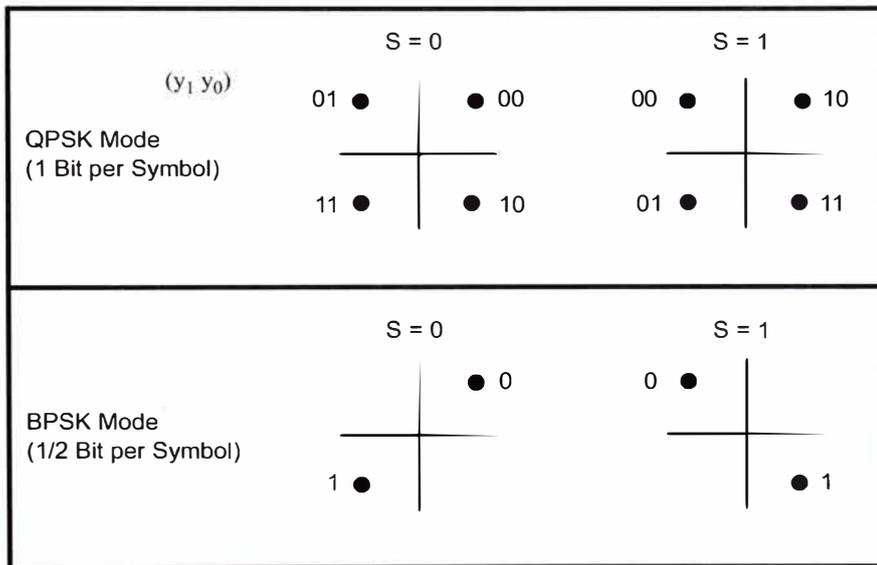


Figure 140—Cover code mapping

The pseudo-random cover sequence is generated from a seed sequence. The 16-bit seed sequence is 0011001110001011, where the first bit of the sequence in time is the leftmost bit. This sequence in octal notation is given as 150714, where the least significant bit is the first in time. This seed sequence is used to generate the 256-bit pseudo-random cover sequence, which is used in the mapping of the current PSK symbol. It is the current binary value of this sequence at every given point in time that is taken as S in Figure 140.

This sequence of 256 bits is produced by taking the first sixteen bits of the sequence as the seed sequence, the second sixteen bits as the seed sequence cyclically left rotated by three, the third sixteen bits as the seed sequence cyclically left rotated by six, etc. If  $c_i$  is the  $i$ th bit of the seed sequence, where  $0 \leq i \leq 15$ , then the sequence that is used to cover the data is given row-wise as follows:

c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15  
c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2  
c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5  
c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8  
c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11  
c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14  
c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1  
c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4  
c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7  
c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10  
c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13  
c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0  
c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3  
c7 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6  
c10 c11 c12 c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9  
c13 c14 c15 c0 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c7 c8 c9 c10 c11 c12

For PPDU's with more than 256 data bits, this sequence of 256 bits is simply repeated.

#### 18.4.6.7 Channel Agility (optional)

This Channel Agility option allows an implementation to overcome some inherent difficulty with static channel assignments (a tone jammer), without burdening all implementations with the added cost of this capability. When the Channel Agility option is enabled, the PHY shall meet the requirements on channel switching and settling time, as described in 18.4.6.12, and the hop sequences described below. This option can also be used to implement IEEE 802.11-compliant systems that are interoperable between both FH and DS modulations. Annex F contains a description of the expected behavior when such networks are employed.

##### 18.4.6.7.1 Hop sequences

The hop sequences for each of the specified geographical areas are defined with two sets. High Rate frequency channels referred to in this subclause are defined in Table 105.

The first set (Figure 141 and Figure 143) uses non-overlapping frequency channels to allow the High Rate systems to minimize interference degradation. The synchronization of frequency hopping is performed by the MAC sublayer management entity, as defined in 11.1.15 of IEEE 802.11, 1999 Edition for the FH PHY. The PLME SAP service primitives used to command a new frequency channel are defined in 10.4 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

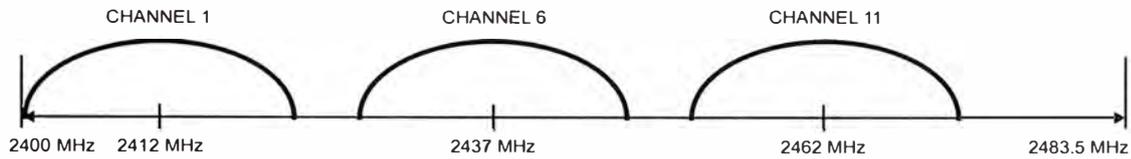
The second set (Figure 142 and Figure 144) uses half overlapping frequency channels, with 10 MHz center frequency spacing, to enable interoperability with 1 Mbit/s and 2 Mbit/s FH systems hopping with the approved IEEE 802.11 hop sequences. The High Rate hop frequency is calculated from the specific 1 MHz channel chosen for a given hop by picking the closest High Rate channel within the set. Where there is a choice of two DSSS channels, the lower one shall be the one chosen. Therefore, the chosen channel shall be no more than  $\pm 5$  MHz of the channel center of the FH channel. When operating on the FH channels beyond  $\pm 5$  MHz of the closest High Rate channel specified in the set, the High Rate mode shall not be used and all FH transmissions shall occur at the 1 Mbit/s or 2 Mbit/s rate.

**18.4.6.7.2 Operating channels**

The operating channels for specified geographical areas are defined in Table 111 and Table 112.

**Table 111—North American operating channels**

Set	Number of channels	HR/DSSS channel numbers
1	3	1, 6, 11
2	6	1, 3, 5, 7, 9, 11



**Figure 141—North American channel selection—non-overlapping**



**Figure 142—North American channel selection—overlapping**

**Table 112—European operating channels (except France and Spain)**

Set	Number of channels	HR/DSSS channel numbers
1	3	1, 7, 13
2	7	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13

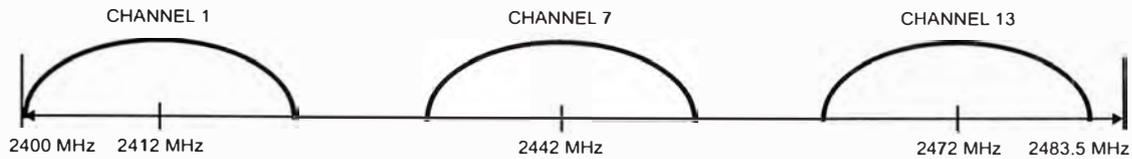


Figure 143—European channel selection—non-overlapping

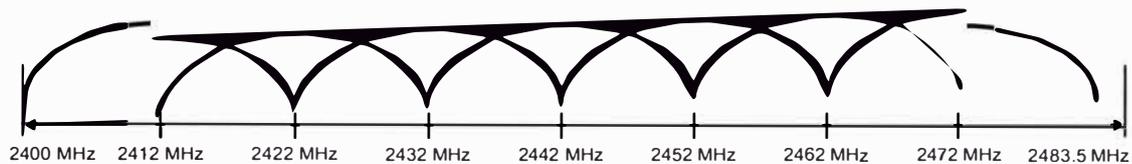


Figure 144—European channel selection—overlapping

### 18.4.6.7.3 Hop patterns

A frequency-hopping pattern,  $F_x$ , consists of a permutation of all frequency channels defined in Table 111 and Table 112. For a given pattern number,  $x$ , the hopping sequence can be written as

$$F_x = \{f_x(1), f_x(2), \dots, f_x(p)\}$$

where

- $f_x(i)$  is the channel number (as defined in 14.6.4) for  $i$ th frequency in the  $x$ th hopping pattern;
- $p$  is the number of hops in pseudo-random hopping pattern before repeating sequence (79 for North America and most of Europe).

The frequency-hopping patterns for Set 1 of each geographic area are based on the hop patterns in Table 113 and Table 114.

The frequency-hopping patterns for Set 2 of each geographic area are defined by the 1/2 Mbit/s FH PHY hop sequences, as described in the FH PHY (14.6.8). Given the hopping pattern number,  $x$ , and the index for the next frequency,  $i$  (in the range 1 to  $p$ ), the DS channel number (as defined in 18.4.6.2) shall be selected with the following algorithm:

North America

- $f'_x(i) = f_x(i)$  for  $1 \leq f'_x(i) \leq 11$ ;
- $f'_x(i) = \text{null}$  for  $f'_x(i) < 1$  and  $f'_x(i) > 11$ ;
- $f'_x(i) = 2 \times \text{Int} [(\{[b(i) + x] \bmod (79) + 2\} - 6) / 10] - 1$ ;
- with  $b(i)$  defined in Table 42 (14.6.8) of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

Most of Europe

$f'_x(i) = f'_x(i)$  for  $1 \leq f'_x(i) \leq 13$ ;

$f'_x(i) = \text{null}$  for  $f'_x(i) < 1$  and  $f'_x(i) > 13$ ;

$f'_x(i) = 2 \times \text{Int} \{ (\{ [b(i) + x] \text{ mod } (79) + 2 \} - 6) / 10 \} - 1$ ;

with  $b(i)$  defined in Table 42 (14.6.8) of IEEE Std 802.11, 1999 Edition.

**Table 113—North American Set 1 hop patterns**

Index	Pattern 1	Pattern 2
1	1	1
2	6	11
3	11	6

**Table 114—European Set 1 hop patterns (except France and Spain)**

Index	Pattern 1	Pattern 2
1	1	1
2	7	13
3	13	7

#### 18.4.6.8 Transmit and receive in-band and out-of-band spurious emissions

The High Rate PHY shall conform with in-band and out-of-band spurious emissions as set by regulatory bodies. For the USA, refer to FCC 15.247, 15.205, and 15.209. For Europe, refer to ETS 300–328. For Japan, refer to the MPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20.

#### 18.4.6.9 Transmit-to-receive (TX-to-RX) turnaround time

The TX-to-RX turnaround time shall be less than 10  $\mu\text{s}$ , including the power-down ramp specified in 18.4.7.6.

The TX-to-RX turnaround time shall be measured at the air interface from the trailing edge of the last transmitted symbol to the valid CCA detection of the incoming signal. The CCA should occur within 25  $\mu\text{s}$  (10  $\mu\text{s}$  for turnaround time, plus 15  $\mu\text{s}$  for energy detect), or by the next slot boundary occurring after the 25  $\mu\text{s}$  has elapsed (see 18.4.8.4). A receiver input signal 3 dB above the ED threshold described in 18.4.8.4 shall be present at the receiver.

#### 18.4.6.10 Receive-to-transmit (RX-to-TX) turnaround time

The RX-to-TX turnaround time shall be measured at the MAC/PHY interface using PHYTXSTART.request, and shall be 5  $\mu\text{s}$ . This includes the transmit power-up ramp described in 18.4.7.6.

#### 18.4.6.11 Slot time

The slot time for the High Rate PHY shall be the sum of the RX-to-TX turnaround time (5  $\mu$ s) and the energy detect time (15  $\mu$ s specified in 18.4.8.4). The propagation delay shall be regarded as being included in the energy detect time.

#### 18.4.6.12 Channel switching/settling time

When the Channel Agility option is enabled, the time to change from one operating channel frequency to another, as specified in 18.4.6.2, is 224  $\mu$ s. A conformant PMD meets this switching time specification when the operating channel center frequency has settled to within  $\pm 60$  kHz of the nominal channel center. Stations shall not transmit until after the channel change settling time.

#### 18.4.6.13 Transmit and receive antenna port impedance

The impedance of the transmit and receive antenna port(s) shall be 50  $\Omega$  if the port is exposed.

#### 18.4.6.14 Transmit and receive operating temperature range

Two temperature ranges are specified for full operation compliance to the High Rate PHY. Type 1 shall be defined as 0  $^{\circ}$ C to 40  $^{\circ}$ C, and is designated for office environments. Type 2 shall be defined as  $-30$   $^{\circ}$ C to  $+70$   $^{\circ}$ C, and is designated for industrial environments.

### 18.4.7 PMD transmit specifications

Subclauses 18.4.7.1 through 18.4.7.8 describe the transmit functions and parameters associated with the PMD sublayer.

#### 18.4.7.1 Transmit power levels

The maximum allowable output power, as measured in accordance with practices specified by the appropriate regulatory bodies, is shown in Table 115. In the USA, the radiated emissions should also conform with the ANSI uncontrolled radiation emission standards (IEEE Std C95.1-1999).

**Table 115—Transmit power levels**

Maximum output power	Geographic location	Compliance document
1000 mW	USA	FCC 15.247
100 mW (EIRP)	Europe	ETS 300–328
10 mW/MHz	Japan	MPT ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

#### 18.4.7.2 Transmit power level control

Power control shall be provided for transmitted power greater than 100 mW. A maximum of four power levels may be provided. As a minimum, a radio capable of transmission greater than 100 mW shall be capable of switching power back to 100 mW or less.

### 18.4.7.3 Transmit spectrum mask

The transmitted spectral products shall be less than  $-30$  dBr (dB relative to the  $\text{SINx/x}$  peak) for

$$f_c - 22 \text{ MHz} < f < f_c - 11 \text{ MHz}; \text{ and}$$

$$f_c + 11 \text{ MHz} < f < f_c + 22 \text{ MHz};$$

and shall be less than  $-50$  dBr for

$$f < f_c - 22 \text{ MHz}; \text{ and}$$

$$f > f_c + 22 \text{ MHz}.$$

where

$f_c$  is the channel center frequency.

The transmit spectral mask is shown in Figure 145. The measurements shall be made using a 100 kHz resolution bandwidth and a 100 kHz video bandwidth.

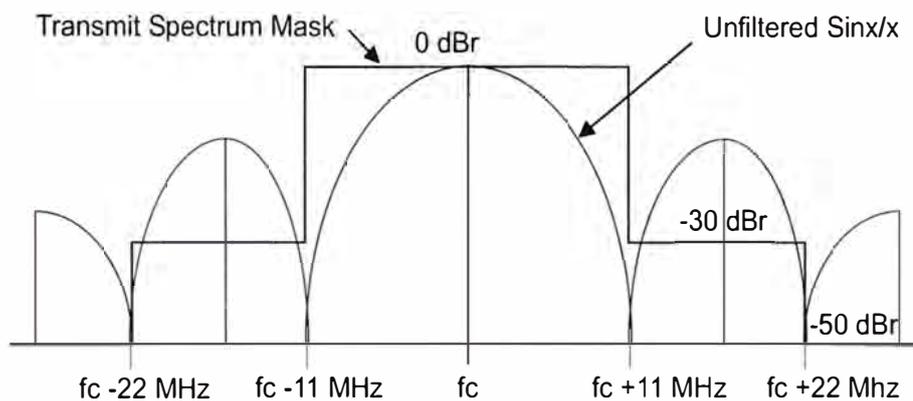


Figure 145—Transmit spectrum mask

### 18.4.7.4 Transmit center frequency tolerance

The transmitted center frequency tolerance shall be  $\pm 25$  ppm maximum.

### 18.4.7.5 Chip clock frequency tolerance

The PN code chip clock frequency tolerance shall be better than  $\pm 25$  ppm maximum. It is highly recommended that the chip clock and the transmit frequency be locked (coupled) for optimum demodulation performance. If these clocks are locked, it is recommended that bit 2 of the SERVICE field be set to a 1, as indicated in 18.2.3.4.

### 18.4.7.6 Transmit power-on and power-down ramp

The transmit power-on ramp for 10% to 90% of maximum power shall be no greater than 2  $\mu$ s. The transmit power-on ramp is shown in Figure 146.

The transmit power-down ramp for 90% to 10% maximum power shall be no greater than 2  $\mu$ s. The transmit power-down ramp is shown in Figure 147.

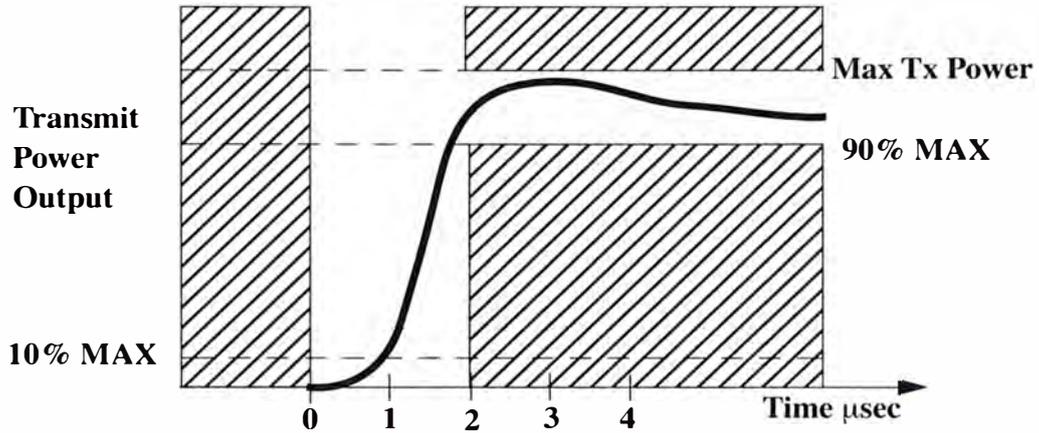


Figure 146—Transmit power-on ramp

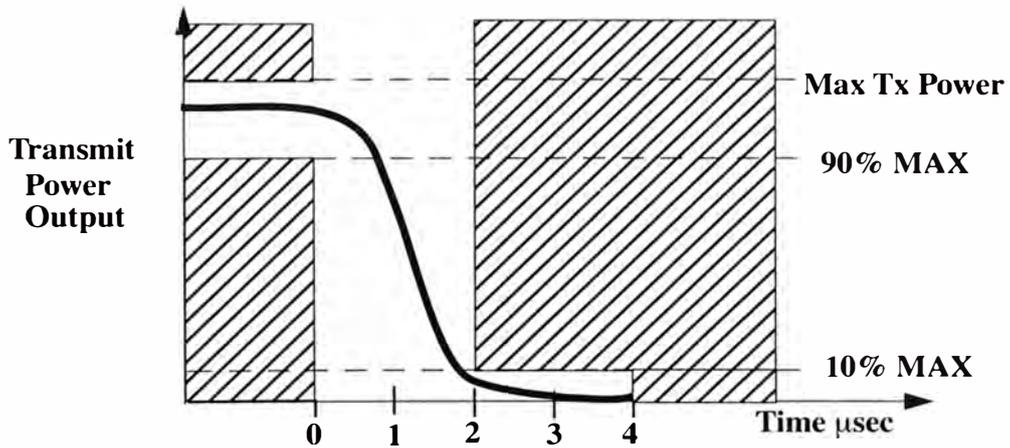


Figure 147—Transmit power-down ramp

The transmit power ramps shall be constructed such that the High Rate PHY emissions conform with spurious frequency product specification defined in 18.4.6.8.

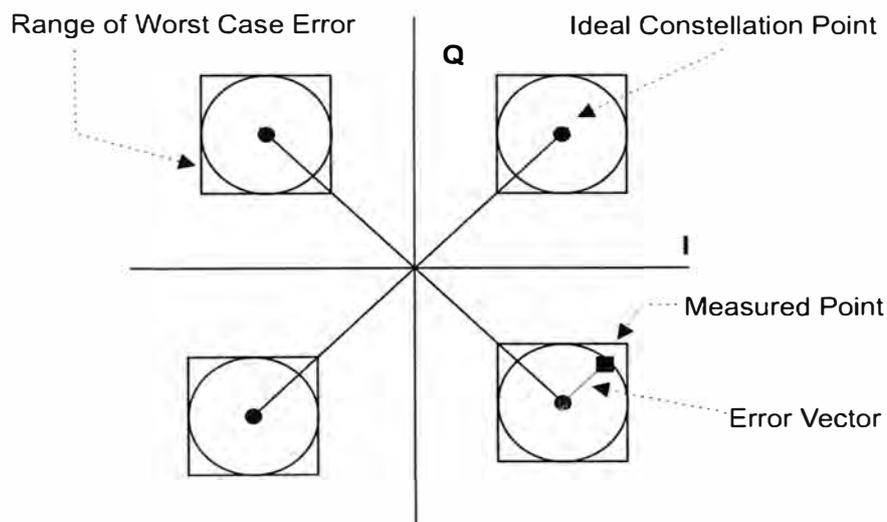
### 18.4.7.7 RF carrier suppression

The RF carrier suppression, measured at the channel center frequency, shall be at least 15 dB below the peak  $\text{SIN}(x)/x$  power spectrum. The RF carrier suppression shall be measured while transmitting a repetitive 01 data sequence with the scrambler disabled using DQPSK modulation. A 100 kHz resolution bandwidth shall be used to perform this measurement.

### 18.4.7.8 Transmit modulation accuracy

The transmit modulation accuracy requirement for the High Rate PHY shall be based on the difference between the actual transmitted waveform and the ideal signal waveform. Modulation accuracy shall be determined by measuring the peak vector error magnitude during each chip period. Worst-case vector error magnitude shall not exceed 0.35 for the normalized sampled chip data. The ideal complex I and Q constellation points associated with DQPSK modulation,  $(0.707, 0.707)$ ,  $(0.707, -0.707)$ ,  $(-0.707, 0.707)$ ,  $(-0.707, -0.707)$ , shall be used as the reference. These measurements shall be from baseband I and Q sampled data after recovery through a reference receiver system.

Figure 148 illustrates the ideal DQPSK constellation points and range of worst-case error specified for modulation accuracy.



**Figure 148—Modulation accuracy measurement example**

Error vector measurement requires a reference receiver capable of carrier lock. All measurements shall be made under carrier lock conditions. The distortion induced in the constellation by the reference receiver shall be calibrated and measured. The test data error vectors described below shall be corrected to compensate for the reference receiver distortion.

The IEEE 802.11-compatible radio shall provide an exposed TX chip clock, which shall be used to sample the I and Q outputs of the reference receiver.

The measurement shall be made under the conditions of continuous DQPSK transmission using scrambled all one's.

The eye pattern of the I channel shall be used to determine the I and Q sampling point. The chip clock provided by the vendor radio shall be time delayed, such that the samples fall at a 1/2 chip period offset from the mean of the zero crossing positions of the eye (see Figure 149). This is the ideal center of the eye and may not be the point of maximum eye opening.

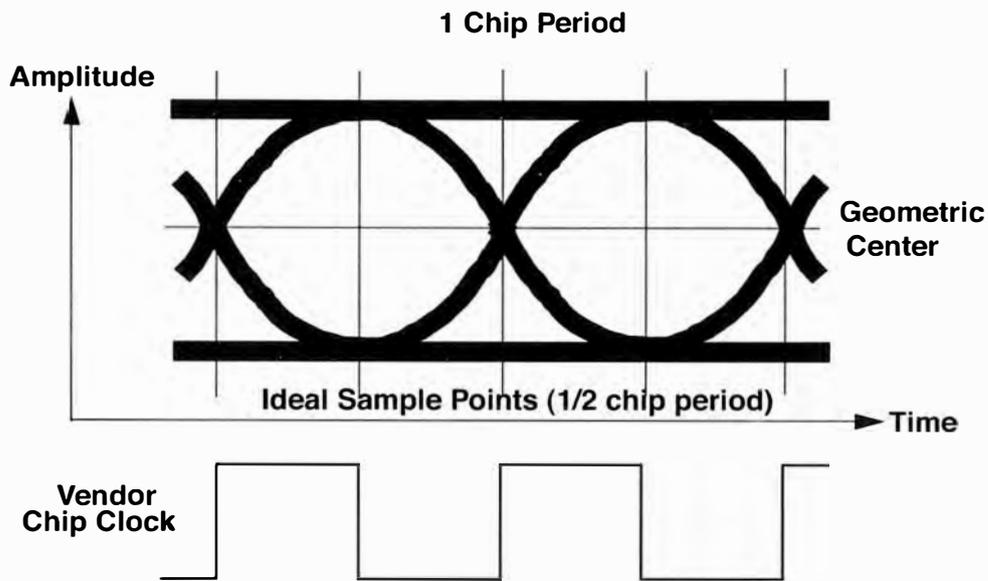


Figure 149—Chip clock alignment with baseband eye pattern

Using the aligned chip clock, 1000 samples of the I and Q baseband outputs from the reference receiver are captured. The vector error magnitudes shall be calculated as follows:

Calculate the dc offsets for I and Q samples

$$I_{\text{mean}} = \sum_{n=0}^{999} I(n) / 1000$$

$$Q_{\text{mean}} = \sum_{n=0}^{999} Q(n) / 1000$$

Calculate the dc corrected I and Q samples for all n = 1000 sample pairs

$$I_{\text{dc}}(n) = I(n) - I_{\text{mean}}$$

$$Q_{\text{dc}}(n) = Q(n) - Q_{\text{mean}}$$

Calculate the average magnitude of I and Q samples

$$I_{\text{mag}} = \sum_{n=0}^{999} |I_{\text{dc}}(n)| / 1000$$

$$Q_{\text{mag}} = \sum_{n=0}^{999} |Q_{\text{dc}}(n)| / 1000$$

Calculate the normalized error vector magnitude for the  $I_{\text{dc}}(n)/Q_{\text{dc}}(n)$  pairs

$$V_{\text{err}}(n) = \left[ \frac{1}{2} \times (\{|I_{\text{dc}}(n)| - I_{\text{mag}}\}^2 + \{|Q_{\text{dc}}(n)| - Q_{\text{mag}}\}^2) \right]^{\frac{1}{2}} - V_{\text{correction}}$$

where

$V_{\text{correction}}$  is the error induced by the reference receiver system.

A vendor High Rate PHY implementation shall be compliant if for all  $n = 1000$  samples, the following condition is met:

$$V_{\text{err}}(n) < 0.35$$

#### 18.4.8 PMD receiver specifications

Subclauses 18.4.8.1 through 18.4.8.4 describe the receive functions and parameters associated with the PMD sublayer.

##### 18.4.8.1 Receiver minimum input level sensitivity

The frame error ratio (FER) shall be less than  $8 \times 10^{-2}$  at a PSDU length of 1024 octets for an input level of  $-76$  dBm measured at the antenna connector. This FER shall be specified for 11 Mbit/s CCK modulation. The test for the minimum input level sensitivity shall be conducted with the energy detection threshold set less than or equal to  $-76$  dBm.

##### 18.4.8.2 Receiver maximum input level

The receiver shall provide a maximum FER of  $8 \times 10^{-2}$  at a PSDU length of 1024 octets for a maximum input level of  $-10$  dBm measured at the antenna. This FER shall be specified for 11 Mbit/s CCK modulation.

##### 18.4.8.3 Receiver adjacent channel rejection

Adjacent channel rejection is defined between any two channels with  $\geq 25$  MHz separation in each channel group, as defined in 18.4.6.2.

The adjacent channel rejection shall be equal to or better than 35 dB, with an FER of  $8 \times 10^{-2}$  using 11 Mbit/s CCK modulation described in 18.4.6.3 and a PSDU length of 1024 octets.

The adjacent channel rejection shall be measured using the following method.

Input an 11 Mbit/s CCK modulated signal at a level 6 dB greater than specified in 18.4.8.1. In an adjacent channel ( $\geq 25$  MHz separation as defined by the channel numbering), input a signal modulated in a similar fashion, which adheres to the transmit mask specified in 18.4.7.3, to a level 41 dB above the level specified in 18.4.8.1. The adjacent channel signal shall be derived from a separate signal source. It cannot be a frequency shifted version of the reference channel. Under these conditions, the FER shall be no worse than  $8 \times 10^{-2}$ .

#### 18.4.8.4 CCA

The High Rate PHY shall provide the capability to perform CCA according to at least one of the following three methods:

CCA Mode 1: Energy above threshold. CCA shall report a busy medium upon detecting any energy above the ED threshold.

CCA Mode 4: Carrier sense with timer. CCA shall start a timer whose duration is 3.65 ms and report a busy medium only upon the detection of a High Rate PHY signal. CCA shall report an IDLE medium after the timer expires and no High Rate PHY signal is detected. The 3.65 ms timeout is the duration of the longest possible 5.5 Mbit/s PSDU.

CCA Mode 5: A combination of carrier sense and energy above threshold. CCA shall report busy at least while a High Rate PPDU with energy above the ED threshold is being received at the antenna.

The energy detection status shall be given by the PMD primitive, PMD\_ED. The carrier sense status shall be given by PMD\_CS. The status of PMD\_ED and PMD\_CS is used in the PLCP convergence procedure to indicate activity to the MAC through the PHY interface primitive, PHY-CCA.indicate.

A busy channel shall be indicated by PHY-CCA.indicate of class BUSY. A clear channel shall be indicated by PHY-CCA.indicate of class IDLE.

The PHY MIB attribute, dot11CCAModeSupported, shall indicate the appropriate operation modes. The PHY shall be configured through the PHY MIB attribute, dot11CurrentCCAMode.

The CCA shall indicate TRUE if there is no energy detect or carrier sense. The CCA parameters are subject to the following criteria:

- a) If a valid High Rate signal is detected during its preamble within the CCA assessment window, the energy detection threshold shall be less than or equal to  $-76$  dBm for TX power  $> 100$  mW;  $-73$  dBm for  $50$  mW  $< TX$  power  $\leq 100$  mW; and  $-70$  dBm for TX power  $\leq 50$  mW.
- b) With a valid signal (according to the CCA mode of operation) present at the receiver antenna within  $5 \mu\text{s}$  of the start of a MAC slot boundary, the CCA indicator shall report channel busy before the end of the slot time. This implies that the CCA signal is available as an exposed test point. Refer to Figure 47 of IEEE Std 802.11, 1999 Edition for a slot time boundary definition.
- c) In the event that a correct PLCP header is received, the High Rate PHY shall hold the CCA signal inactive (channel busy) for the full duration, as indicated by the PLCP LENGTH field. Should a loss of carrier sense occur in the middle of reception, the CCA shall indicate a busy medium for the intended duration of the transmitted PPDU. Upon reception of a correct PLCP header, the timer of CCA Mode 2 shall be overridden by this requirement.

Conformance to the High Rate PHY CCA shall be demonstrated by applying an equivalent High Rate compliant signal above the appropriate ED threshold (item a), such that all conditions described in items (b) and (c) above are demonstrated.

**Annex A**

(normative)

**Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma****A.4.3 IUT configuration***Add the entry CF7 to the existing table in Annex A:*

Item	IUT configuration	References	Status	Support
<b>What is the configuration of the IUT?</b>				
* CF1	Access point (AP)	5.2	O.1	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
* CF2	Independent station ( <b>not</b> an AP)	5.2	O.1	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
* CF3	Frequency-hopping spread spectrum PHY layer for the 2.4 GHz band		O.2	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
* CF4	Direct sequence spread spectrum PHY layer for the 2.4 GHz band		O.2	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
* CF5	Infrared PHY layer		O.2	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<u>* CF7</u>	<u>High-speed PHY layer</u>		<u>O.2</u>	<u>Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></u>

*Add a new subclause A. 4.9 for the optional HR/DSSS parameters:***A.4.9 High Rate, direct sequence PHY functions**Are the following PHY features supported?

Item	PHY Feature	References	Status	Support
HRDS1	Long Preamble and header procedures	18.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.1	Long DS preamble prepended on TX	18.2.1	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.2	Long PLCP integrity check generation	18.2.3, 18.2.3.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.3	TX rate change capability	18.2.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.4	Supported data rates	18.1, 18.2.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.5	Data scrambler	18.2.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS1.6	Scrambler initialization	18.2.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS2	Channel Agility option	18.3.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS3	Short Preamble and header procedures	18.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

HRDS3.1	Short Preamble prepended on TX	18.2.2	HRDS3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS3.2	Short header transmission	18.2.3.8, 18.2.3.9, 18.2.3.10, 18.2.3.11, 18.2.3.12, 18.2.3.13, 18.2.3.14	HRDS3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS4	Long Preamble process on RX	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.1	PLCP format	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.2	PLCP integrity check verify	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.3	RX Rate change capability	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS4.4	Data whitener descrambler	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS5	Short Preamble process on RX	18.2.6	HRDS3,M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.1	PLCP format	18.2.6	HRDS6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.2	PLCP integrity check verify	18.2.6	HRDS6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.3	RX rate change capability	18.2.6	HRDS6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS5.4	Data whitener descrambler	18.2.6	HRDS6:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6	Operating channel capability	—	—	—
*HRDS6.1	North America (FCC)	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

HRDS6.1.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.1.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS7.1:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.2	Canada (IC)	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.2.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS7.2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.3	Europe (ETSI)	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.1	Channel 1	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.2	Channel 2	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.3	Channel 3	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.4	Channel 4	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.5	Channel 5	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.6	Channel 6	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.7	Channel 7	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.8	Channel 8	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>

HRDS6.3.9	Channel 9	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.10	Channel 10	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.11	Channel 11	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.12	Channel 12	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.3.13	Channel 13	18.4.6.2	HRDS7.3:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.4	France	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.1	Channel 10	18.4.6.2	HRDS7.4:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.2	Channel 11	18.4.6.2	HRDS7.4:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.3	Channel 12	18.4.6.2	HRDS7.4:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.4.4	Channel 13	18.4.6.2	HRDS7.4:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.5	Spain	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.5.1	Channel 10	18.4.6.2	HRDS7.5:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS6.5.2	Channel 11	18.4.6.2	HRDS7.5:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS6.6	Japan (Rcr)	18.4.6.2	HRDS7:O.3	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS7	Hop sequences		HRDS2:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS8	CCK bits to symbol mapping			
HRDS8.1	5.5 Mbit/s	18.4.6.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS8.2	11 Mbit/s	18.4.6.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS9	PBCC bits to symbol mappings	18.4.6.6	O	
HRDS9.1	5.5 Mbit/s	18.4.6.6	HRDS10:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS9.2	11 Mbit/s	18.4.6.6	HRDS10:M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS10	CCA functionality	18.4.8.4		
HRDS10.1	CCA Mode 1, energy only (RSSI above threshold)	18.4.8.4	HRDS11:O. 4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.2	CCA Mode 4, carrier sense with timer	18.4.8.4	HRDS11:O. 4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.3	CCA Mode 5, energy detect with High Rate CS	18.4.8.4	HRDS11:O. 4	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

HRDS10.4	Hold CCA busy for packet duration of a correctly received PLCP, but carrier lost during reception of MPDU.	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS10.5	Hold CCA busy for packet duration of a correctly received, but out of spec, PLCP.	18.2.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS11	Transmit antenna selection	18.4.5.8,	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS12	Receive antenna diversity	18.4.5.8, 18.4.5.9	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
*HRDS13	Antenna port(s) availability	18.4.6.8	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS13.1	If available (50 $\Omega$ impedance)	18.4.6.8	HRDS14: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS14	Transmit power level support	18.4.5.9, 18.4.7.2	O	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS14.1	If greater than 100 mW capability	18.4.7.2	HRDS15: M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
*HRDS15	Radio type (temperature range)	18.4.6.14		
HRDS15.1	Type 1	18.4.6.14	HRDS16: O. 5	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS15.2	Type 2	18.4.6.14	HRDS16: O. 5	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
HRDS16	Spurious emissions conformance	18.4.6.8	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS17	TX-to-RX turnaround time	18.4.6.9	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS18	RX-to-TX turnaround time	18.4.6.10	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS19	Slot time	18.4.6.11	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS20	ED reporting time	18.4.6.10, 18.4.8.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS21	Minimum transmit power level	18.4.7.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS22	Transmit spectral mask conformance	18.4.7.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS23	Transmitted center frequency tolerance	18.4.7.4	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS24	Chip clock frequency tolerance	18.4.7.5	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS25	Transmit power on ramp	18.4.7.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS26	Transmit power down ramp	18.4.7.6	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS27	RF carrier suppression	18.4.7.7	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS28	Transmit modulation accuracy	18.4.7.8	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS29	Receiver minimum input level sensitivity	18.4.8.1	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS30	Receiver maximum input level	18.4.8.2	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS31	Receiver adjacent channel rejection	18.4.8.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS32	Management information base	13.1, 18.3.2, Annex C	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
HRDS32.1	PHY object class	13.1, 18.3.3	M	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

## **Annex C**

(normative)

### **Formal description of MAC operation**

*For the HR/DSSS PHY, replace the use of `aMPDUDurationFactor`, `aPreambleLength`, and `aPLCPHeaderLength` with the use of `PLME-TXTIME.request` and `PLME-TXTIME.confirm` primitives in the formal description, by updating the following diagrams.*



Package macsorts

3127\_e\PHY\_Params(31)



```

.....
*   Generic PHY Parameter Set sort
.....
/* Generic PHY parameter element for signals related to Beacons */
/* and Probe Responses that are PHY-type independent. */
syntype PhyParms = Octetstring endsyntype PhyParms;
    
```

```

NEWTYPEDecl PhyChrsts struct
aSlotTime Usec;
aSifsTime Usec;
aCCATime Usec;
aRXTxTurnaroundTime Usec;
aTxPLCPDelay Usec;
aRxPLCPDelay Usec;
aRXTxSwitchTime Usec;
aTxRampOnTime Usec;
aTxRampOffTime Usec;
aTxRFDelay Usec;
aRxRFDelay Usec;
aAirPropagationTime Usec;
aMACProcessingDelay Usec;
aPreambleLength Usec;
aPLCPHeaderLength Usec;
aMPDUMaxLength Integer;
aCWmin Integer;
aCWmax Integer;
EndNewType PhyChrsts;
    
```

use macsorts ;

Package macmib

3204\_e\PhyOperation(5)

```

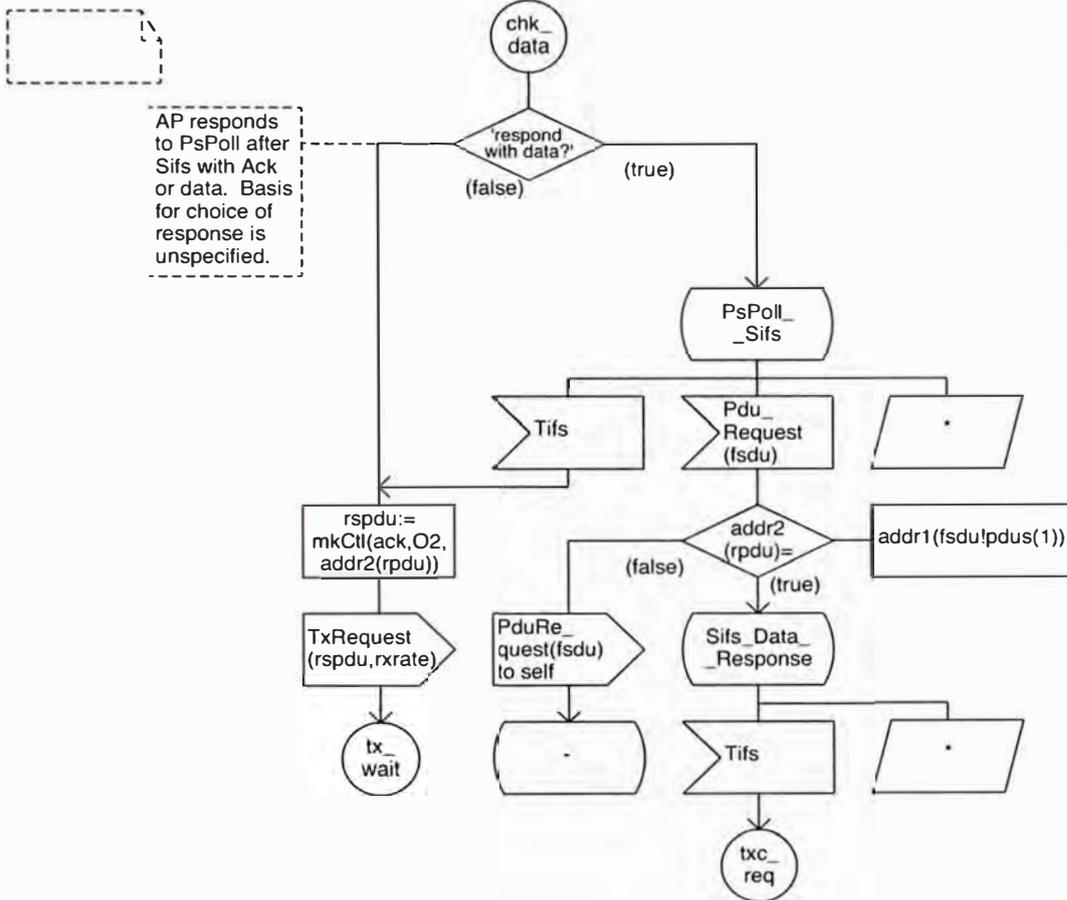
.....
*   PhyOperation Table
*   (values shown are mostly for FH PHY)
...../
synonym FHphy Integer = 01; /* enumerated dot11PHYType value */
synonym DSphy Integer = 02; /* enumerated dot11PHYType value */
synonym IRPhy Integer = 03; /* enumerated dot11PHYType value */
synonym dot11PHYType Integer = FHphy;
remote dot11CurrentRegDomain Integer nodelay;
synonym dot11TempType Integer = 01;

...../
*   PhyCharacteristic Parameters (values shown are mostly for FH PHY )
...../
/* NOTE: The PhyCharacteristics are defined as synonyms because
their values are static during MAC operation. It is assumed
that , during each initialization of MAC operation, current
values for each of these parameters are obtained from the
PHY using the PlmeCharacteristics primitive. */
remote procedure TxTime; returns Integer;
synonym aSlotTime Usec = (aCcaTime + aRxTxTurnaroundTime +
aAirPropagationTime + aMacProcessingTime);
synonym aCcaTime Usec = 27;
synonym aRxTxTurnaroundTime Usec = (aTxPlcpDelay + aRxTxSwitchTime +
aTxRampOnTime + aTxRfDelay);
synonym aTxPlcpDelay Usec = 1;
synonym aRxTxSwitchTime Usec = 10;
synonym aTxRampOnTime Usec = 8;
synonym aTxRfDelay Usec = 1;
synonym aSifsTime Usec = (aRxRfDelay + aRxPlcpDelay +
aMacProcessingTime + aRxTxTurnaroundTime);
synonym aRxRfDelay Usec = 4;
synonym aRxPlcpDelay Usec = 2;
synonym aMacProcessingTime Usec = 2;
synonym aTxRampOffTime Usec = 8;
synonym aPreambleLength Usec = 96;
synonym aPlcpHeaderLength Usec = 32;
synonym aMpduMaxLength Integer = 4095;
synonym aAirPropagationTime Usec = 1;
synonym aCWmax Integer = 1023;
synonym aCWmin Integer = 15;

```

Process Tx\_Coordination\_AP

ap\_tx\_idle\_2.1a(9)





Package macsorts

3125\_e\RateAndDurationSorts(31)



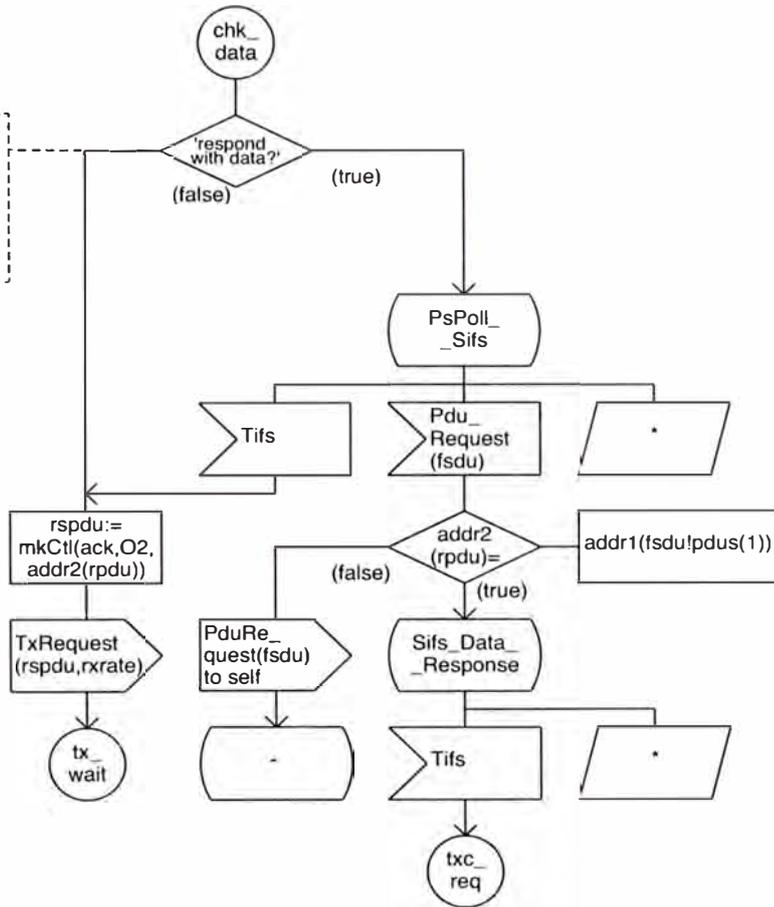
```
.....  
* Multi-rate support sorts  
...../  
newtype Rate inherits Octet operators all;  
adding operators  
  calcDur : Rate, Integer -> Integer; /* converts (rate,bitCount) to integer usec */  
  rateVal : Rate -> Rate; /* clears high-order bit */  
  basicRate : Rate -> Rate; /* sets high-order bit */  
  isBasic : Rate -> Boolean; /* true if high-order bit set */  
axioms  
  for all r in Rate( for all i in Integer( for all b in Boolean(  
    calcDur(r, i) == (((10000000 + (octetVal(r and 0x7F) - 1)) /  
      (500 * octetVal(r and 0x7F))) * i) + 9999) / 10000;  
    rateVal(r) == r and 0x7F; basicRate(r) == r or 0x80;  
    isBasic(r) == (r and 0x80) = 0x80; ));  
endnewtype Rate;  
syntype RateString = Octetstring endsyntype RateString;
```

Process Tx\_Coordination\_AP

ap\_tx\_idle\_2.1a(9)

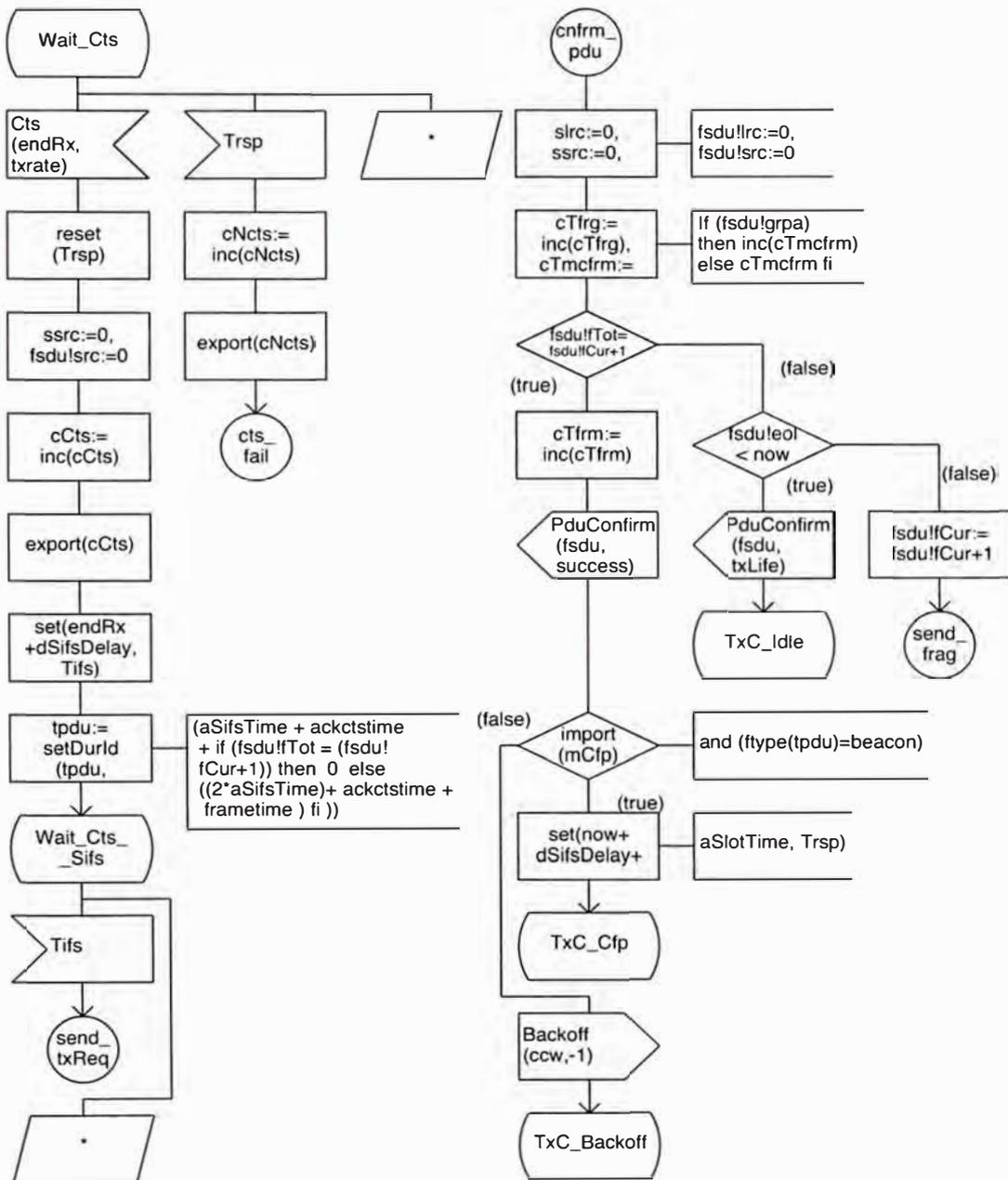


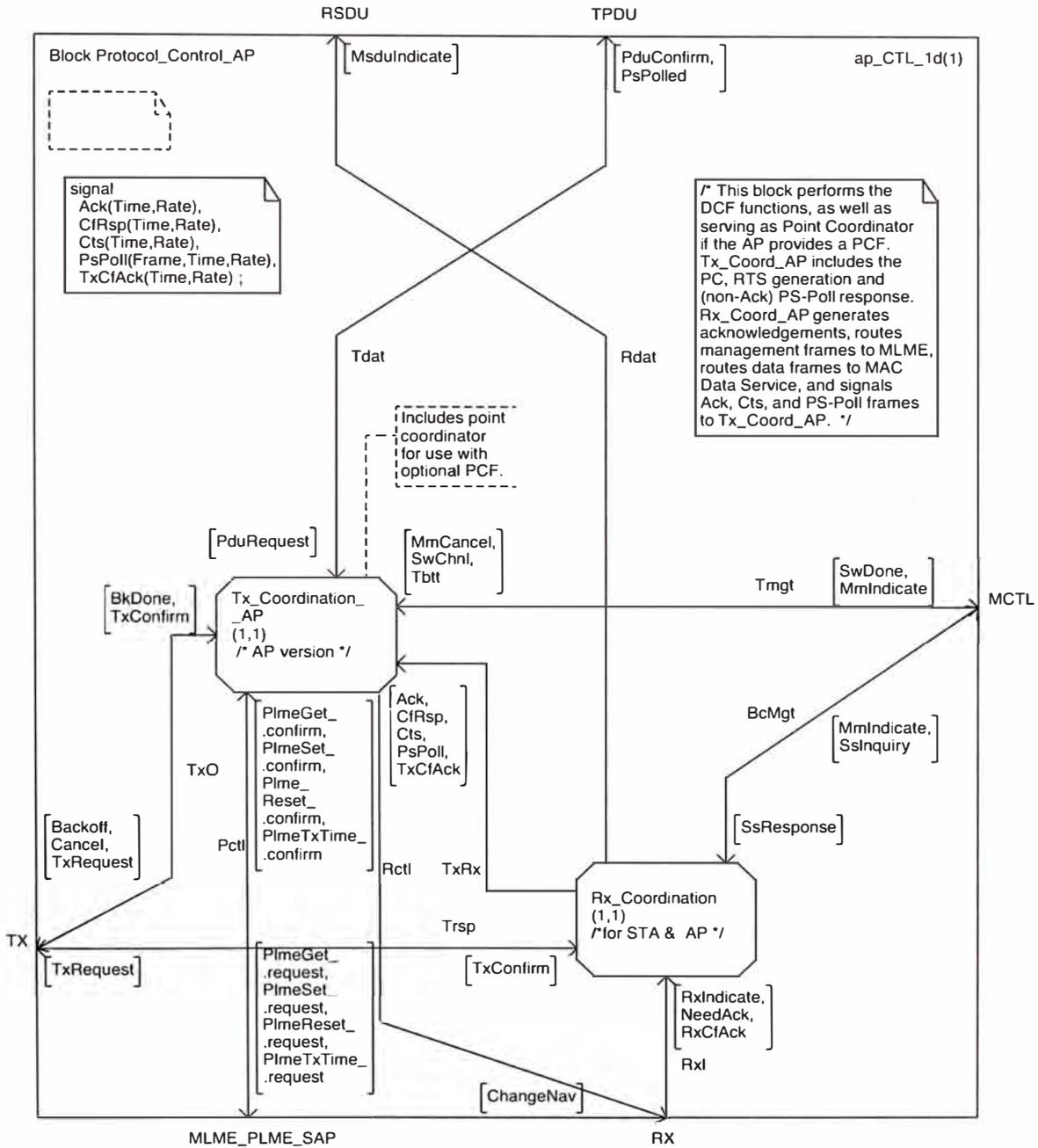
AP responds to PsPoll after Sifs with Ack or data. Basis for choice of response is unspecified.

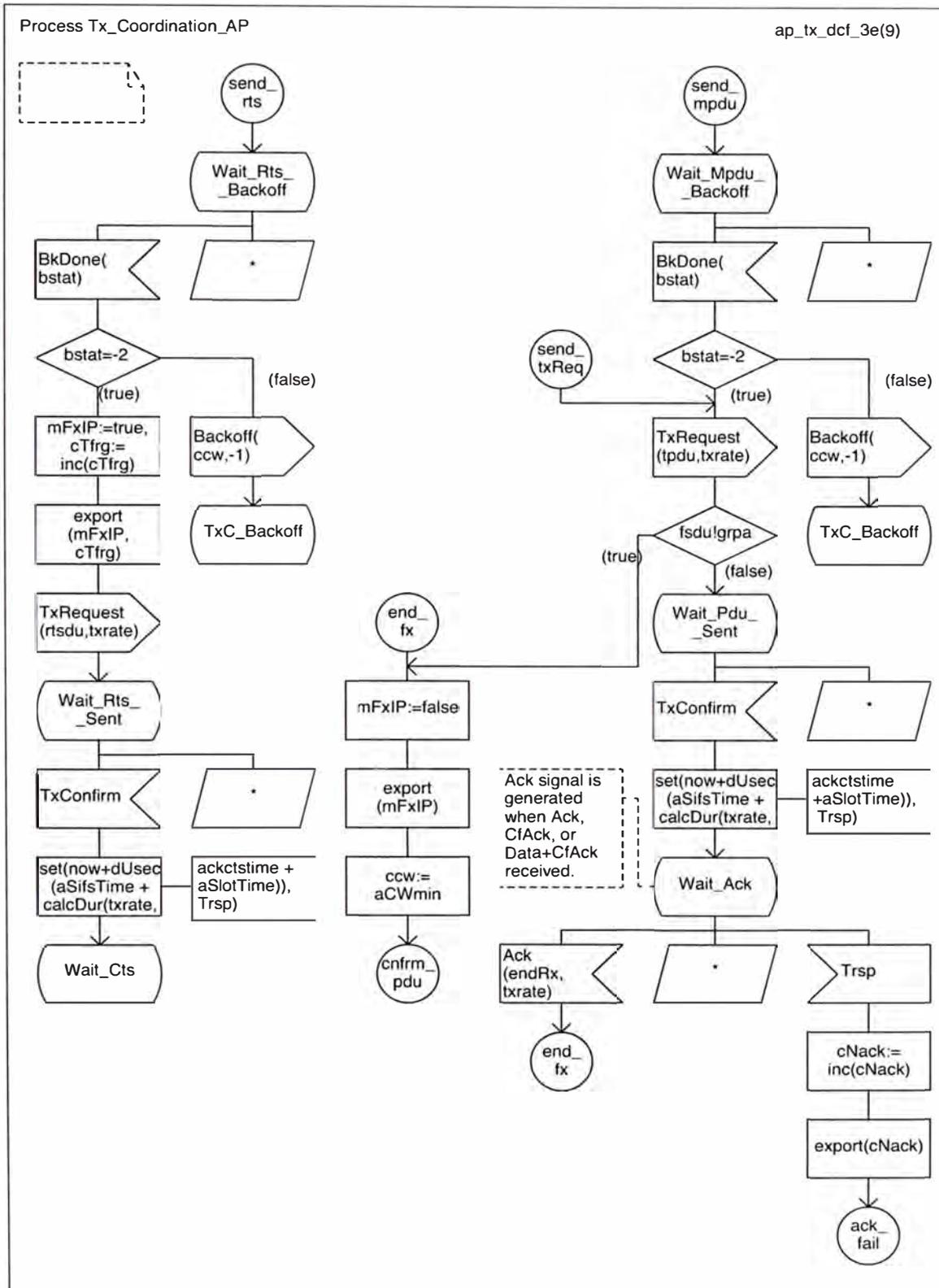


Process Tx\_Coordination\_AP

ap\_tx\_dcf\_3.1e(9)





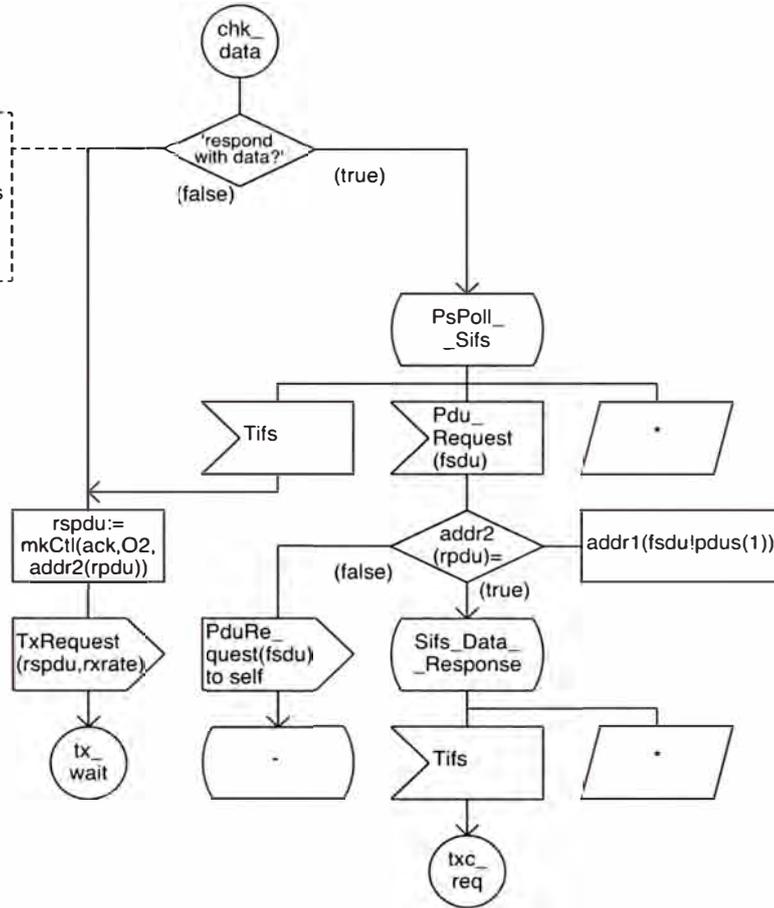


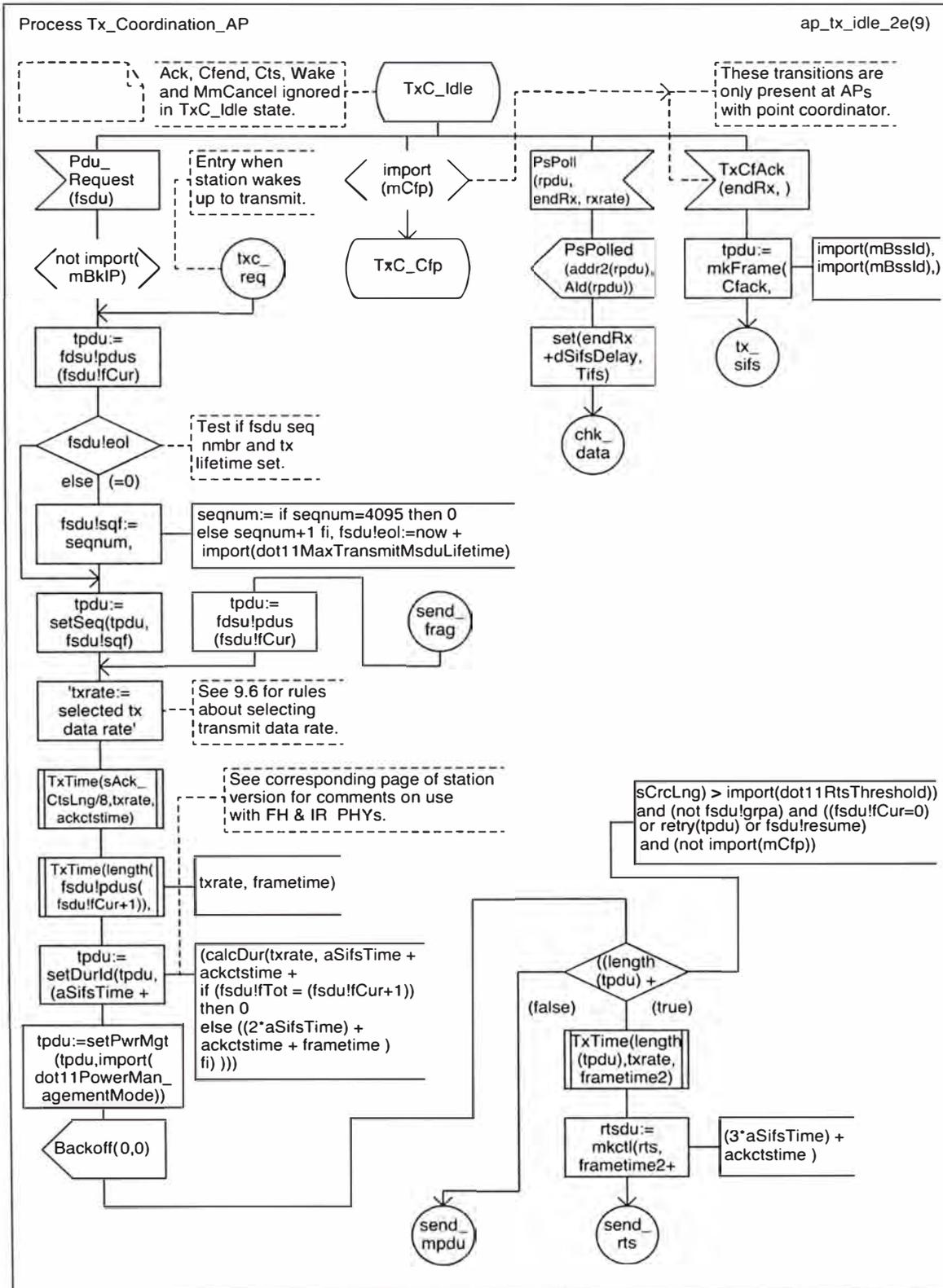
Process Tx\_Coordination\_AP

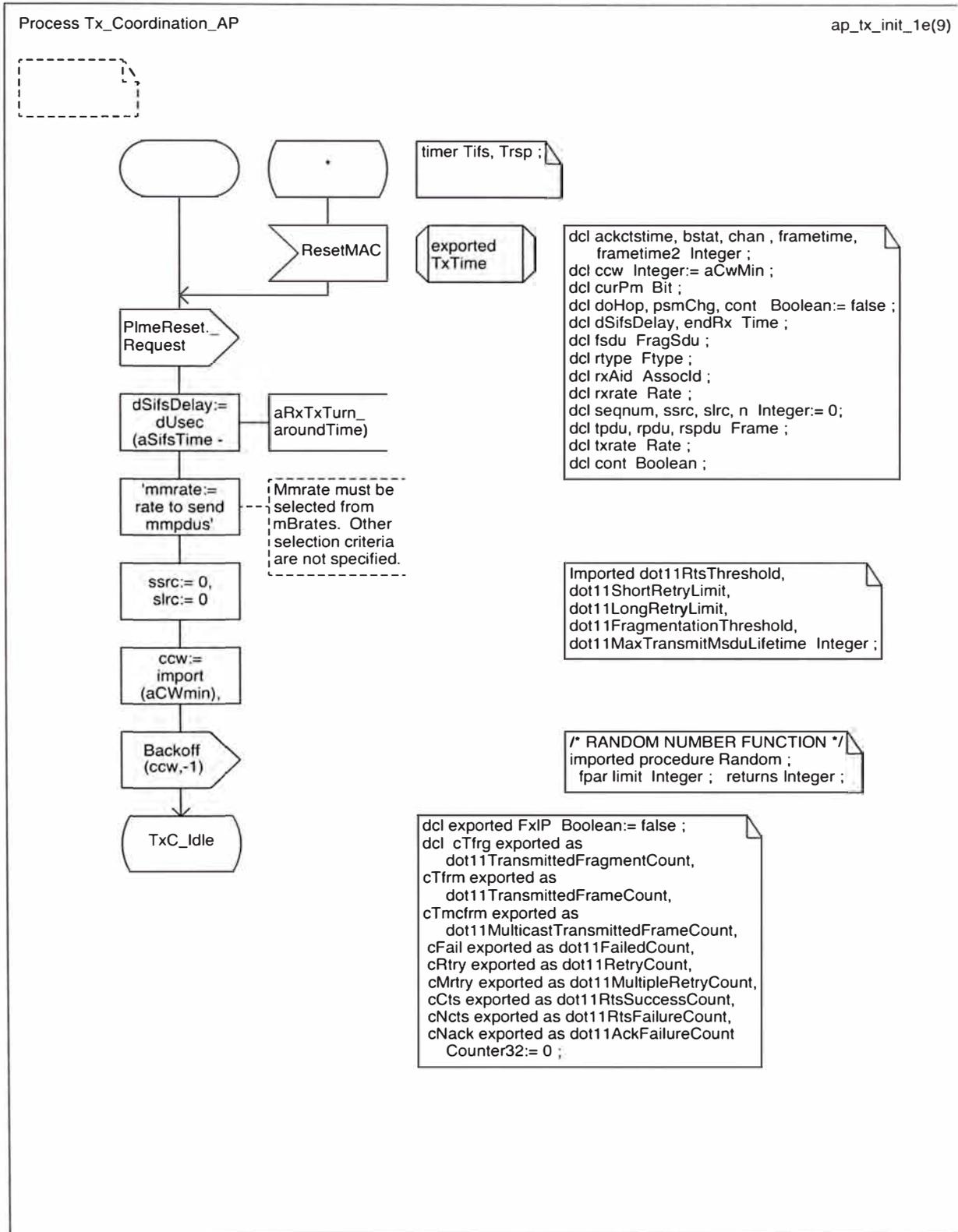
ap\_tx\_idle\_2.1a(9)



AP responds to PsPoll after Sifs with Ack or data. Basis for choice of response is unspecified.







```
use macsorts ;  
use macmib ;
```

System Access\_Point

AP\_signallists\_



```
signallist  
MlmeRequestSignals=  
  MlmeAssociate.request,  
  MlmeAuthenticate.request,  
  MlmeDeauthenticate.request,  
  MlmeDisassociate.request,  
  MlmeGet.request,  
  MlmeJoin.request,  
  MlmePowermgt.request,  
  MlmeReassociate.request,  
  MlmeReset.request,  
  MlmeScan.request,  
  MlmeSet.request,  
  MlmeStart.request ;
```

```
signallist  
MlmeConfirmSignals=  
  MlmeAssociate.confirm,  
  MlmeAuthenticate.confirm,  
  MlmeDeauthenticate.confirm,  
  MlmeDisassociate.confirm,  
  MlmeGet.confirm,  
  MlmeJoin.confirm,  
  MlmePowermgt.confirm,  
  MlmeReassociate.confirm,  
  MlmeReset.confirm,  
  MlmeScan.confirm,  
  MlmeSet.confirm,  
  MlmeStart.confirm ;
```

```
signallist  
MlmeIndicationSignals=  
  MlmeAuthenticate.indication,  
  MlmeDeauthenticate.indication,  
  MlmeDisassociate.indication,  
  MlmeAssociate.indication,  
  MlmeReassociate.indication ;
```

```
signallist  
SmtRequestSignals=  
  MlmeAssociate.request,  
  MlmeAuthenticate.request,  
  MlmeDeauthenticate.request,  
  MlmeDisassociate.request,  
  MlmeJoin.request,  
  MlmeReassociate.request,  
  MlmeScan.request,  
  MlmeStart.request ;
```

```
signallist  
SmtConfirmSignals=  
  MlmeAssociate.confirm,  
  MlmeAuthenticate.confirm,  
  MlmeDeauthenticate.confirm,  
  MlmeDisassociate.confirm,  
  MlmeJoin.confirm,  
  MlmeReassociate.confirm,  
  MlmeScan.confirm,  
  MlmeStart.confirm ;
```

```
signallist  
SmtIndicationSignals=  
  MlmeAuthenticate.indication,  
  MlmeDeauthenticate.indication,  
  MlmeDisassociate.indication,  
  MlmeAssociate.indication,  
  MlmeReassociate.indication ;
```

```
signallist  
PhyTxRequestSignals=  
  PhyTxStart.request,  
  PhyTxEnd.request,  
  PhyData.request ;
```

```
signallist  
PhyTxConfirmSignals=  
  PhyTxStart.confirm,  
  PhyTxEnd.confirm,  
  PhyData.confirm ;
```

```
signallist  
PhyRxSignals=  
  PhyRxStart.indication,  
  PhyRxEnd.indication,  
  PhyData.indication,  
  PhyCca.indication,  
  PhyCcarst.confirm ;
```

```
signallist  
PlmeRequestSignals=  
  PlmeCharacteristics.request,  
  PlmeGet.request,  
  PlmeSet.request,  
  PlmeReset.request,  
  PlmeTxTime.request ;
```

```
signallist  
PlmeConfirmSignals=  
  PlmeCharacteristics.confirm,  
  PlmeGet.confirm,  
  PlmeSet.confirm,  
  PlmeReset.confirm,  
  PlmeTxTime.confirm ;
```

```
use macsorts ;
use macmib ;
```

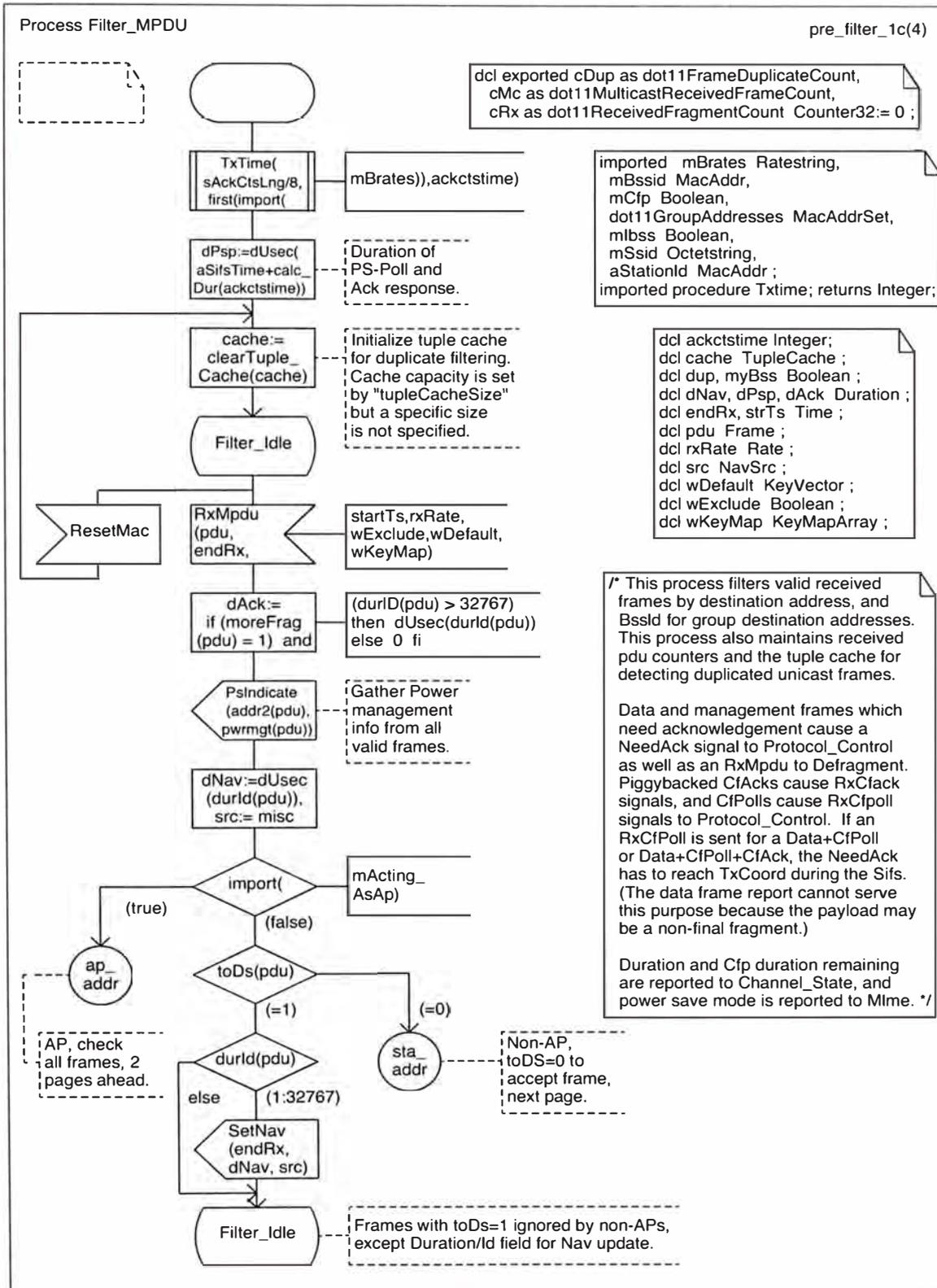
System Access\_Point

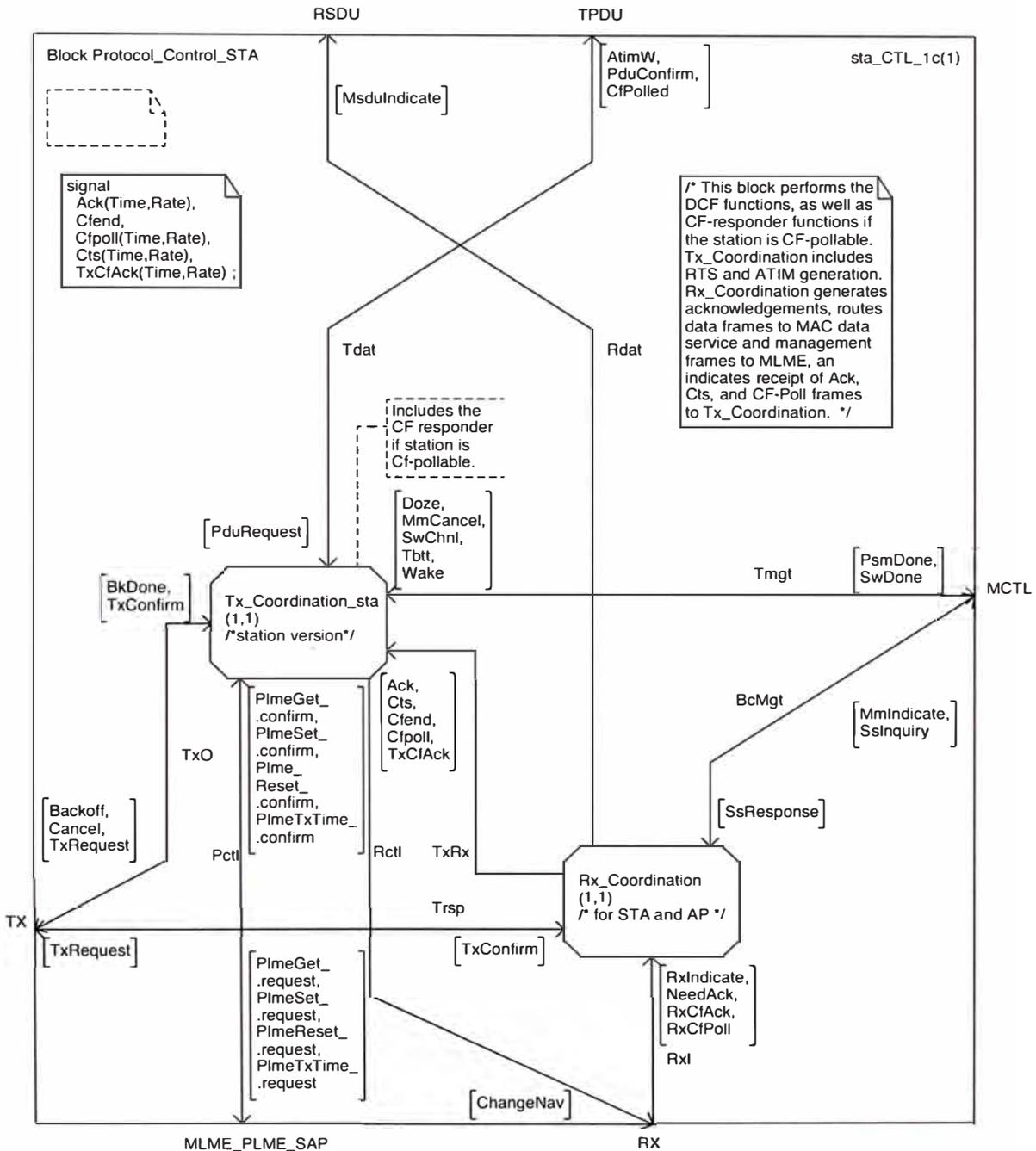
AP\_signals\_2d(3)

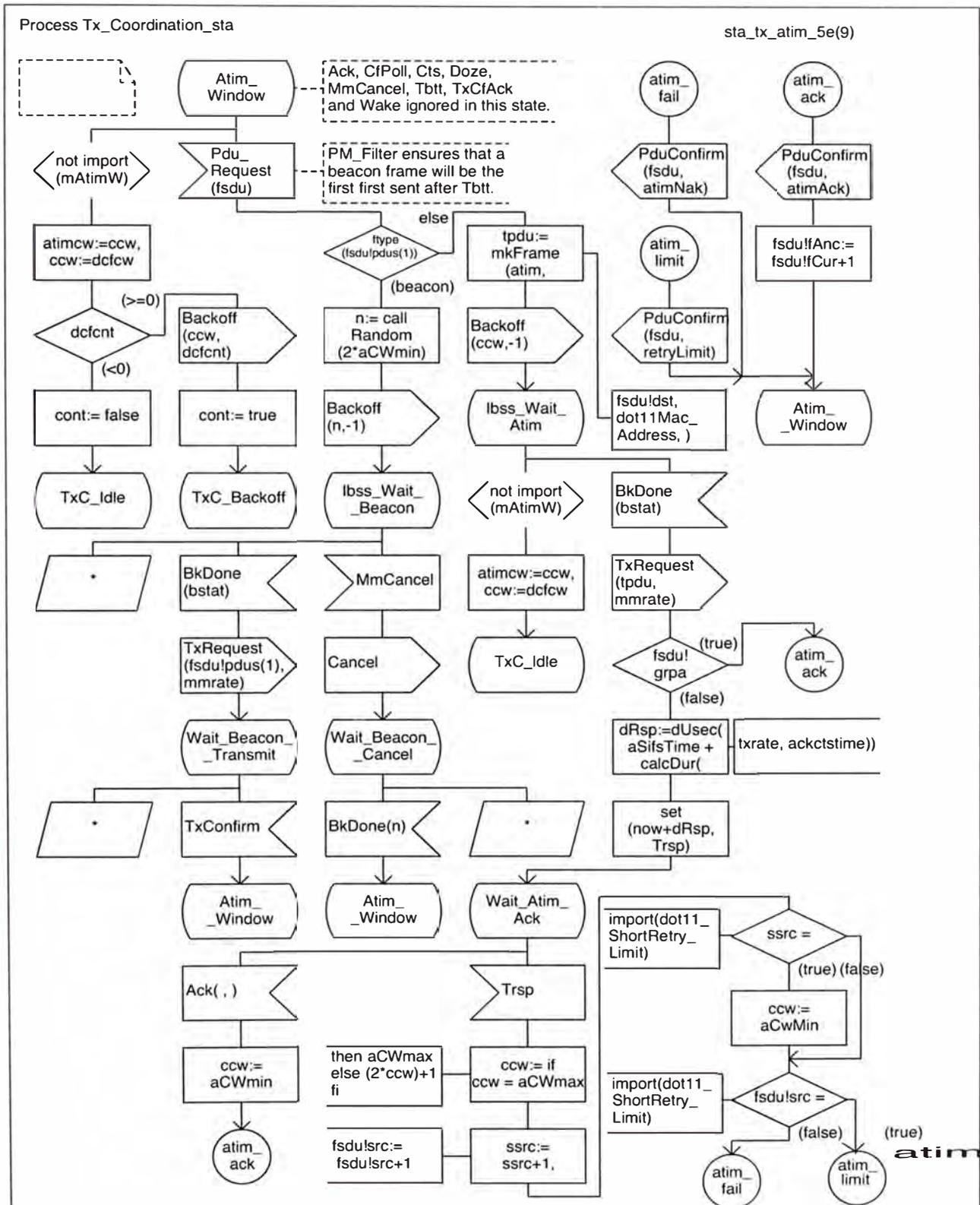
```
newtype DsStatus literals
  assoc, disassoc, reassoc, unknown
endnewtype DsStatus ;
```

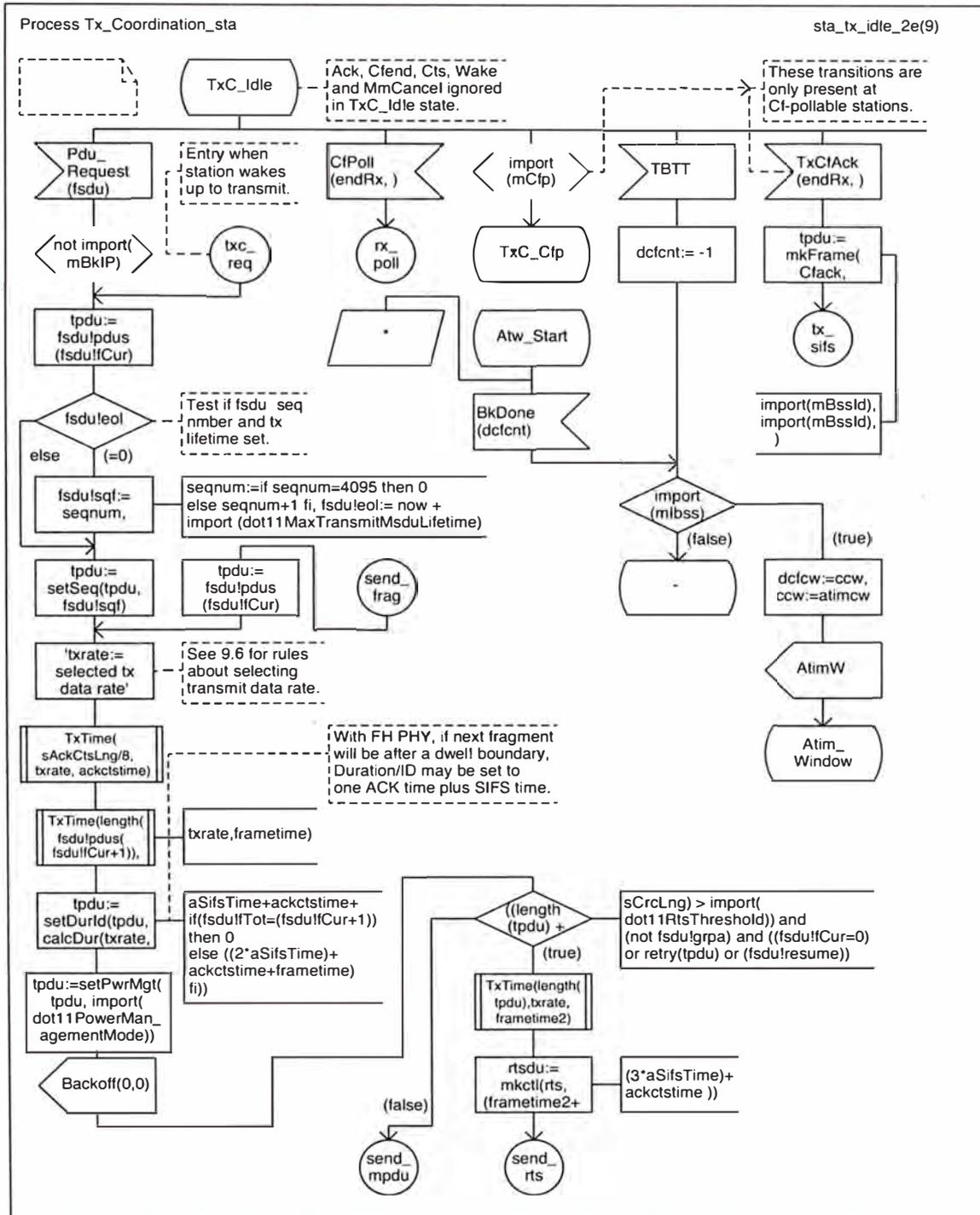
```
signal
  AsChange(Frame,DsStatus),
  Backoff(Integer,Integer),
  BkDone(Integer),
  Busy,
  Cancel,
  ChangeNav(Time,Duration,NavSrc),
  DsInquiry(MacAddr,MacAddr),
  DsNotify(MacAddr,DsStatus),
  DsResponse(MacAddr,MacAddr,DsStatus),
  FromDsm(MacAddr,MacAddr,Octetstring),
  Idle,
  MaUnitdata.indication(MacAddr,MacAddr,
    Routing,Octetstring,RxStatus,
    CfPriority,ServiceClass),
  MaUnitdata.request(MacAddr,MacAddr,
    Routing,Octetstring,CfPriority,ServiceClass),
  MaUnitdataStatus.indication(MacAddr,
    MacAddr,TxStatus,CfPriority,ServiceClass),
  MlmeAssociate.confirm(MlmeStatus),
  MlmeAssociate.indication(MacAddr),
  MlmeAssociate.request(MacAddr,Kusec,Capability,Integer),
  MlmeAuthenticate.confirm
    (MacAddr,AuthType,MlmeStatus),
  MlmeAuthenticate.indication(MacAddr,AuthType),
  MlmeAuthenticate.request(MacAddr,AuthType,Kusec),
  MlmeDeauthenticate.confirm(MacAddr,MlmeStatus),
  MlmeDeauthenticate.indication(MacAddr,ReasonCode),
  MlmeDeauthenticate.request(MacAddr,ReasonCode),
  MlmeDisassociate.confirm(MlmeStatus),
  MlmeDisassociate.indication(MacAddr,ReasonCode),
  MlmeDisassociate.request(MacAddr,ReasonCode),
  MlmeGet.confirm(MibStatus,MibAtrib,MibValue),
  MlmeGet.request(MibAtrib),
  MlmeJoin.confirm(MlmeStatus),
  MlmeJoin.request(BssDscr,Integer,Usec,Ratestring),
  MlmePowermgt.confirm(MlmeStatus),
  MlmePowermgt.request(PwrSave,Boolean,Boolean),
  MlmeReassociate.confirm(MlmeStatus),
  MlmeReassociate.indication(MacAddr),
  MlmeReassociate.request(MacAddr,Kusec,Capability,Integer),
  MlmeReset.confirm(MlmeStatus),
  MlmeReset.request,
  MlmeScan.confirm(BssDscrSet,MlmeStatus),
  MlmeScan.request(BssTypeSet,MacAddr,Octetstring,
    ScanType,Usec,Intstring,Kusec,Kusec),
  MlmeSet.confirm(MibStatus,MibAtrib),
  MlmeSet.request(MibAtrib,MibValue),
  MlmeStart.confirm(MlmeStatus),
  MlmeStart.request(Octetstring,BssType,Kusec,
    Integer,CfParms,PhyParms,lbssParms,Usec,
    Capability,Ratestring,Ratestring) ;
```

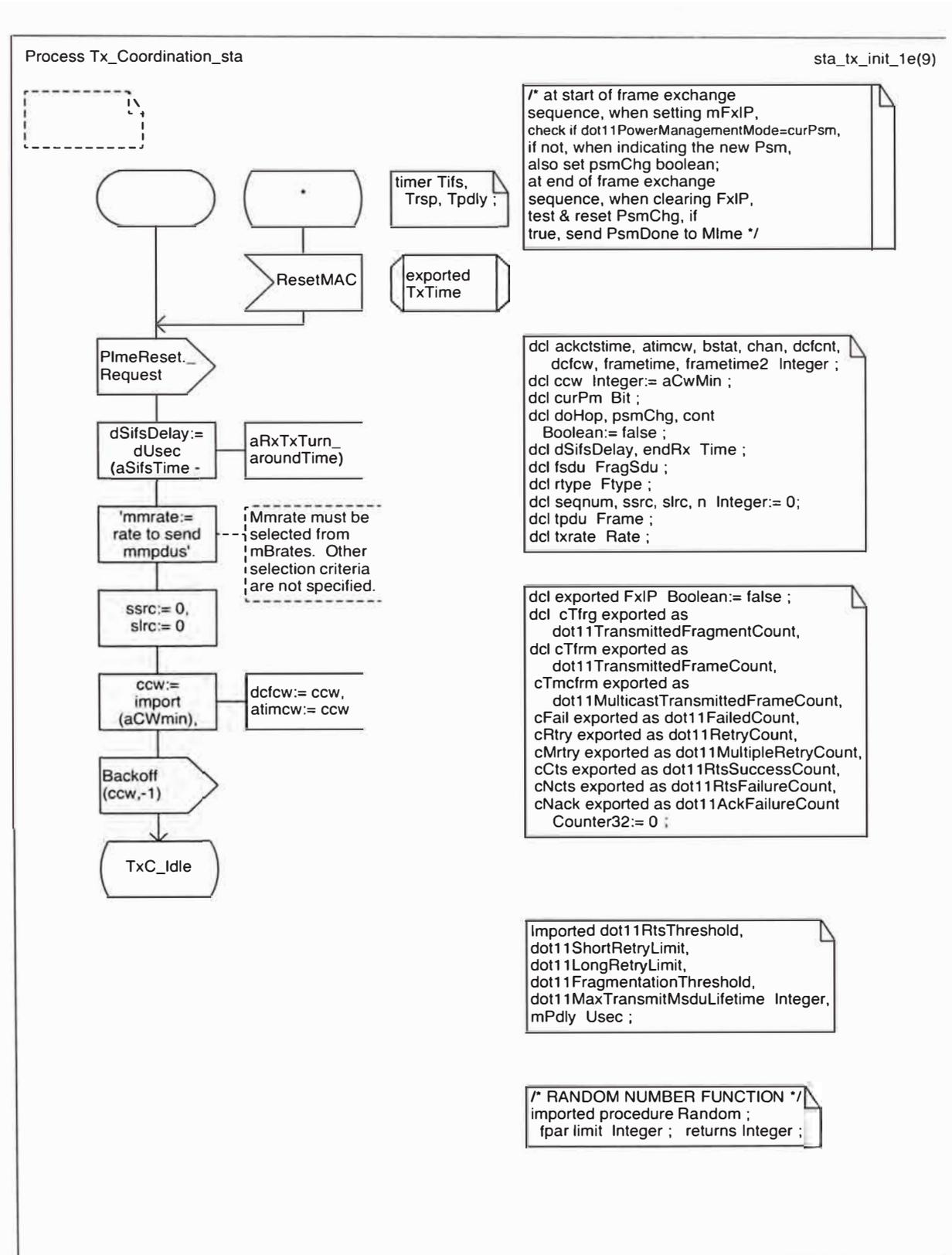
```
signal
  MmCancel,
  MmConfirm(Frame,TxStatus),
  MmIndicate(Frame,Time,Time,StateErr),
  MmRequest(Frame,Imed,Rate),
  MsduConfirm(Frame,CfPriority,TxStatus),
  MsduIndicate(Frame,CfPriority),
  MsduRequest(Frame,CfPriority),
  NeedAck(MacAddr,Time,Duration,Rate),
  PduConfirm(FragSdu,TxResult),
  PduRequest(FragSdu),
  PhyCca.indication(Ccstatus),
  PhyCcarst.confirm,
  PhyCcarst.request,
  PhyData.confirm,
  PhyData.indication(Octet),
  PhyData.request(Octet),
  PhyRxEnd.indication(PhyRxStat),
  PhyRxStart.indication(Integer,Rate),
  PhyTxEnd.confirm,
  PhyTxEnd.request,
  PhyTxStart.confirm,
  PhyTxStart.request(Integer,Rate),
  PlmeCharacteristics.confirm(PhyChrstcs),
  PlmeCharacteristics.request,
  PlmeGet.confirm(MibStatus,
    MibAtrib,MibValue),
  PlmeGet.request(MibAtrib),
  PlmeReset.confirm(Boolean),
  PlmeReset.request,
  PlmeSet.confirm(MibStatus,MibAtrib),
  PlmeSet.request(MibAtrib,MibValue),
  PlmeTxTime.confirm(Integer),
  PlmeTxTime.request(Integer,Rate),
  PsmDone,
  PsPolled(MacAddr,Asocld),
  PsChange(MacAddr,PsMode),
  PsIndicate(MacAddr,PsMode),
  PsInquiry(MacAddr),
  PsResponse(MacAddr,PsMode),
  ResetMAC,
  RxCfAck(MacAddr),
  RxIndicate(Frame,Time,Time,Rate),
  Slot,
  SsInquiry(MacAddr),
  SsResponse(MacAddr,
    StationState,StationState),
  SwChnl(Integer,Boolean),
  SwDone,
  ToDsm(MacAddr,MacAddr,Octetstring),
  TxConfirm,
  TxRequest(Frame,Rate) ;
```













```
use macsorts ;
use macmib ;
```

System Station

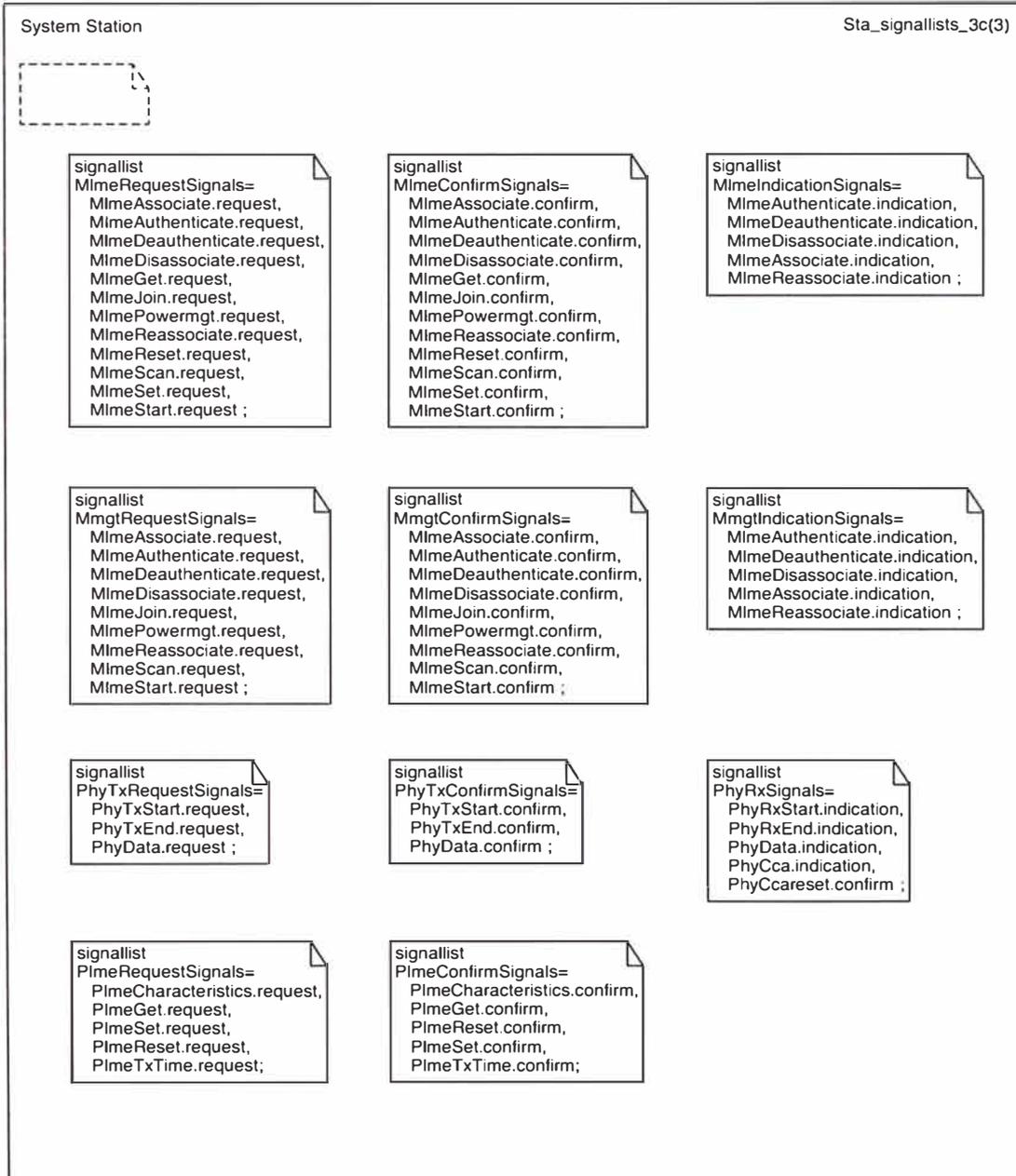
Sta\_signals\_2d(3)



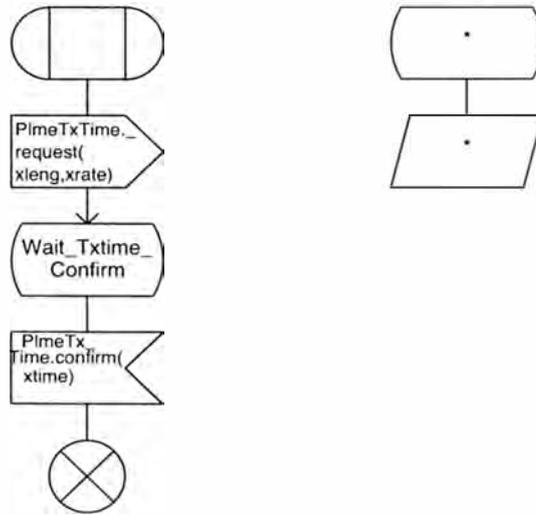
```
signal
AtimW,
Backoff(Integer,Integer),
BKDone(Integer),
Busy,
Cancel,
CfPolled,
ChangeNav(Time,Duration,NavSrc),
Doze,
Idle,
MaUnitdata.indication(MacAddr,MacAddr,
Routing,Octetstring,RxStatus,
CfPriority,ServiceClass),
MaUnitdata.request(MacAddr,MacAddr,
Routing,Octetstring,CfPriority,ServiceClass),
MaUnitdataStatus.indication(MacAddr,
MacAddr,TxStatus,CfPriority,ServiceClass),
MlmeAssociate.confirm(MlmeStatus),
MlmeAssociate.indication(MacAddr),
MlmeAssociate.request(MacAddr,Kusec,Capability,Integer),
MlmeAuthenticate.confirm
(MacAddr,AuthType,MlmeStatus),
MlmeAuthenticate.indication(MacAddr,AuthType),
MlmeAuthenticate.request(MacAddr,AuthType,Kusec),
MlmeDeauthenticate.confirm(MacAddr,MlmeStatus),
MlmeDeauthenticate.indication(MacAddr,ReasonCode),
MlmeDeauthenticate.request(MacAddr,ReasonCode),
MlmeDisassociate.confirm(MlmeStatus),
MlmeDisassociate.indication(MacAddr,ReasonCode),
MlmeDisassociate.request(MacAddr,ReasonCode),
MlmeGet.confirm(MibStatus,MibAtrib,MibValue),
MlmeGet.request(MibAtrib),
MlmeJoin.confirm(MlmeStatus),
MlmeJoin.request(BssDscr,Integer,Usec,Ratestring),
MlmePowermgmt.confirm(MlmeStatus),
MlmePowermgmt.request(PwrSave,Boolean,Boolean),
MlmeReassociate.confirm(MlmeStatus),
MlmeReassociate.indication(MacAddr),
MlmeReassociate.request(MacAddr,Kusec,Capability,Integer),
MlmeReset.confirm(MlmeStatus),
MlmeReset.request(MacAddr,Boolean),
MlmeScan.confirm(BssDscrSet,MlmeStatus),
MlmeScan.request(BssTypeSet,MacAddr,Octetstring,
ScanType,Usec,Intstring,Kusec,Kusec),
MlmeSet.confirm(MibStatus,MibAtrib),
MlmeSet.request(MibAtrib,MibValue),
MlmeStart.confirm(MlmeStatus),
MlmeStart.request(Octetstring,BssType,Kusec,
Integer,CfParms,PhyParms,IbssParms,Usec,
Capability,Ratestring,Ratestring) ;
```

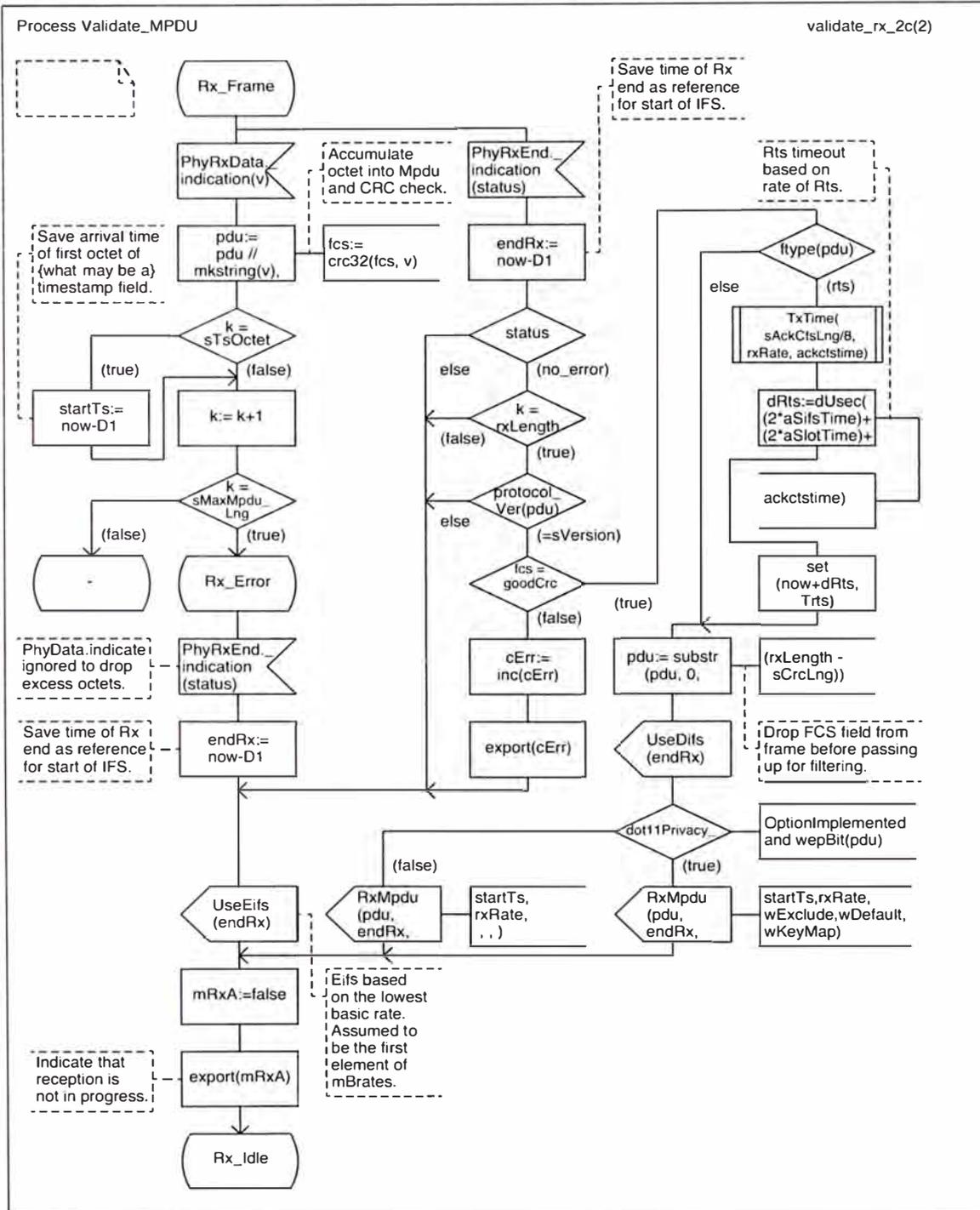
```
signal
MmCancel,
MmConfirm(Frame,TxStatus),
MmIndicate(Frame,Time,Time,StateErr),
MmRequest(Frame,Imed,Rate),
MsduConfirm(Frame,CfPriority,TxStatus),
MsduIndicate(Frame,CfPriority),
MsduRequest(Frame,CfPriority),
NeedAck(MacAddr,Time,Duration,Rate),
PduConfirm(FragSdu,TxResult),
PduRequest(FragSdu),
PhyCca.indication(Ccastatus),
PhyCcarst.confirm,
PhyCcarst.request,
PhyData.confirm,
PhyData.indication(Octet),
PhyData.request(Octet),
PhyRxEnd.indication(PhyRxStat),
PhyRxStart.indication(Integer,Rate),
PhyTxEnd.confirm,
PhyTxEnd.request,
PhyTxStart.confirm,
PhyTxStart.request(Integer,Rate),
PlmeCharacteristics.confirm(PhyChrctcs),
PlmeCharacteristics.request,
PlmeGet.confirm(MibStatus,
MibAtrib,MibValue),
PlmeGet.request(MibAtrib),
PlmeReset.confirm(Boolean),
PlmeReset.request,
PlmeSet.confirm(MibStatus,MibAtrib),
PlmeSet.request(MibAtrib,MibValue),
PlmeTxTime.confirm(Integer),
PlmeTxTime.request(Integer,Rate),
PsmDone,
PsChange(MacAddr,PsMode),
PsIndicate(MacAddr,PsMode),
PsInquiry(MacAddr),
PsResponse(MacAddr,PsMode),
ResetMAC,
RxCfAck(MacAddr),
RxIndicate(Frame,Time,Time,Rate),
Slot,
SsInquiry(MacAddr),
SsResponse(MacAddr,
StationState,StationState),
SwChnl(Integer,Boolean),
SwDone,
TBTT,
TxConfirm,
TxRequest(Frame,Rate),
Wake ;
```

use macsorts ;  
use macmib ;



;par  
in/out xtime Integer;  
in xlen Integer;  
in xrate Rate;





## **Annex D**

(normative)

### **ASN.1 encoding of the MAC and PHY MIB**

It has come to our attention that the definition of the Management Information Base (MIB) in the approved amendment is inconsistent with the MIB of the base standard. Because the definitions in Annex D are not correct, Annex D is not being published in this edition.

The Working Group has submitted a PAR for a Corrigenda to this amendment to make Annex D consistent with the base standard. This Corrigenda will be made available at no cost to all purchasers of the published amendment. This information will also be posted on our Web site at [standards.ieee.org/reading/index.html](http://standards.ieee.org/reading/index.html).

## Annex F

*Add this new Annex:*

(informative)

### High Rate PHY/frequency-hopping interoperability

The Channel Agility option described in 18.4.6.7 provides for IEEE 802.11 FH PHY interoperability with the High Rate PHY. The frequency-hopping patterns, as defined within this annex, enable synchronization with an FH PHY compliant BSS in North America and most of Europe. In addition, CCA requirements on a High Rate station using this mode provide for CCA detection of 1 MHz wide FH signals within the wideband DS channel selected. FH PHY stations operating in mixed mode FH/DS environments are advised to use similar cross PHY CCA mechanisms. The frequency-hopping (Channel Agility) and cross CCA mechanisms provide the basic mechanisms to enable coexistence and interoperability.

The MAC elements include both DS and FH elements in beacons and probe responses when the Channel Agility option is turned on. Added capability fields indicate the ability to support the Channel Agility option and to indicate whether the option is turned on. These fields allow synchronization to the hopping sequence and timing, identification of what modes are being used within a BSS when joining on either High Rate or FHSS sides, and rejection of an association request in some cases.

Interoperability within an infrastructure BSS can be achieved, as an example, using a virtual dual access point (AP). A virtual dual AP is defined, for purposes of discussion, as two logically separate APs that exist within a single physical AP with a single radio (one transmit and one receive path). Both FHSS and High Rate logical APs send out their own beacons, DTIMs, and other nondirected packets. The two sides interact in the sharing of the medium and the AP's processor and radio. Addressing and association issues may be handled in one of several ways and are left as an implementation choice.

Minimal interoperability with a non-hopping High Rate or legacy DSSS is provided by the use of a channel at least 1/7 or more of the time. While throughput would be significantly reduced by having a channel only 1/7 of the time, connection and minimal throughput can be provided.

#### F.1 Additional CCA recommendations

When the frequency-hopping option is utilized, the HR/DSSS PHY should provide the CCA capability to detect 1 MHz wide FH PHY signals operating within the wideband DS channel at levels 10 dB higher than that specified in 18.4.8.4 for wideband HR/DSSS signals. This is in addition to the primary CCA requirements in 18.4.8.4. A timeout mechanism to avoid excessive deferral to constant CW or other non-IEEE 802.11 type signals is allowed.

FH PHY stations operating in mixed environments should provide similar CCA mechanisms to detect wideband DSSS signals at levels specified in 18.4.8.4, but measured within a 1 MHz bandwidth. Signal levels measured in a full DSSS channel will be generally 10 dB or higher.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Barry K. Levitt. Jim K.Omura. Marvin K. Simon. Robert A. Scholtz. Spread Spectrum Communications Handbook. McGraw-Hill, Inc. 1994.
- [2] Clare D.McGillem. George R.Cooper. Modern Communications and Spread Spectrum. McGraw-Hill, Inc. 1986.
- [3] Douglas E. Comer. Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP. Prentice Hall. 3ra. Edición. 1996.
- [4] Freeman, Roger L. Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones. Editorial Limusa. 1era. Edición .1991.
- [5] Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones. INICTEL. Diseño de Enlaces PCM por Microondas.1997.
- [6] Proakis Jhon G. Digital Communications. Third Edition. McGraw-Hill, Inc. 1995.
- [7] Robert C. Dixon. Spread Spectrum Systems with Commercial Applications. John Wiley&Sons,Inc. Third Edition.1994.
- [8] Memorias del Concurso de Proyectos. IV Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica.
- [9] Theodore S Rappaport. Wireless Communications. Principles and Practice. Segunda Edición 2002.