

1. Sistema DAB Eureka 147

La radio digital es la transmisión y recepción de sonido, el cual ha sido procesado utilizando una tecnología comparable a los aparatos reproductores de discos compactos. La técnica utilizada es el sistema DAB. Éste omite todos los sonidos no perceptibles por el oído humano, transmitiendo una cantidad de datos en relación de 1 a 7 de todos aquellos que pueden ser transmitidos en comparación con la señal original sin ninguna pérdida de calidad.

El Sistema DAB proporciona radiodifusión digital multiservicio de alta calidad, destinada a receptores móviles, portátiles y fijos, tanto para la radiodifusión terrenal como para radiodifusión por satélite. Es un sistema flexible que permite una amplia gama de opciones de codificación de los programas, de los datos asociados a los programas radiofónicos y de los servicios de datos adicionales.

El DAB es un sistema muy robusto diseñado para receptores tanto domésticos como portátiles y, especialmente, para la recepción en móviles; para la difusión por satélite y para la difusión terrenal y que, además del audio, nos permite introducir datos. Esta tecnología no tiene los problemas de la FM cuando se reciben muchas señales de diferentes puntos: del propio transmisor y otras reflexiones, dispersiones y difracciones que varían con el tiempo. Lo que se consigue con el sistema DAB es que la mayor parte de las señales que entran en el receptor se sumen, es decir, que contribuyan positivamente a la recepción [9].

3.1. Características Técnicas de Funcionamiento del Sistema DAB Eureka 147

La técnica DAB permite introducir muchos canales en el espectro, y con ello muchos programas, es decir, prácticamente se multiplica la capacidad de programas utilizando el mismo espectro. Además, el sistema permite emitir un gran número de programas por múltiplex, dependiendo de la calidad que se requiera.

A continuación se dará una explicación más detallada y técnica de ciertos parámetros de este nuevo sistema.

3.1.1. Forma de Difusión de DAB [9]

Técnicamente esta forma de difusión se configura en bloques, que contienen varios canales estéreo y múltiples servicios, con un ancho de

banda inferior a 1,5Mhz que se puede dividir en varias portadoras de señal (ahora la FM tiene sólo una).

La señal es comprimida (se filtra para transmitir sólo lo que el oído humano es capaz de percibir, con lo que se reduce 7 veces la cantidad de información a transmitir); también es codificada, y se hace por medio de un sistema Musicam-mpg con un bit rate (volumen de bits por segundo transmitidos) de 192 kbps, que proporciona una calidad similar a un cd.

En lo referente a poder convertir la radio en un medio multimedia se ha tomado como punto de referencia el Multimedia Object Transfer Protocol (MOT). Este sistema permite la emisión de datos generales (MIME/http), imágenes (JPG, GIF, JFIF y BMP), texto (txt, html), multimedia (MPEG o Java) así como numerosos archivos generales. A parte, en los receptores DAB se puede ofrecer software (programas), juegos, guía electrónica, etc.

Según la norma ETS 300 401 se definen tres mecanismos para transmitir datos, que a la postre son los que diferencian la radio digital de la tradicional frecuencia modulada, y son:

1. **PAD**; (datos asociados al programa). Se extraen de la trama Musicam (sistema que transmite a 192Kbps y da calidad similar a cd en emisiones) en el decodificador.
2. **DSL** (Dinamic Label Segment). Se utiliza para la información anexa al audio que irá en formato ASCII.
3. **NPAD**; datos no asociados al programa. Se pueden enviar como un paquete de información independiente.

3.1.2. Generación de la Señal DAB

Cada señal del servicio se cifra individualmente, se interpola en el codificador del canal, posteriormente los servicios se multiplexan en el canal principal del servicio (MSC), según una configuración predeterminada, pero ajustable. La salida del multiplexor se combina con la información múltiplex del control y de servicio, que viajan en el canal de información rápido (FIC), para formar los marcos de transmisión en la transmisión Multiplexer. Finalmente se aplica la modulación (OFDM) para formar la señal que consiste en una gran cantidad de portadores. La señal se transporta, se amplifica y se transmite. La figura 3.1 muestra el diagrama a bloques de un generador de señal DAB.

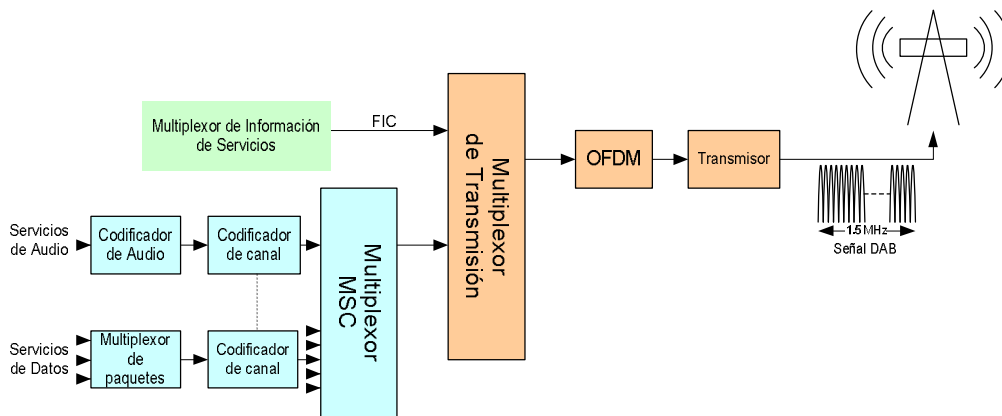


Fig.3.1. Diagrama descriptivo del proceso de generación de la señal DAB [11]

Cada una de las señales es codificada individualmente en una fuente de nivel, protegida de errores y en el codificador de canal. Después los servicios son multiplexados en el Canal Principal de Servicio (MSC, Main Service Channel), de acuerdo a una predeterminada, pero ajustable, configuración múltiplex. La salida del multiplexor es combinada con información de control y servicio, la cual viaja en el Fast Information Channel (FIC), formando los frames de transmisión en el multiplexor de transmisión.

Finalmente, la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) es aplicada para formar la señal DAB, la cual consiste de un gran número de portadoras. La señal es entonces transportada a la banda de radiofrecuencia apropiada, amplificada y transmitida.

3.1.3. Implementación de una Red Terrestre DAB

En la figura 3.2 se muestra el diagrama a bloques de una red de distribución DAB.

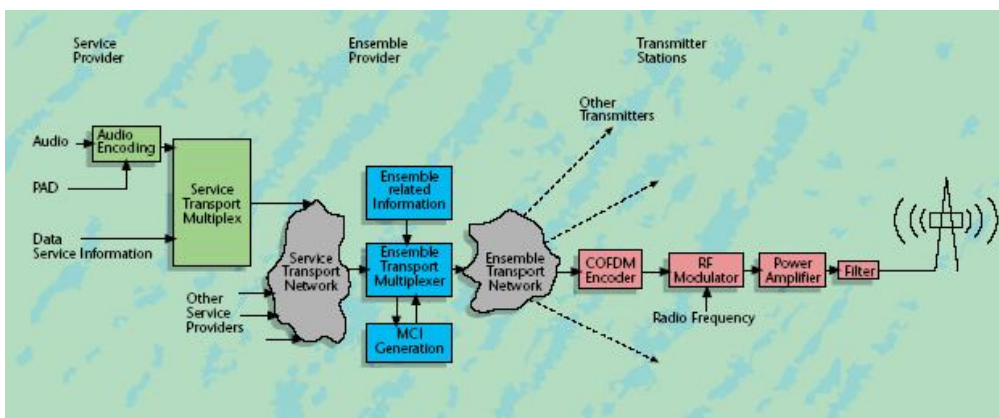


Fig. 3.2. Generación de una señal DAB [11]

El proveedor del servicio crea y lleva los datos que vienen de un servicio a un conjunto DAB. Estos datos son pasados al conjunto proveedor por vía de la red de transporte del servicio. Típicamente la información será recibida desde diferentes proveedores del servicio. Esta información será entonces reunida en una salida de datos representando el conjunto DAB completo, el cual es pasado a la estación transmisora donde el conjunto DAB es generado y radiado. La interface entre el Conjunto del Proveedor y la Red de Transmisión es conocida como ETI (Ensemble Transport Interface). Esta permite la eficiente distribución de las señales provenientes del Multiplexor del Conjunto DAB hacia el COFDM generador de la Red de Transmisión, por ejemplo, la Red de Frecuencia Única (Single Frequency Network).

3.2. Recepción de la Señal DAB

Se selecciona en el sintonizador análogo, la salida convertida a digital del cual se alimenta el demodulador de OFDM y decodificador del canal para eliminar errores de la transmisión. La información contenida en el FIC se pasa al interfaz utilizado para la selección del servicio y se utiliza para fijar el receptor apropiadamente. Los datos del MSC se procesan más a fondo en un decodificador audio para producir las señales audio izquierdas y derechas o en un decodificador de los datos (paquete Demux)

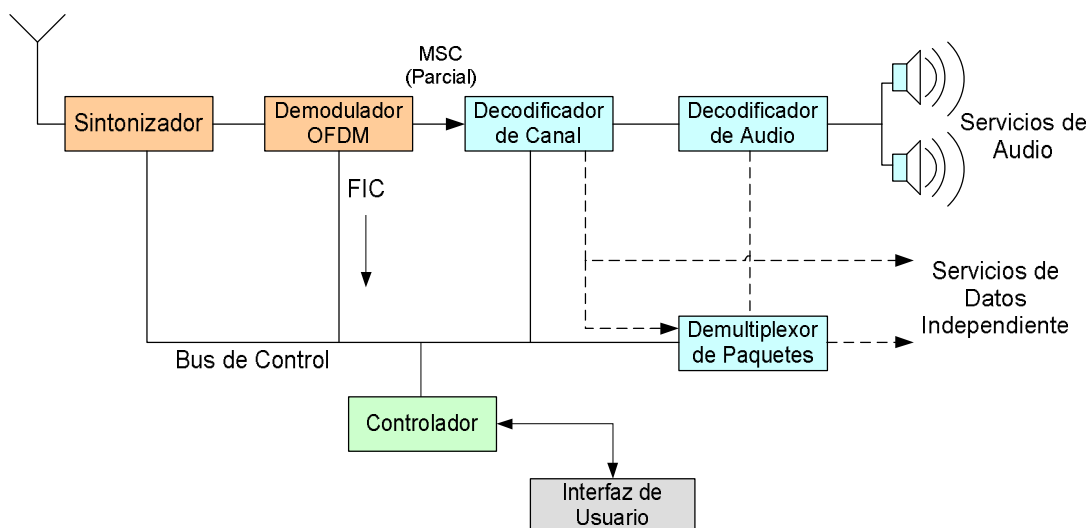


Figura. 3.3. Recepción de una señal DAB [11]

La figura 3.3 muestra el diagrama a bloques de un receptor DAB. El conjunto DAB de señales es seleccionado en el sintonizador analógico, la salida digitalizada es alimentada al demodulador OFDM y al decodificador de canal para eliminar los errores de transmisión. La información contenida en el FIC es pasada a la interface de usuario para la selección del servicio

y es usada para establecer el receptor apropiadamente. El MSC de datos es nuevamente procesado en un decodificador de audio para producir las señales de audio izquierda y derecha o en un decodificador de datos (Packet Demux) como es apropiado.

3.2.1. El receptor DAB

Como es de suponer la radio digital no podremos sintonizarla en los aparatos que tenemos en la actualidad. El receptor DAB, según el estándar Europeo, debe poder trabajar en frecuencias que vayan desde los 174Mhz a los 240Mhz (en banda III) y entre 1452Mhz y 1492Mhz (en banda L). Deberá contar con una salida de audio y según los modelos y necesidades con salida para datos. Deberá ser capaz de detectar el modo de transmisión y conmutar al modo de recepción correspondiente. El codificador utilizará una frecuencia de muestreo de 24 a 48 KHz y tendrá que ser capaz de conmutar entre las distintas tramas de datos cuando sea necesario (según los datos que se quieran recibir o si nos estamos desplazando). Debe ser capaz de decodificar un programa de audio estéreo con una tasa binaria de 256Kbit/seg. En caso de servicio cifrado (de pago) el receptor deberá informar al usuario-usuario de este servicio. Es recomendable que tenga un display de 8 caracteres alfanuméricos (letras y cifras) como mínimo, que informen del servicio prestado, tipo de programa, trama y segmento seleccionado.

Hay tres tipos de receptores (clasificados según el tipo de recepción para la cual se diseñen).

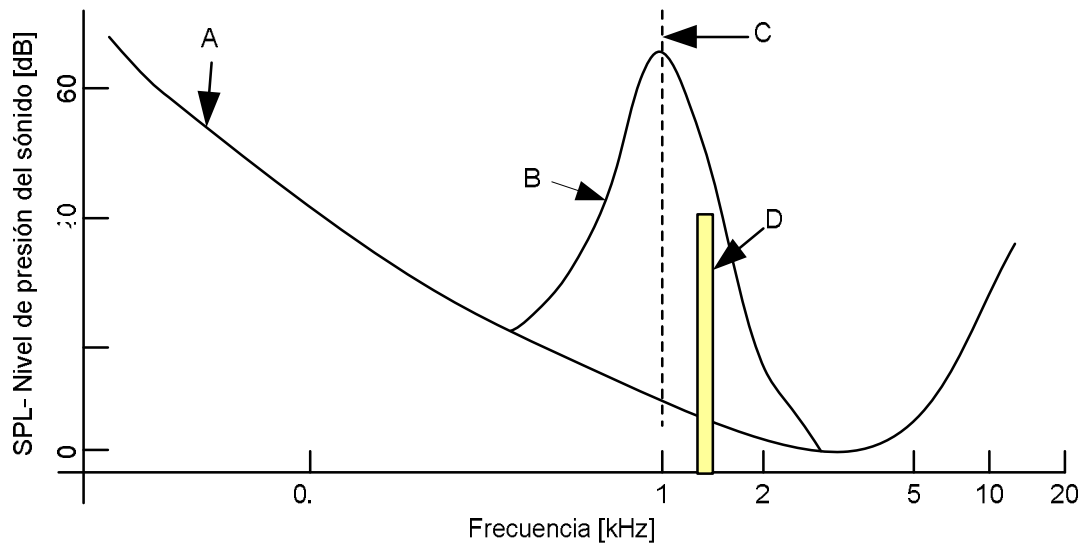
- **Fijo, para casa.** Aquí entran receptores Hi-Fi (con display-pantalla) para manejar los datos de los servicios asociados que apuntábamos al principio) y tarjetas DAB para ordenadores.
- **Portátil.** El típico, de momento sólo transmiten audio aunque ya están empezando a aparecer algunos multimedia (que consumen mucha batería)
- **Móvil para los coches.** Como estos receptores son bastante caros una empresa inglesa (Radioscope) ya ha preparado un sistema de recepción a través del ordenador por medio de un programa decodificador de la señal DAB procedente de una antena normal VHF; pudiendo obtener sonido, texto e imágenes cada diez segundos y todo ello a tiempo real.

Es probable que en los nuevos receptores se incluyan FM, AM y DAB a la vez.

Actualmente existen en el mercado varios modelos de receptores aunque no es fácil encontrarlos debido a la poca información que existe sobre este *nuevo sistema de transmisión digital*. Tanto a nivel gubernamental como a nivel comercial la información al ciudadano es más bien escasa y si preguntas en un comercio, te dirán que no tienen ninguno o que no saben nada del nuevo sistema.

3.3. Codificación de Audio

El codificador de audio utilizado principalmente es MUSICAM, el acrónimo proviene de "Masking pattern Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing", que es la base de codificación especificada para MPEG-2. Esta técnica hace uso del conocimiento de las propiedades del oído humano, en particular, los efectos de enmascaramiento temporal y ancho espectral de percepción del oído interno. El sistema codifica solo las componentes de señal de audio que el oído percibirá mientras descarta la información de audio que el oído es incapaz de escuchar. Así, la capacidad la tasa de transferencia de bits se asigna solo a la codificación y transporte de la información que es importante para mantener una alta calidad subjetiva de audio. El principio del enmascaramiento de audio se muestra en la figura 3.4. [17]:



- | | |
|---|--------------------------------------------------|
| A | Umbral normal del escucha |
| B | Umbral alterado debido al tono C |
| D | Banda inaudible debido a la presencia del tono C |

Fig. 3.4. Enmascaramiento de audio.

En la figura anterior, la componente de la señal a 1 [kHz] deforma y aumenta el umbral de enmascaramiento que define el nivel que otras componentes de la señal deben exceder para poder ser audibles. Si una segunda componente de audio está presente al mismo tiempo y está cercana en frecuencia a la primera, esta segunda componente debe tener un nivel más alto para poder ser percibida por el oído, de forma que rebase el umbral modificado por la primera componente o, de otra forma, la segunda componente será enmascarada por la primera.

MUSICAM es un proceso de codificación de audio eficiente que puede reducir las señales de audio digitales a una de varias opciones posibles de codificación en el rango de 8 kbps a 384 kbps, a una frecuencia de muestreo de 48 [kHz] o, cuando un servicio puede tolerar una baja calidad de audio, 24 [kHz]. La calidad de audio proporcionada por el sistema, es subjetivamente percibida como calidad de CD utilizando tasas de transferencia de 192 kbps o mayores para dispositivos estéreo.

3.4. Codificación de transmisión (de canal) y multiplexión

Los datos para servicios individuales, ya sean basados en audio o multimedia, deben ser combinados en una sola secuencia de datos lista para la transmisión. Este proceso se conoce como multiplexión, y la secuencia de datos resultante es llamada múltiplex DAB. Dicho múltiplex DAB (en la figura 3.5 se muestra la estructura básica) comprende tres distintos elementos:

- El canal de sincronización, que transporta la frecuencia de referencia y la información de sincronización para permitir que los receptores se sincronicen y decodifiquen las señales DAB recibidas.
- El canal de información rápida (FIC), que lleva la información que describe la composición del múltiplex e informa a los receptores cómo extraer y decodificar la información para servicios individuales.
- El canal de servicio principal (MSC), que contiene los paquetes de datos o audio correspondientes a los diferentes servicios dentro del múltiplex. Esta parte del múltiplex es esencialmente la carga útil de la señal DAB.

Canal de Información Rápida: contiene principalmente la información de Configuración del Multiplex (MCI) e información de Servicio (SI)



Canal de Servicio Principal: contiene la información de los programas de servicio y datos asociados a los mismos. Servicios de anuncio, textos, etc

Fig. 3.5. Estructura básica de un frame DAB: "Múltiplex".

Posteriormente, al multiplex se aplica la codificación de canal con FEC, espaciado en tiempo y frecuencia para aumentar la protección contra errores de bits.

El tamaño de la capacidad de datos de la señal DAB completa es aproximadamente 3 Mbps, de la cual el MSC ocupa aproximadamente 2.3 Mbps. Después de permitir la redundancia proporcionada por la codificación de canal, la carga útil neta es de 0.6-1.7 Mbps.

3.5. COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) Codificado Multiplex por división de frecuencia ortogonal

Las condiciones atmosféricas pueden afectar la recepción de una señal análoga. Estas señales también pueden ser interrumpidas por cercanías de cerros y edificios altos. Este tipo de interferencia FM es llamada "multitrayecto" (multipath).

DAB evita este problema transmitiendo una serie de bits digitales, los cuales todavía pueden ser reconocidos incluso en presencia de interferencia. Tal interferencia es esencialmente ignorada por los equipos DAB con la ayuda de un sistema llamado **COFDM**.

Este sistema usa una relación precisa matemática que divide la señal de radio a lo largo de 1536 portadoras de frecuencias distintas al igual que el tiempo. Esto asegura que, aunque parte de la señal sea afectada por interferencia o la señal se pierde por un periodo corto, el receptor será

capaz de recuperar la fuente original y reconstruirla perfectamente. COFDM permite también que la misma frecuencia pueda ser utilizada en todo el país. Esto significa que no es necesario re-sintonizar la radio del auto cuando uno viaja de una ciudad a otra. Con DAB, la misma frecuencia en cada transmisor y en áreas donde exista traslape (overlapping), las señales fortalecen la señal recibida en el receptor. Esta es una forma inteligente de usar lo que previamente era considerado interferencia como una ventaja.

La duración del *símbolo OFDM DAB* está entre 156 y 1246 micro segundos. Estos valores salen de la estimación del tiempo de coherencia del canal: el intervalo de tiempo durante el cual la función de transferencia del canal puede ser considerada constante respecto el tiempo. Acostumbra a ser mayor que la duración de símbolo OFDM. El receptor mide ciertas portadoras de referencia del conjunto total de portadoras OFDM, las cuales están tan solo para poder medir la varianza temporal del canal.

La modulación COFDM necesita gran precisión de los osciladores base. De fallar éstos, el escalado sobre la frecuencia base lleva a no "enganchar" gran número de portadoras en recepción. Cuanto más rápido se trabaje, más se acusa la necesidad de disponer de una sincronización adecuada y más precisa para evitar ráfagas de errores o pérdida de relojes.

3.5.1. Portadoras COFDM

Las portadoras OFDM se acomodan en particiones de frecuencia. Cada una de estas particiones comprende 18 sub-portadoras de datos y una sub-portadora de referencia como se muestra en la figura 3.6.

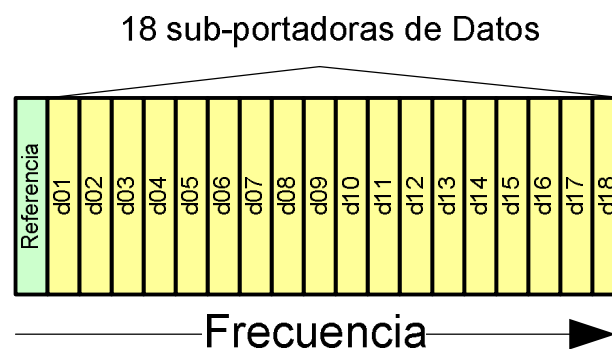


Fig. 3.6. Partición de frecuencia: arreglo de sub-portadoras con orden A

La posición de la sub-portadora de referencia varía con la posición de la partición de frecuencia dentro del espectro: bien al inicio (orden A) o al final de la partición (orden B).

Para cada partición de frecuencia, las sub-portadoras de datos d1 a d18 transportan datos de capa dos mientras que las sub-portadoras de referencia transportan el control del sistema. Las sub-portadoras están numeradas desde 0 en la frecuencia central hasta ± 546 en cualquier extremo del canal de alojamiento de frecuencias.

Además de las sub-portadoras dentro de cada partición de frecuencias, dependiendo del modo de servicio, pueden insertarse hasta cinco sub-portadoras de referencia adicionales en las posiciones -546, -279,0, 279 y 546 con el objetivo de tener una distribución regular de sub-portadoras de referencia dentro de todo el espectro. Por conveniencia de notación, a cada sub-portadora de referencia se asigna un número único de identificación entre 0 y 60. Todas las sub-portadoras de referencia, así como la relación entre los números de sub-portadoras de referencia y los números de las sub-portadoras OFDM, se muestran en la figura 3.7.

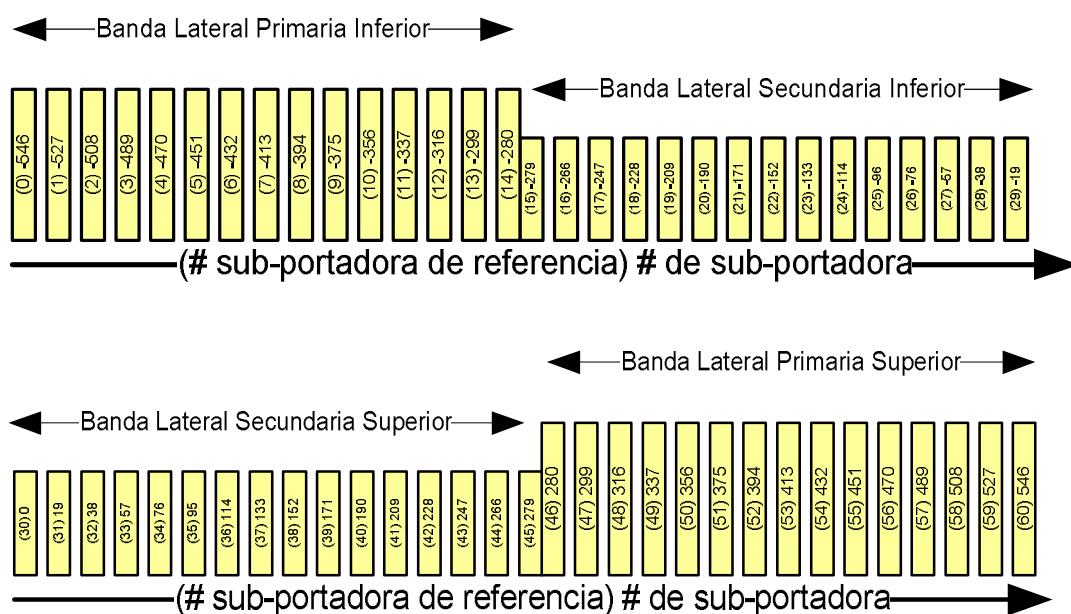


Fig. 3.7. Números de sub-portadoras de referencia

De igual forma, cabe mencionar que el sistema DAB define una serie de modos de transmisión para cada una de las bandas donde puede operar el sistema, con el fin de compensar la dispersión que tienen las señales para el servicio móvil; en este sentido, los modos, cuyo funcionamiento se puede consultar en el documento de la ETSI, (ETSI, 2006), se estructura en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Modos de Transmisión de DAB[10]

Modos de Transmisión	Banda de Operación	Tipo de Servicio
I	B I (47MHz. - 88MHz.) (VHF) B II (87.5MHz. - 108MHz.) (VHF) B III (174MHz. - 230MHz.) (VHF)	Terrestre en redes de frecuencia única (SFN por sus siglas en inglés).
II	B I (47MHz. - 88MHz.) (VHF) B II (87.5MHz. - 108MHz.) (VHF) B III (174MHz. - 230MHz.) (VHF) B IV (470MHz. - 582MHz.) (UHF) B V (585MHz. - 806 MHz) (UHF) B L (1452MHz. - 1492 MHz)	Terrestre; sin embargo, en la banda L está en capacidad de proveerlo satelitalmente y de forma híbrida satelital-terrestre.
III	Menor a 3000MHz.	Satelital, terrestre o híbrido satelital-terrestre.
IV	B I (47MHz. - 88MHz.) (VHF) B II (87.5MHz. - 108MHz.) (VHF) B III (174MHz. - 230MHz.) (VHF) B IV (470MHz. - 582MHz.) (UHF) B V (585MHz. - 806 MHz) (UHF) B L (1452MHz.- 1492 MHz) (UHF)	Terrestre; sin embargo, en la banda L está en capacidad de proveerlo satelitalmente y de forma híbrida satelital-terrestre.

3.6. Protocolo MO (ROMOT) Rules of Operation for the Multimedia Object Transfer (Reglas de Operación del Objeto de Transferencia Multimedia)

MOT es un protocolo de transporte para la transmisión de contenido multimedia en canales de datos DAB a varios tipos de receptores con capacidades multimedia. El propósito es transmitir objetos de longitud finita de una fuente de información (un proveedor de contenidos o servicios) a un destino (un terminal).

Las ventajas del protocolo MOT son:

- No aplica restricciones al contenido que pueda ser transmitido.
- Tanto la segmentación como la transmisión de paquetes es transparente a la aplicación del usuario.
- El estándar MOT existente puede ser ampliado de manera que sea compatible con el anterior.

Hay que señalar que el protocolo MOT se ocupa del nivel de transporte y no del nivel de aplicación, aunque contiene información básica de la administración de objetos y de la presentación del contenido multimedia. Tampoco se ocupa del direccionamiento de los receptores ni del acceso condicional (CA).

El tamaño de los objetos que pueden ser transmitidos usando MOT está limitado por el tamaño máximo del cuerpo cuya limitación real es igual a 255 MBytes.

El tamaño de cualquier información que pudiera ser llevada en la cabecera está limitado por el tamaño del campo TamañoCabecera (HeaderSize) que va desde 1 Byte a 8 Kbytes.

Los métodos de transmisión DAB que puede utilizarse para transportar objetos MOT son el modo paquete y el PAD (Datos asociados al programa).

Para poder realizar las diferentes operaciones necesarias para transmitir un archivo o un conjunto de archivos (por ejemplo un directorio) en formato MOT sobre DAB se realiza lo siguiente:

1. El primer paso consiste en identificar el archivo y crear la cabecera MOT que contendrá tanto la identificación pura del fichero como la información adicional. El fichero o archivo está referido como el cuerpo MOT. Así pues obtenemos un objeto MOT como la cabecera más el cuerpo y ya está listo para la segmentación.
2. El segundo paso consiste en la segmentación. La estructura de datos que se usará por los mecanismos de transporte son los grupos de datos MSC (Canal de Servicio Principal). La cabecera MOT y el cuerpo son transportados en diferentes tipos de grupos MSC por lo que el cuerpo MOT será separado en segmentos de igual tamaño y el último tendrá los bytes restantes. El tamaño de los segmentos de la cabecera y el tamaño de los segmentos del cuerpo son independientes. Las consideraciones que se toman para realizar la segmentación son: proveer robustez a la transmisión, minimizar la cabecera y facilitar la administración de los segmentos en el decodificador de datos DAB. Este proceso se considera dentro del nivel de transporte. Después, en el nivel de red, se formarán paquetes de dos maneras diferentes: modo paquete (Packet Mode) o X-PAD, es decir, en grupos de datos X-PAD.

Los parámetros de la cabecera son:

- **La cabecera básica** (cualquier objeto debe tenerlos como mínimo) contiene importante información sobre el cuerpo, así pues los campos TipoContenido y SubTipoContenido especifican el tipo exacto de información que lleva el cuerpo (Texto, Imagen, Audio,

Vídeo, Transporte MOT, Sistema, Datos generales o Tabla propietaria); la cabecera básica se complementa con los campos TamañoCuerpo y TamañoCabecera.

- **La cabecera de extensión** consiste en una serie de parámetros ParamId, indicación del tamaño (DataFieldLength) y el valor del campo (DataField). De los más significativos destacan el StartValidity y el ExpireTime cuyos valores indican al decodificador MOT a partir de qué momento podrá ser presentado un objeto MOT o invalidado respectivamente. Con el parámetro TriggerTime se especifica en qué momento exacto se debe mostrar el objeto después de la recepción.

El modelo de un decodificador MOT y sus interfaces son:

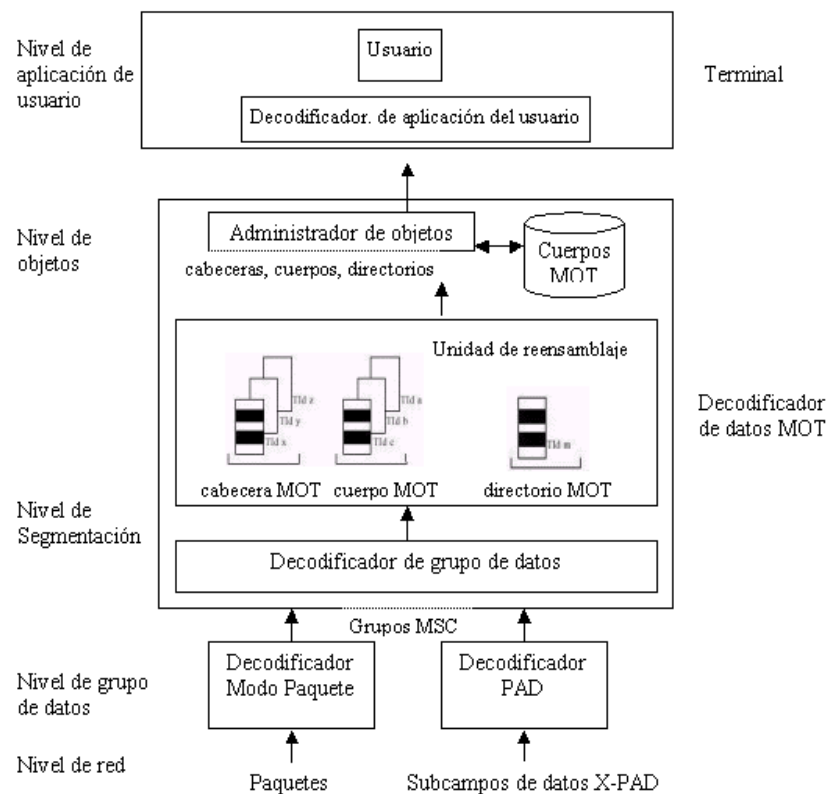


Fig. 3.7. Modelo de un codificador MOT

Lo que cada nivel realiza es lo siguiente [11]:

- **Nivel de red:** En el modo paquete, la dirección del paquete debe usarse para identificar el servicio en particular dentro del subcanal. La validación de cada paquete se verifica evaluando el CRC (Suma de comprobación) del paquete. En el modo X-PAD, el tamaño del grupo de datos MSC viene del indicador Tamaño (Length) del grupo

de datos inmediatamente precedido del comienzo del grupo de datos MOT.

- **Nivel de grupo de datos:** La validación de cada grupo de datos MSC se verifica evaluando su CRC. El campo de datos del grupo MSC contiene un segmento completo. El correspondiente número de segmento y el TransportId los aporta la cabecera de sesión del grupo de datos.
- **Nivel de segmentación y nivel de objetos:** Un decodificador de datos MOT está formado por dos partes: la unidad de reensamblaje que reensambla cabeceras, cuerpos y directorios MOT; y el administrador de objetos que controla a la unidad de reensamblaje, guardando los objetos recibidos y maneja las peticiones de la aplicación del usuario. Es necesario explicar los tipos de grupos: tipo 3 son de cabecera MOT, tipo 4 son los cuerpos MOT, tipo 5 son un cuerpo MOT y los parámetros CA, tipo 6 son directorios MOT y tipo 1 son mensajes CA. CA es el Acceso Condicional, es decir, servicios de pago.

Se describen, además, dos modos de operación para el decodificador: el modo cabecera MOT en donde son procesados tanto cabeceras como cuerpos, y el modo directorio MOT que procesa directorios y cuerpos. Si un flujo de datos contiene tanto cabeceras como directorios, el decodificador deberá trabajar en los dos modos. Tanto la unidad de reensamblaje como el administrador de objetos están en el mismo modo.

La unidad de reensamblaje continuamente evalúa los grupos de datos que llegan. Debe estar preparada para que muchos objetos se transmitan aplicando intervalos, por lo tanto se codifican casi en paralelo.

Esta unidad mantiene una lista con los TransportId de las cabeceras MOT que se envían al administrador de objetos para que sepa que el resto de cabeceras con el mismo TransportId sean descartadas. Si el administrador de objetos MOT quita una cabecera MOT de su memoria se lo dice a la unidad de reensamblaje. Entonces ésta eliminará este TransportId de su lista y continuará aceptando cabeceras MOT con sus TransportId.

El modo directorio MOT es similar al anterior. El reensamblaje de cuerpos MOT es independiente del modo en que esté la unidad de reensamblaje. Si el administrador pide un cuerpo, la unidad obtiene una petición, indicando que los cuerpos están siendo reensamblados. La petición incluirá el TransportId y el tamaño de los cuerpos y quizá

también el Tamaño/Segmento (si se da en un directorio MOT). La unidad de reensamblaje puede entonces asignar memoria para los cuerpos requeridos.

La unidad de administración almacena objetos y permite que la aplicación los pida, por ejemplo, a través de su Nombre/Contenido o por la etiqueta MOT. Intenta reducir el tiempo de acceso e incluye algunas estrategias de caché. Evalúa los parámetros MOT y hace que estos parámetros estén disponibles a la aplicación del usuario. Si un objeto expira debido al parámetro *ExpireTime*, se quita de la memoria y se advierte a la aplicación de esto.

- **Nivel de aplicación:** El nivel de aplicación pide objetos al decodificador MOT y los presenta. La especificación del nivel de aplicación de usuario no es parte de MOT.

3.6.1. Mecanismos de Transmisión [11]

Se definen los *Mecanismos de transmisión* para permitir al receptor recuperar grupos de datos perdidos y objetos para asegurar la recepción correcta, para ello se usan uno o más de los siguientes métodos: repetición en el nivel de grupo de datos, repetición en el nivel de objetos, retransmisión de objetos e inserción de cabeceras MOT.

Generalmente se utiliza un mecanismo para permitir la transmisión/recepción de objetos en paralelo, este mecanismo es el intercalado de objetos en el flujo MOT. Esta transmisión puede ser cíclica o no cíclica.

La transmisión no cíclica se usa cuando un objeto se necesita sólo durante un periodo de tiempo. El problema surge cuando se realiza esta transmisión con repeticiones y un receptor sintoniza después del inicio de esta transmisión ya que no podrá recibir los datos al no tener el inicio.

La transmisión cíclica evita el problema anterior ya que está orientada a las aplicaciones de usuario que necesitan tener objetos disponibles en el terminal durante mucho tiempo. Cada objeto se transmite muchas veces de manera cíclica con un periodo entre cada transmisión. Cuando se solicita un objeto MOT que no está en memoria, se espera al siguiente ciclo. Incluso dentro de un ciclo también se puede repetir el mismo objeto.

Los diferentes objetos en un flujo cíclico MOT son identificados por su Nombre/Contenido. Se recomienda transmitir los objetos más importantes con más frecuencia que el resto para mejorar el acceso al servicio.

Los mecanismos de transmisión MOT enumerados al inicio son:

- **Repetición en el nivel de grupo de datos MSC:** Los grupos de datos MSC contienen segmentos MOT que son transmitidos más de una vez con el mismo contenido de datos.
- **Repetición en el nivel de objetos:** Es más fiable que la anterior. El objeto se transmite más de una vez con el mismo TransportId, la misma segmentación y el mismo contenido en cabecera y cuerpo.
- **Retransmisión de objetos:** Un objeto conserva el mismo NombreContenido en todas las retransmisiones asignando un nuevo TransportId si cambia algún parámetro.
- **Inserción de cabeceras MOT:** Si hacemos transmisiones adicionales de la cabecera MOT junto a las repeticiones permitimos a los decodificadores que pierdan la cabecera y la parte inicial de un objeto empezar a recoger las subsecuentes partes del objeto.