

Televisión digital: una aproximación

Por Ing. Juan J. Delgado Arrebola, Especialista B en Telemática,
Gerencia de Planeamiento Estratégico, DDAR, ETECSA
juande@etecsa.cu

Introducción

Desde las últimas décadas del pasado siglo, con el desarrollo impresionante de la informática, las telecomunicaciones se han movido en forma acelerada hacia la digitalización prácticamente en todas sus ramas, y la televisión no es una excepción en esa tendencia. Este movimiento hacia la digitalización de la televisión está estrechamente vinculado también al logro de la Televisión de Alta Definición —del inglés, *High Definition Television* (HDTV)—.

Como sucede a menudo en otros campos, es común que las nuevas tecnologías requieran algunas aclaraciones para su mejor asimilación. En ese sentido, es oportuno referir algunos aspectos esenciales para la comprensión del tema de la televisión digital:

Diferencia entre la TV digital y la TV analógica actual: la TV digital posibilita mayor definición y calidad de imagen que la TV analógica. Es posible obtener, además, la televisión de alta definición con

características similares al cine y el sonido con calidad de CD-ROM. También pueden transmitirse varios programas simultáneamente por un mismo canal.

Receptor para recibir TV digital: existen diferentes opciones para recibir la TV digital. Algunos televisores digitales constituyen un equipo integral; otros son construidos en dos partes: un monitor capaz de reproducir imágenes y sonidos de TV estándar o de alta definición, más un sintonizador demodulador en un gabinete separado conocido como *Set-top box*. Esta solución ofrece al público una transición escalonada a menor costo hacia la TV digital.

Obsolescencia de los televisores actuales: como es usual ante todo lo nuevo que arriba, muchas personas se han preguntado si la TV digital puede llegar a convertir en obsoletos los televisores actuales tan comunes entre las familias de cualquier parte del mundo. No necesariamente, pues los televisores

analógicos pueden continuar funcionando unos años más y, después de establecida la TV digital, podrán recibir las transmisiones digitales —en formato estándar— añadiendo una unidad *Set-top box*.

Antena para recibir la TV digital: por regla general, la señal podrá recibirse en una zona determinada con la misma antena que se emplea actualmente —de interior o de azotea, según el caso—, siempre que sea adecuada para recibir la banda en que se transmitirán los canales nuevos.

Implementación de nuevos servicios: otra interrogante que pende alrededor de esta nueva tecnología es si se implementarán otros servicios aparte de los usuales programas de televisión. Es posible la transmisión de cualquier información, como subtítulos o audio en otros idiomas, noticias, informaciones e, incluso, pueden establecerse servicios interactivos, programas de participación, com-

pras a distancia, con el empleo de otros medios adicionales como canal de retorno, por ejemplo, las líneas telefónicas, Internet, los teléfonos celulares, etc.

Normas de transmisión de la TV digital

Desde principios de los años ochenta, se establece la Recomendación BT 601 de la UIT-R que define las normativas para la digitalización de los componentes de la señal de video en los estudios de televisión: las señales de luminancia (Y) y las señales de diferencia de color (Rojo-Y) y (Azul-Y) o bien a partir de los colores primarios rojo azul y verde.

De esta forma se consiguió simplificar el proceso de digitalización del video —no se logró obtener un procedimiento único que permitiera la digitalización de la televisión a partir de las normas de transmisión de TV analógica existentes: NTSC, PAL ó SECAM—. La tabla 1 resume estas definiciones que forman parte de la Rec.-BT 601:

Contenido	E' R	E' G	E' B	E' Y	E' R - E' Y	E' B - E' Y
Blanco	1	1	1	1	0	0
Negro	0	0	0	0	0	0
Rojo	1	0	0	0,299	0,701	-0,299
Verde	0	1	0	0,587	-0,587	-0,587
Azul	0	0	1	0,114	-0,114	0,886
Amarillo	1	1	0	0,866	0,114	-0,866
Cian	0	1	1	0,701	-0,701	0,299
Magenta	1	0	1	0,413	0,587	0,587

Tabla 1 Valores de las señales normalizadas

$E' R$, $E' G$ y $E' B$ representan los componentes de colores primarios rojo, verde y azul respectivamente, $E' Y$ representa la señal de luminancia —color blanco— y $E' R - E' Y$ y $E' B - E' Y$ las señales denominadas diferencias de color: rojo-blanco y azul-blanco respectivamente, los colores amarillo, cian y magenta son los colores complementarios.

En la Rec. BT 601 se establece el muestreo de la señal de luminancia del video estándar 4:2:2 —video para la distribución e intercambio internacional de programas— con una frecuencia de 13,5 MHz y de 6,75 MHz —la mitad— para las dos señales de crominancia. Para las señales de alta definición se establece una frecuencia de muestreo de 18 MHz para la luminancia y 9 MHz para las señales de crominancia. En el caso del video 4:4:4 —usado en fuentes de señal y aplicaciones de procesamiento de imagen que requieren una mayor definición del color— las señales de crominancia son muestreadas a una frecuencia más alta en ambos casos —13,5 MHz para la TV estándar ó 18 MHz para la TV de alta definición—.

Hubiera sido un gran logro que hubiese podido establecerse en esa etapa —desde la digitalización del video en 1981, hasta la salida de las primeras normas de transmisión digital para cable o satélites en 1994— una sola norma de alcance global para la radiodifusión de la televisión digital; pero no ocurrió debido a que el proceso de desarrollo de una norma de transmisión demoró algunos años, lo que trajo como consecuencia el surgimiento de tres normas de radiodifusión para la televisión digital, originadas en diferentes regiones del mundo casi simultáneamente:

- ♦ *Advanced Television System Committee* —ATSC ó ATV como también se le conoce— desarrollada en los EE.UU.
- ♦ *Digital Video Broadcast* —DVB-T, T por Terrestrial— desarrollada en Europa por la UIT-R.
- ♦ *Integrated Service Digital Broadcast* (ISDB) desarrollada en Japón.

Esto ha dado lugar a una competencia por la supremacía mundial, principalmente entre las dos primeras, en las que se entremezclan diversos factores tecnológicos, comerciales y políticos, sin que hasta este momento ninguna haya obtenido una preponderancia decisiva. Algunos países se han inclinado hacia una u otra norma, pero aún hay una gran cantidad que se mantiene expectante, sin tomar una decisión definitiva.

Una de las características de la transmisión digital es que la calidad de la imagen recibida en el área de servicio de una estación no disminuye en proporción inversa con la distancia al transmisor —como en el caso de la TV analógica—, sino que se mantiene siempre que el nivel de señal recibida se encuentre por encima de un umbral determinado. Si este nivel disminuye por debajo del umbral, la imagen resulta irrecuperable.

El nivel de señal requerido en un área determinada puede lograrse con potencias radiadas menores que en el caso de la TV analógica.

Las normas de TV digital pueden adaptarse a la transmisión en diferentes formatos de visualización del video, para la TV estándar o de alta definición (HDTV), con el empleo de barrido vertical entrelazado —en un barrido se recorren las líneas impares y, en el siguiente, las líneas pares— o progresivo —todas las líneas pares e impares se recorren en cada barrido— y relación ancho/altura de pantalla de 4/3 —TV estándar— o 16/9 —televisión de alta definición—, como en el cine.

Algunos de estos formatos se muestran en la tabla 2. El número de líneas indicado se refiere a líneas activas o visibles; *e* indica barrido vertical entrelazado y *p* barrido vertical progresivo.

En la TV digital pueden transmitirse por un sólo transmisor uno o más programas de TV estándar o al menos uno de TV de alta definición.

Tipo	Líneas horizontales visibles	Resolución en pixel	Barrido vertical	Relación de aspectos
Estándar (USA)	480	640x480	30 cuadros/s (e)	4:3
Estándar (Europa)	576	768x576	25 cuadros/s (e)	4:3
Alta definición	720	1280x720	25/30 cuadros/seg (e)	16:9
Alta definición	720	1280x720	50/60 cuadros/seg (p)	16:9
Alta definición	1080	1920x1080	25/30 cuadros/seg (e)	16:9
Alta definición	1080	1920x1080	50/60 cuadros/seg (p)	16:9

Tabla 2 Algunos de los formatos más comunes empleados en la TV digital

Receptores de TV digital: el *set-top box* o decodificador

Existen dos opciones para implementar un receptor de televisión digital, una de ellas es un equipo integral con todo lo necesario para procesar la señal desde la antena hasta la pantalla, otra es el *set-top box* que recibe una señal de TV digital procedente de la antena, la decodifica y la entrega a un monitor o un equipo de TV analógico convencional. Este decodificador, conocido también como *digibox*, es un dispositivo que posibilita la recepción en el hogar de la televisión digital y todas sus ventajas: los servicios interactivos, el acceso condicional o la televisión de alta definición. Básicamente este dispositivo se encarga de recibir una señal digital en alguno de los estándares de la TV digital existentes, comprueba que tenga permiso para mostrarla —acceso condicional— y envía la señal —en forma analógica— a un televisor convencional.

Los decodificadores son un paso intermedio hasta que los televisores digitales integrales alcancen un precio en el mercado, similar al de los televisores analógicos actuales. Su funcionamiento puede describirse de la manera siguiente:

- 1.Se sintoniza la señal para recibir la información de audio, video y datos que transitan multiplexados en una trama MPEG-2 TS.
- 2.Se separan los paquetes, según correspondan —audio, video o datos—.
- 3.Un subsistema de acceso condicional se encarga de definir los permisos que tiene el subscriptor para ver unos contenidos u otros y, en función de eso, desencripta los paquetes.
- 4.Los paquetes de audio y video desencriptados se pasan a los dispositivos de video y audio del televisor.
- 5.En caso necesario, los paquetes de datos que forman una aplicación se ejecutan.
- 6.El *set-top box* puede poseer un canal de retorno por donde enviar datos a la cabecera.

Características más comunes en un *set-top box*

- ♦ Procesadores 32-bits a 80 MHz
- ♦ Un mínimo de 8Mb RAM
- ♦ 2Kb de EEPROM
- ♦ 8 MB de memoria flash
- ♦ Disco duro de 20 GB —para guardar programas de TV—
- ♦ Mando a distancia
- ♦ Teclado inalámbrico (opcional)

Un *set-top box* puede también contener otros tipos de funcionalidades añadidas: una conexión de periféricos u otros dispositivos, por ejemplo, cámaras de video para el envío por *e-mail* de capturas, quemador de DVD, impresoras, teclado, TV por cable o un acceso conmutado a Internet, etc.

Métodos de compresión

Todas las normas de radiodifusión de TV digital tienen en común el empleo de un mismo proceso de compresión para la señal de video, conocido como: ISO/IEC 13818-2 ó MPEG-2 Part 2 (video). El método de compresión para las señales de audio presenta algunas diferencias para cada norma. MPEG-2 es la designación de un grupo de normas para la compresión y codificación del video y audio digitalizado, emitidas por el *Moving Picture Experts Group* (MPEG), que forma parte del ISO/IEC —International Standard Organization—.

Después de ser comprimidos por separado, el video y el audio son multiplexados con un mismo algoritmo para las tres normas, denominado: ISO/IEC 13818-1 —MPEG-2 Part 1, *Transport Stream* (TS)—.

La trama resultante MPEG-2 TS se compone de paquetes de 187 bytes de información con un byte adicional para la sincronización.

La necesidad de efectuar una compresión del video previa a su transmisión radica en que, de ser emitido en su condición original, requeriría en el caso de la TV estándar el empleo de tasas de transmisión de datos del orden de 270 Megabit/seg para el video estándar ó 1,45 Gigabit/seg para el video de alta definición. Este último sólo es posible de transportar mediante cables especiales o fibra óptica y sin valorar lo que se necesitaría en capacidades de almacenaje para su comercialización o grabación de los programas de TV grabados en formato digital.

El algoritmo de compresión del video está basado en las características de dicha señal, que en general contiene gran cantidad de elementos redundantes; la compresión opera

fundamentalmente en dos dimensiones, una espacial y otra temporal.

En la dimensión espacial se analizan para cada cuadro los píxeles o elementos de imagen cuyos contenidos se repiten a menudo en una misma escena; por ejemplo, un cielo azul, las superficies de color uniforme, etc., en forma similar a la compactación de una fotografía digital.

En la dimensión temporal se emplea la comparación entre imágenes sucesivas y la predicción de imágenes, tal es el caso de una escena en la cual la cámara permanece inmóvil, un cuadro y el siguiente sólo se van a diferenciar en los pequeños cambios que ocurrán en fracciones de segundo en las expresiones o gestos de las personas que aparecen en pantalla, quedando el fondo prácticamente sin variación. Entonces, el algoritmo de compresión compara la secuencia de los cuadros, considerando lo que ha variado en la escena, dispone la repetición del cuadro anterior, y adiciona sólo los nuevos elementos. En los cambios rápidos de escena, se pone en práctica el principio: "el ojo humano no es capaz de apreciar todos los detalles".

Esta es, *grossos modo*, la base del método de compresión de video MPEG-2; pues la operación real de este sistema es mucho más compleja.

Actualmente, se está desarrollando un sistema MPEG-4 más avanzado del cual se afirma que es superior al MPEG-2, pero su implementación, por ahora, resulta muy costosa.

El nivel de compresión de estos sistemas puede ser modificado dentro de algunos límites, de acuerdo con un compromiso entre la calidad de la imagen requerida y el ancho de banda.

Descripción de las normas de televisión digital

Norma ATSC

Con el advenimiento de la *Advanced Television* (ATV) ó ATSC —*Advanced Television System Committee*—, aprobada por la FCC en 1997, comienza a producirse un cambio radical en la forma en que es transmitida la TV en los Estados Unidos. Este sistema ha sido aceptado, además de este país, por Canadá, México, Taiwán y Corea del Sur. Hasta ese momento se había empleado en los EE.UU, exclusivamente el sistema analógico de TV a color NTSC, en uso desde los años cincuenta.



Figura 1 Norma ATSC – Modulación 8-VSB

El sistema NTSC analógico utiliza una variedad de esquemas de modulación: la señal de luminancia —intensidad de iluminación— es modulada en amplitud en una portadora de video, con una banda lateral completa y parte de la otra banda suprimida por un filtro —Banda Lateral Vestigial, del inglés *Vestigial Side Band* (VSB)—, mientras que la información de crominancia —señal de diferencias de color (rojo-blanco) y (azul-blanco)— es introducida a dos moduladores desfasados entre sí 90°, cada uno modula a una subportadora de 3,58 MHz, en doble banda lateral con portadora suprimida, que, a su vez, modula a la portadora de video.

El sonido es modulado en frecuencia sobre la portadora de audio, que se encuentra situada a 4,5 MHz por encima de la portadora de video. El ancho de banda ocupado es de 6 MHz en total.

En etapas posteriores este sistema ha sido mejorado con la adición de subtítulos digitalizados —*Closed Captioning*— sobre los pulsos del borrado vertical y subportadoras adicionales para la transmisión de canales de audio en estéreo.

En la norma de TV digital ATSC, la señal de video —de TV estándar o de alta definición— es sometida a una compresión y codificación según el algoritmo MPEG-2 Part 2 (video).

El audio, por su parte, es sometido a un proceso de compresión y multiplexación según la norma ATSC A/52 y *Digital Audio Compression* (AC-3). Esta señal puede incluir hasta 5 canales de sonido, más un canal de sonido ambiental de baja frecuencia —Sistema Dolby—.

El video más el audio, comprimidos por separado, son multiplexados en una etapa posterior junto a los canales de datos de acuerdo con la norma MPEG-2 Part 1 —*Transport Stream* (TS)—.

En las siguientes etapas se efectúa una aleatorización (*Scrambler*) de la señal multiplexada para lograr una distribución uniforme de la energía en todo el espectro a radiar y, después, se somete a la acción de diversos códigos de corrección de errores en sucesión, tales como un codificador Reed-Solomon —*Forward Error Correction*— que incrementa en 20 bytes adicionales los paquetes MPEG-2, un código barajador de la posición de los bits —*Data Interleaver*— y, por último, un codificador de Trellis, antes de ser modulada.

El tipo de modulación digital de la portadora, contemplado en la norma ATSC se denomina 8VSB —Banda Lateral Vestigial de 8 niveles—. Una de sus ventajas lo constituye el hecho de que requiere menor potencia radiada que el sistema analógico y otros sistemas digitales de televisión.

Como desventaja de este tipo de modulación puede señalarse el hecho de ser sensible al efecto Doppler y al multirayecto, por lo tanto, no es apropiada para la recepción en equipos móviles. Algunos grupos de radioemisores norteamericanos han intentado cambiar el método de modulación por COFDM —*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, el sistema utilizado en las normas de la UIT y Japón—, y en el año 2001 se realizaron pruebas en ese sentido; pero los resultados no fueron totalmente concluyentes por lo cual el cambio no fue autorizado por la FCC —*Federal*

Communications Commission— y es improbable que pueda producirse en un futuro.

El ancho de banda total ocupado corresponde también a un canal de 6 MHz de ancho, con una carga útil de 19,3 Mbits/seg.

Recientemente la FCC prorrogó el plazo para la retirada de los servicios de TV analógicos —y la consiguiente liberación del espectro radioeléctrico— hasta el año 2009. Hasta el momento sólo se emite una parte de los programas estelares y deportivos en TV de alta definición con diferentes formatos, mientras otros continúan transmitiéndose en TV digital con formato estándar.

Norma DVB-T

Esta norma de radiodifusión de TV terrestre pertenece a una familia de normas que comprende entre otras: DVB-S —*Digital Video Broadcasting by Satellite*— y DVB-C —*Digital Video Broadcasting-Cable*—, las normas DVB-S y DVB-C fueron establecidas en 1994, la norma DVB-Terrestrial en 1997 y su primera transmisión comercial ocurrió en Inglaterra, en 1998. A partir de ahí se ha aplicado en Alemania, Francia, España, Italia, Finlandia, Rusia, Australia, Sur África, India, Malasia, otros países de Europa

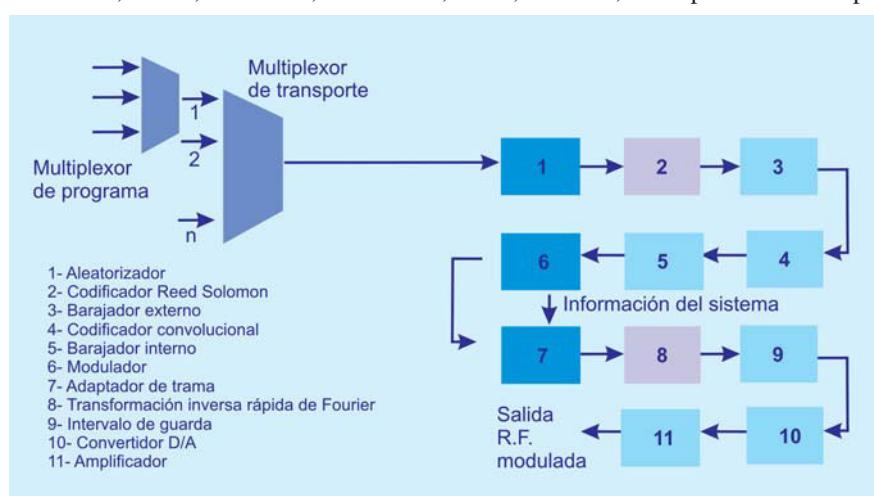


Figura 2 Norma DVB-T - Modulación

y otros continentes. En Norteamérica se emplea también la norma DVB-S en la compresión y codificación de señales digitales por algunas empresas de TV por satélite. También es utilizada la norma DVB-C por operadores de TV por cable en América.

Esta norma admite también canales de datos que permiten el establecimiento de una comunicación interactiva si se procura un canal de retorno por otra vía.

La característica más notable que la diferencia de la norma ATSC es el empleo de la modulación COFDM —*Coded Orthogonal Frequency Modulation*—, una versión de este tipo de modulación es también usada por la norma ISDB —*Integrated Service Digital Broadcasting*— de Japón, otras versiones más sencillas de la misma son utilizadas en las redes WiFi y WiMAX.

El procesamiento empleado para la compresión del audio es ISO/IEC 13818-3 —MPEG-2 – Layer II, audio— y Dolby AC-3.

Otra característica de este tipo de modulación es permitir el uso de transmisores en cadena en una misma frecuencia —*Single Frequency Networks* (SFN)—. En estos sistemas, los transmisores son modulados sincrónicamente con determinada señal y radian en la misma frecuencia. Debido a las características de protección contra el efecto multitrayecto de la modulación COFDM, las señales procedentes de varios transmisores, que arriban de diferentes direcciones a un receptor determinado, pueden contribuir constructivamente al total de señal recibida.

La organización interna del transmisor presenta algunas diferencias con el sistema ATSC —*Advanced Television System Committee*—, es decir, a partir de la entrada de señal MPEG-2 TS —video+audio+datos— se encuentra un aleatorizador (*scrambler*), un codificador Reed-Solomon (FEC), un barajador externo —*External Interleaver*—, un codificador convolucional, un barajador interno —*Internal Interleaver*—, un modulador, un adaptador de trama y un chip donde se ejecuta la Transformada Inversa Rápida de Fourier —característica de la CODFM—, y el intervalo de guarda que reduce los efectos negativos del multitrayecto.

Norma ISDB

Esta norma es el sistema digital de radiodifusión de TV establecido en Japón desde 1998, por la *Association of Radio Industries and Businesses* (ARIB). Al igual que la anterior, forma parte de una familia de normas que cubren diferentes sistemas de transmisión —satélite, radiodifusión y cable—. Se dice que su denominación se debe al parecido con la ISDN porque ambas admiten la transmisión simultánea de múltiples canales de datos.

Al igual que en las normas ya referidas, el video y audio son multiplexados con el algoritmo MPEG-2 TS. Esta norma emplea la modulación OFDM —*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*— con algunas variantes de la

Norma UIT, y sus prestaciones son similares. Se emplea el mismo algoritmo de las anteriores para la codificación del video y, en el audio, se usa el sistema MPEG-2 Part 7, AAC —*Advanced Audio Coding*—.

El Sistema de Acceso Condicional en la norma ISDB tiene características particulares: la señal es encriptada siempre, aunque se destine al público en general, en ese sentido, se le denomina comúnmente sistema de “pague por lo que ve, sin cargo”. Además, existe un sistema denominado RMP —*Right Management and Protection*— que regula los permisos de copia en DVD de los materiales televisados, estableciendo una de tres modalidades: permitir copiar una sola vez, copiar libremente o no permitir copias; en la primera opción se permite almacenar el material en un disco duro pero no admite más copias.

Para ver la programación se requiere disponer de una tarjeta denominada B-CAS *card*, fabricada en el país por una sola firma, que se incluye sin costo adicional en cada televisor digital o *set-up box* vendido al público. Como consecuencia

Denominación	ATSC	DVD-T	ISDB
Compresión de video	ISO/IEC 13818-2 MPEG-2 Video, Part 2.		
Compresión de audio	ATSC Standard A-52 (Dolby AC-3)	ISO/IEV 13818-3 (MPEG-2 -Layer II audio) and Dolby AC-3	ISO/IEC 13818-7 (MPEG-2- Part 7, AAC Audio (Advanced Audio Coding)
Flujo de Transporte (TS)	ISO/IEC 13818-1 MPEG-2 TS, Part 1		
Sistema de Trasmisión			
Aleatorizador (<i>squelch</i>)	16-bit PRBS <i>Pseudo Random Bit Sequence</i>		
Codificación de canal			
Codificador externo	Reed Solomon (297/187, t=10)	Reed Solomon (204/188, t=8)	
Barajador externo	52 R-S Block Interleaver	12R-S Block Interleaver	
Codificador interno	Codificador Trellis Relación 2/3	Codificador convolucional, Relación 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	
Barajador interno	12 a1 Trellis Code Interleaver	Bit-Wise Interleaver and Frequency Interleaver	Bit-Wise Interleaver and Frequency Interleaver and Selectable Time Interleaver
Tipo de modulación	8- VSB Banda Lateral Vestigial de 8 Niveles	COFDM (QPSK, 16QAM, 64QAM, Modulación Jerárquica, Intervalo de guarda: 1/32, 1/16, 1/8 1/4, del símbolo OFDM Modos: 2K y 8K FFT	OFDM, 13 Segmentos de frecuencia DQPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM Modulación Jerárquica Intervalo de guarda: 1/32, 1/16, 1/8, 1/4 del símbolo OFDM. Modos: 2K, 4K y 8K FFT

Tabla 3 Cuadro comparativo de las normas de la Televisión digital

no es probable que puedan introducirse en ese mercado equipos producidos en el extranjero. Hasta el momento sólo Brasil ha mostrado interés en la adopción de esta norma.

La norma ISDB se caracteriza por las propiedades siguientes

- ♦ Por un mismo canal de 6 MHz de ancho puede transmitirse un programa de TV de alta definición o tres programas con definición estándar.
- ♦ Servicio de datos interactivos con retorno por vía telefónica o Internet de banda ancha o mediante una red 10 Base-T.
- ♦ Al igual que en el sistema DVB-T, pueden establecerse cadenas de estaciones con una programación en la misma frecuencia —*Single Frequency Network* (SFN)—. (Ver tabla 3).

Desarrollo actual de la televisión digital

Desde que se comenzaron a establecer las primeras transmisiones de TV digital en los países desarrollados, las administraciones fijaron fechas para el cese de las transmisiones de la TV analógica. En los Estados Unidos se fijó como fecha el año 2006, pero recientemente fue trasladada para el 2009; en Europa, por su parte, se ha propuesto el 2012. Uno de los países más adelantados es Alemania que desde el año 2003 terminó las transmisiones de la TV analógica en la ciudad de Berlín y continúa la digitalización en otras ciudades. En sentido general en Europa ahora es que se comienza a implantar la TV de alta definición porque la mayoría de los programas se transmiten en formato estándar. En los Estados Unidos se ha difundido más la TV de alta definición; pero aún se transmiten muchos programas en TV estándar. Según datos recientes, el número de estaciones de TV digital en ese país asciende a 1550, según *National Association of Broadcasters* (NAB).

En la actualidad son comunes las transmisiones digitales en Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Eslovaquia, Grecia, Hungría, Inglaterra, Italia, Portugal, Suiza, Suecia, etc. En Europa, al principio, se comenzó con una alta proporción de canales de TV pagada, sin embargo, ya existen muchos canales de acceso libre.

En México se anunció recientemente la instalación de 8 transmisores de TV digital por el Grupo Televisa en Ciudad México, Monterrey, Guadalajara y Tijuana; oficialmente se adoptó la norma ATSC en el año 2004.

También existen algunos criterios del público con relación a la TV digital, por ejemplo, en el Reino Unido, uno de los primeros países en establecer la TV digital en Europa, se realizó una encuesta por la Asociación de Consumidores (Ref.10) sobre la TV digital en el año 2001, tres años después del inicio de las transmisiones, de la cual se referirán algunos datos interesantes:

- ♦ Aproximadamente un 26 % de la población adulta dispone de televisores digitales.
- ♦ La disponibilidad de nuevos canales fue uno de los incentivos para la compra de televisores digitales.
- ♦ El 73 % de los encuestados definió su preferencia por los canales de películas y deportivos.
- ♦ La calidad de la imagen fue otro de los factores mencionados por el 48 % de los encuestados.

♦ Las razones para la adquisición de un televisor digital han ido cambiando con el tiempo, al principio fueron los programas deportivos y, posteriormente, los servicios de datos interactivos, correo electrónico e Internet.

♦ Aproximadamente el 56 % de los propietarios de televisores manifestaron alguna queja, esencialmente, sobre el costo de las suscripciones a la TV digital —inicialmente la mayoría de los canales eran pagados—.

♦ No obstante, 4 de cada 5 dijeron que si el tiempo pudiera retroceder volverían a adquirir un televisor digital.

♦ Los que aún no disponen de televisores digitales no denotan ansiedad por adquirirlos. Dos terceras partes no han pensado aún en esa posibilidad.

♦ Del tercio restante, sólo una cuarta parte ha decidido ya su adquisición.

♦ Sólo un 12 % de los que piensan comprar un televisor digital lo haría dentro de los 12 meses siguientes.

♦ El costo es la barrera fundamental, especialmente para los más jóvenes, las familias con niños y las de más bajos ingresos.

♦ Entre los de mayor edad y los de más altos ingresos, las razones para no comprarlo van desde no necesitarlo hasta desconocimiento del tema.

♦ Aproximadamente el 54 % de los adultos que están conscientes de la TV digital conocen que existe una fecha límite para la terminación de las transmisiones analógicas. Este conocimiento alcanza al 66 % entre los que ya tienen TV digital.

♦ Aproximadamente el 47 % de los que están al tanto de la TV digital sienten que no conocen suficientemente acerca de los beneficios.

La TV digital y las empresas de telecomunicaciones

Tradicionalmente, la televisión para su operación ha requerido en todas partes una serie de servicios comúnmente brindados por las empresas de telecomunicaciones, por ejemplo, enlaces locales estudiotorransmisor de TV, transporte de señales de televisión desde el interior del país hacia la estación principal del sistema, distribución de la programación a todo el territorio nacional e intercambio internacional de programas. Para su materialización se han utilizado diferentes medios como la fibra óptica, el cable coaxial, las microondas y los enlaces satelitales.

En esta nueva etapa de la TV digital surgen opciones de servicios para las empresas de telecomunicaciones, al margen de los servicios tradicionales, por ejemplo, la televisión por demanda (IPTV) en puntos fijos o nómadas a través de líneas ADSL, fibra, inalámbricos o PLC o la distribución de IPTV en celulares de Tercera Generación (3G).

Conclusiones

Es una realidad insoslayable que el acelerado desarrollo de la informática ha incidido en el entorno de las comunicaciones, en ese sentido, la digitalización ha ido abarcando cada vez más áreas, tecnologías, aplicaciones y servicios. En la televisión también se ha visto esta penetración con el salto de la televisión analógica a la digital teniendo en cuenta sus particularidades técnicas, las regulaciones, los nuevos servicios que ofrece y sus encorables ventajas. ■

Bibliografía

- Baron, Stanley and Word, David. "Rec. 601. The Origin of the 4:2:2 DTV Standard". *EBU Technical Review*, no. 304 (octubre 2005): 1-11. Disponible en: http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_frameset-index.html. (Consulta: noviembre/2006).
- DTV Report on OFDM and 8-VSB Performance. F.C.C. (Sept. 1999). Reporte de la *Federal Commission of Communications* (FCC) sobre pruebas realizadas en U.S.A. de las Normas ATSC y DVB-T. Disponible en: www.digitaltelevision.com/cofdm/index.shtml. (Consulta: enero/ 2006).
- Hoffmann, Hans. "HDTV-EBU Formats Comparisons at IBC-2006". *EBU Technical Department*, no. 308 (octubre 2006). Disponible en: http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_frameset-index.html. (Consulta: noviembre/2005).
- Ive, John. "Image Formats for HDTV". *EBU Technical Review*, no. 299 (julio 2004): 1-9. Disponible en: http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_frameset-index.html. (Consulta: octubre/ 2005).
- "MPEG: Achievements and Current Work". ISO/IEC JTC1/SC29/W11 N – (nov. 2001). Publicado por *International Organisations for Standardization* (ISO). Disponible en: http://www.chiariglione.org/mpeg/mpeg_general.htm. (Consulta: enero/2006).
- Recomendación UIT-R: BT-60. Publicación de la UIT-R. Ginebra, 1982.
- "Standards ATSC (2005)". Disponible en: <http://www.atsc.org/standards>. (Consulta: diciembre/2005).
- Standard DVB-T. Implementation Guideline for DVB Terrestrial Aspects - ETSI – TR 101190 v1.2.1 (2004). Disponible en: <http://www.etsi.org/>. (Consulta: noviembre/ 2005).
- Stott, Jonathan H. "The How and Why of COFDM". *BBC Research and Development* ". *EBU Technical Review*, no 278 (winter, 1998): 1-14. Disponible en: http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_frameset-index.html. (Consulta: enero/2006).
- Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB-T) Specifications of Channels Coding, Frames Structures and Modulation. Sept. 1998. ARIB – MPT. Japón. Disponible en: <http://www.nhk.or.jp/strl/open98/tenji/z1indx-e.htm>. (Consulta: febrero/2006).
- "Turn on, Tune in, Switch off. Consumer Attitude to Digital TV. Consumer Association, U.K., 2001. Encuesta a los consumidores del Reino Unido, publicada por: *Consumers' Association*, 2001. Disponible en: http://www.l-gui.server.which.net/campaigns/other/communications/0103turn_on_tune_in_pol.pdf. (Consulta: diciembre/2005).
- Wu, Y., Caron, B., Ledoux, B., and Guillet, M. "Evaluation of COFDM for ATV Transmission over 6 MHz Channels". Communications Research Centre, Ottawa, Canadá. Disponible: <http://whitepapers.zdnet.co.uk/0,100000651,260142640p,00.htm>. (Consulta: diciembre/2005)