

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE HARDWARE DE LOS  
RECEPTORES MÓVILES PARA TELEVISIÓN DIGITAL  
TERRESTRE – ESTANDAR ISDB-T**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:  
VÍCTOR HUGO PAHUACHO GUTIÉRREZ**

**PROMOCIÓN  
2002 – I**

**LIMA-PERÚ  
2011**

**ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE HARDWARE DE LOS RECEPTORES  
MÓVILES PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE – ESTANDAR ISDB-T**

## **DEDICATORIA**

*A Dios porque de él viene todo lo bueno,*

*A mis padres, Hugo y Honorata por su constante apoyo y Hno Benjamín,*

*A mi esposa Rosa Angélica y,*

*A Franco, Rodrigo y Mía quienes son mi alegría.*

## SUMARIO

La reciente incorporación de la tecnología de la Televisión Digital Terrestre (TDT) al Perú está marcando la pauta del desarrollo de los servicios de radiodifusión en nuestro país. La importancia de la TDT radica en que posee una capacidad de transmisión con un nuevo concepto en televisión con alta definición de imagen y sonido, que permite la transmisión hacia el telespectador una gran cantidad de contenidos y programas de manera simultánea con contenidos interactivos en un mismo canal.

Entre los receptores de televisión digital terrestre, se tienen los televisores, equipos portátiles y equipos móviles. Estos dos últimos equipos de recepción, son conocidos como receptores one-seg. Los receptores móviles (one-seg) tienen pantallas, normalmente hasta 7 pulgadas. Entre estos dispositivos one-seg tenemos los teléfonos celulares, televisores portátiles, computadoras de bolsillo, etc.

En este escenario, el presente informe se ha elaborado con el objetivo principal de hacer un análisis de arquitectura de los receptores one-seg, tanto en hardware como en software, así como también, el soporte de las aplicaciones interactivas. Se presenta una descripción de las características de los receptores one-seg, receptores bajo la norma ISDB-T con añadidura brasileña, norma aceptada por el estado peruano para su implementación. Finalmente, se hacen comparaciones de algunas características básicas de receptores móviles (celulares) comerciales en el Perú.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL INFORME</b> .....	4
1.1 Objetivo de Estudio .....	4
1.2 Alcance .....	4
1.3 Contenido .....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b> .....	5
2.1 Estándares de codificación en televisión digital terrestre.....	5
2.1.1 Definición Estándar (SDTV).....	5
2.1.2 Alta Definición (HDTV).....	5
2.1.3 One-Seg .....	7
2.2 Transmisión en televisión digital terrestre.....	7
2.2.1 Modulación OFDM.....	7
2.2.2 Espectro radioeléctrico.....	8
2.2.3 Transmisión segmentada OFDM (BST-OFDM) .....	8
2.2.4 Transmisión jerárquica.....	9
2.2.5 Flexibilidad.....	11
2.3 Portabilidad y movilidad.....	12
2.3.1 Portabilidad.....	12
2.3.2 Movilidad.....	13
2.4 Receptor one-seg y receptor full-seg.....	13
2.4.1 Receptor one-seg .....	13
2.4.2 Receptor full-seg.....	14
2.5. Especificaciones de receptores one-seg.....	15
2.6. Interactividad.....	19
2.6.1 Aplicaciones de televisión digital en móviles.....	20
2.6.2 Tecnologías de interactividad.....	24
2.6.3 Canal de retorno.....	26
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ARQUITECTURA DE UN RECEPTOR ONE-SEG</b> .....	31

3.1	Arquitectura general de un receptor one-seg.....	31
3.2	Arquitectura de hardware de un receptor one-seg.....	31
3.3	Sistemas operativos para dispositivos móviles.....	36
3.3.1	Sistemas operativos.....	36
3.3.2	Middleware para dispositivos móviles.....	44
3.3.3	El Middleware Ginga.....	45
3.4	Receptores comerciales en el Perú basados en el estándar ISDB-T.....	48
3.4.1	LG GM600.....	49
3.4.2	LG GM630.....	49
3.4.3	Samsung i6220.....	50
3.4.4	LG KB775.....	51
3.4.5	Sintonizador TV digital y analógica Mygica U6813.....	52
3.4.6	Sintonizador TV digital Mygica S870.....	53
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RECEPTORES ONE-SEG.....</b>		<b>54</b>
4.1	Colores de pantalla.....	54
4.2	Resolución.....	55
4.3	Canal de Retorno.....	55
4.4	Cobertura.....	56
4.5	Análisis.....	59
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>61</b>
<b>ANEXO A</b>		
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....</b>		<b>62</b>
<b>ANEXO B</b>		
<b>PROTOCOLOS PARA ACCESO.....</b>		<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>67</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente informe titulado **ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE HARDWARE DE LOS RECEPTORES MÓVILES PARA TELEVISION DIGITAL TERRESTRE – ESTANDAR ISDB-T**, surge ante la reciente implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Perú, trayendo diversas oportunidades tecnológicas entre ellos los receptores móviles (one-seg). El objetivo del presente informe es elaborar un análisis de hardware de los receptores móviles para televisión digital terrestre bajo el estándar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial o Servicios Integrados de Televisión Digital Terrestre) indicando además sus especificaciones y funcionalidades para una posterior implementación de diversas aplicaciones para estos dispositivos móviles.

El estándar de Televisión Digital Terrestre (TDT) es el conjunto de principios técnicos acordados para el uso digital del espectro radioeléctrico. Es el requisito básico para iniciar la transmisión de Televisión Digital Terrestre en un área geográfica, ya que todo el ciclo de transmisión y recepción debe estar acorde al estándar definido. El escenario mundial ha definido actualmente cuatro estándares de TDT: ATSC Forum (Advanced Television Systems Committee) de los Estados Unidos de América, DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) de la Unión Europea, ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting) de Japón y Brasil, DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) de la República Popular China.

El 24 de abril del 2009, mediante Resolución Suprema N° 019-2009-MTC, se adoptó el estándar ISDB-T como sistema de Televisión Digital Terrestre para el Perú por recomendación de una Comisión Multisectorial luego de estudiar los cuatro estándares de Televisión Digital Terrestre por 2 años. Dicha comisión estuvo compuesta por representantes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Instituto de Radio y Televisión del Perú (IRTP), Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Propiedad Intelectual (INDECOPI), Ministerio de la Producción (PRODUCE), Ministerio de Relaciones Exteriores y de la Sociedad civil (a propuesta del Consejo Consultivo de Radio y Televisión - CONCORTV).

Dicha recomendación, según resolución suprema, consideró cuatro aspectos: Características técnicas de los estándares, Eficiencia en el uso del servicio, Convergencia de servicios, y Contribución al acceso universal, a la reducción de la

brecha digital y el desarrollo de la sociedad de la información en el país. La evaluación técnica fue realizada en las ciudades de Lima, Cuzco e Iquitos, y se consideró la calidad de recepción en alta definición, definición estándar, movilidad y portabilidad.

Mediante Resolución Ministerial N° 645-2009-MTC/03, del 22 de septiembre del 2009, se aprobaron las especificaciones técnicas mínimas de los receptores de Televisión Digital Terrestre del estándar ISDB-T a ser utilizados en el Perú.

Posteriormente mediante Decreto Supremo 017-2010-MTC/03, publicado el 29 de marzo del 2010, se aprobó el Plan Maestro para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Perú, con el objetivo de establecer las medidas necesarias para la transición de los servicios de radiodifusión por televisión con tecnología analógica hacia la prestación de estos servicios utilizando tecnología digital. Además se están haciendo convenios de cooperación con Japón y Brasil y foros internacionales ISDB-T con representantes de Japón, Brasil, Argentina, Chile, Perú y otros países de la región para reafirmar su voluntad de trabajar juntos para la adecuada implementación del sistema ISDB-T mediante actividades conjuntas.

Ante el inicio de la Televisión Digital en nuestro país y las novedades tecnológicas que trae consigo, es de interés analizar y comparar las principales características de los receptores móviles (one-seg). A partir de este estudio, es posible establecer índices de comparación entre estos elementos móviles, tales como: movilidad, portabilidad y codificación de video; los cuales permitirán establecer interactividad entre el televidente y el canal de televisión (broadcasting), mejor calidad de audio y video hacia celulares, televisores portátiles y computadoras, un mayor número de canales, acceso no sólo en los domicilios, sino en ambientes móviles y a cualquier hora, opciones que cambiarán sustancialmente el mundo conocido de la televisión.

El presente informe consta de cuatro capítulos: Planteamiento del informe, Marco Teórico Conceptual, Arquitectura de un receptor one-seg: Hardware/Software, Comparación de los diferentes tipos de receptores one-seg y Conclusiones.

En el primer capítulo, se explican los objetivos, el alcance y el contenido del informe.

En el segundo capítulo, se especifica los estándares HD, SD y one-seg, sus características y diferencias. Se plantean los conceptos de movilidad y portabilidad. Se hace referencia a la característica de la Televisión Digital que es la Interactividad y la importancia del canal de retorno.

En el tercer capítulo, se analiza la arquitectura de un receptor one-seg en forma general y la arquitectura de hardware y procesos: demodulación, demultiplexación y decodificación. También se describen los sistemas operativos y del Middleware Ginga, que es una capa de software intermedia entre el hardware/sistema operativo y las



aplicaciones, que ofrece una serie de facilidades para el desarrollo de contenidos interactivos para televisión digital terrestre. Y También se identifican las especificaciones de los receptores one-seg en el Perú.

En el cuarto capítulo, se realizan comparaciones entre receptores one-seg comerciales.

Finalmente, se presentan las conclusiones del presente trabajo.

## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL INFORME**

El presente capítulo describe el propósito del Informe de Suficiencia.

### **1.1 Objetivo del estudio**

Se establecen dos objetivos:

- Hacer un análisis de arquitectura de los receptores one-seg, tanto en hardware como en software.
- Hacer un estudio del soporte de las aplicaciones interactivas.

### **1.2 Alcance**

El presente trabajo es un estudio de investigación en el cual muestra la arquitectura de un receptor móvil de TDT, sus objetivos y funcionalidades, y finalmente muestra las comparaciones entre los receptores one-seg(móviles) comercializados en nuestro país.

### **1.3 Contenido**

Se hace preliminarmente una descripción de los formatos de transmisión en televisión digital terrestre: HDTV, SDTV y one-seg y de tipos de receptores de televisión digital terrestre: one-se y full-seg. También se describe las especificaciones de los receptores one-seg según la norma aprobada para el Perú.

Luego se hace el estudio de la arquitectura de un receptor one-seg. Se describe la arquitectura de hardware y de software, y además se indican las aplicaciones interactivas. Se detallan los sistemas operativos mas usados.

Finalmente se hacen comparaciones de las características básicas de los receptores móviles de TDT comerciales en nuestro país y se hacen conclusiones.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **2.1 ESTANDARES DE CODIFICACIÓN EN TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**

La señal TDT para receptores fijos se transmite en formatos denominados Definición Estándar (SDTV) y Alta Definición (HDTV); y para receptores móviles y portátiles se transmite en formato de Baja Definición (LDTV) llamado “One Seg” (Un segmento).

#### **2.1.1 DEFINICIÓN ESTANDAR (SDTV)**

La definición estándar, en inglés *standard definition (SD)* o (*SDTV*), es la resolución de vídeo dominante desde el origen de la televisión. La SDTV especifica la transmisión de imágenes y sonido en formato digital, sin embargo el nivel de calidad de audio y vídeo es similar al de la TV analógica convencional.

La señal SDTV, tiene menor resolución por lo que correspondientemente genera imagen y sonido de menor calidad que el formato HDTV pero mejor que la de la señal analógica.

#### **2.1.2 ALTA DEFINICIÓN (HDTV)**

La alta definición, en inglés *high definition (HD)* o (*HDTV*), tiene mayor resolución por lo que ofrece imágenes con formas, colores, contrastes y brillantez de gran nitidez en pantalla panorámica, así como sonido de alta fidelidad. Tanto en imagen como en sonido la TDT en HD ofrece una calidad casi similar a la del cine.

Este formato se refiere a la transmisión de imágenes con una resolución horizontal que es casi 3 veces mayor comparado con la TV convencional. Asimismo establece una resolución vertical que es el doble de la que presenta la televisión analógica. El audio en este caso es multicanal 5.1; es decir, 5 canales de audio con ancho de banda de 20 kHz más un canal subwoofer de bajas frecuencias.

Para HDTV de más alta calidad se considera una resolución espacial de 1920 (H) x 1080 (V) píxeles. En la Figura 2.1 se aprecia la diferencia en la resolución de imagen entre los formatos SDTV y HDTV.

El cambio en la relación de aspecto de la imagen de 4/3 a 16/9 es también otra innovación que ofrece la HDTV respecto a la SDTV. Esto es ilustrado en la Figura 2.2. La nueva relación de aspecto permite concentrar la misma cantidad de detalles para una película filmada en formato de cine y en formato de HDTV.

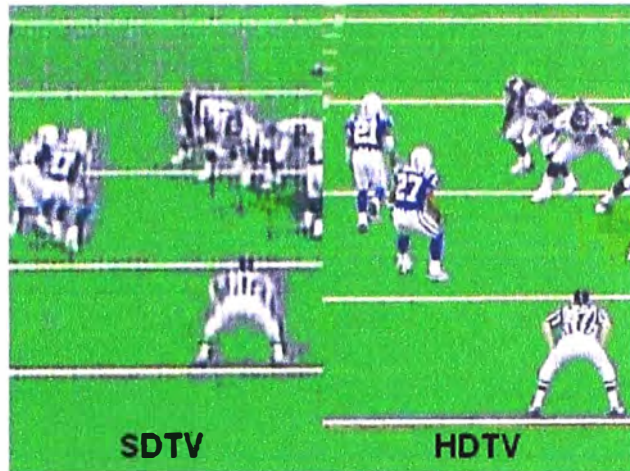


Figura 2.1 Resolución espacial de una imagen en SDTV y HDTV

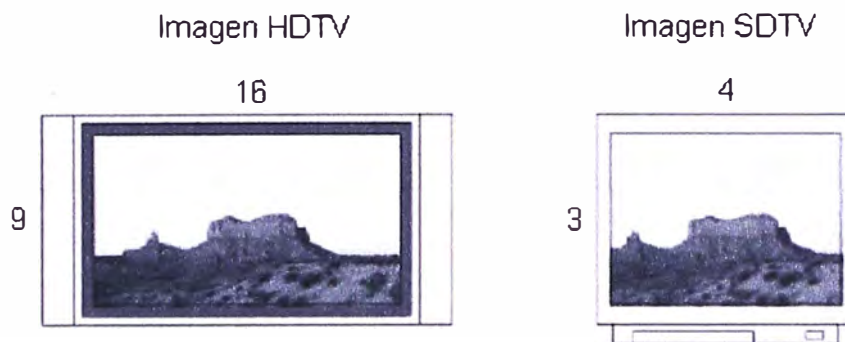


Figura 2.2 Relación de aspecto de HDTV y SDTV

La televisión digital acepta varios formatos de transmisión, a diferentes resoluciones, lo que permite a los productores de televisión crear sub canales de transmisión. A saber:

- 480i – La imagen mide 720×480 pixeles, desplegada a 60 cuadros entrelazados por segundo (30 cuadros completos por segundo).
- 480p – La imagen mide 720×480 pixeles, desplegada a 60 cuadros completos por segundo.
- 576i – La imagen mide 720×576 pixeles, desplegada a 50 cuadros entrelazados por segundo (25 cuadros completos por segundo).
- 576p – La imagen mide 720×576 pixeles, desplegada a 50 cuadros completos por segundo.
- 720p – La imagen mide 1280×720 pixeles, desplegada a 60 cuadros completos por segundo.
- 1080i – La imagen mide 1920×1080 pixeles, desplegada a 60 cuadros entrelazados por segundo (30 cuadros completos por segundo).
- 1080p – La imagen mide 1920×1080 pixeles, desplegada a 60 cuadros completos por segundo.

Los formatos 480i, 480p, 576i y 576p, se clasifican como **SDTV**. Los formatos 720p, 1080i, y 1080p, se clasifican como **Alta Definición** (o **HD**, en inglés), aunque para

efectos comerciales, algunos fabricantes han acuñado el término “**FULL HD**” para hacer referencia exclusiva a los formatos 1080i, y 1080p.

### 2.1.3 ONE-SEG

El “*One seg*” (también conocido como **1seg**) es el formato específico en el cual se transmite la TDT con buena calidad de imagen y sonido hacia celulares, televisores portátiles y computadoras (PC, laptops y notebooks), dotados de sintonizadores ISDB-T. Este es diseñado para que cada canal se divida en 13 segmentos. La transmisión de HDTV o SDTV ocupa 12 segmentos, y el segmento 13 se usa para los receptores móviles, definido como “one seg” (un segmento).

Transmite en resolución:

SQVGA (160x120 o 160x90)

QVGA (320x240 o 320x180)

CIF (352x288)

Todos estos formatos utilizando la relación 4:3 o 16:9

## 2.2 TRANSMISIÓN EN TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

En ISDB-T la transmisión se hace simultáneamente por un mismo canal de 6 MHz, una programación en alta definición (HD), en definición estándar (SD) más la señal especial “one seg” (LD).

Para permitir los servicios de recepción fija / móvil / portátil en el mismo canal, ISDB-T desarrolló una nueva tecnología llamada **BST-OFDM** “Sistema de Transmisión Segmentada OFDM”.

### 2.2.1 Modulación OFDM

La modulación por multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM) es una técnica de modulación de banda ancha que utiliza múltiples portadoras ortogonales, cada una modulada en amplitud y fase.

La modulación OFDM es muy robusta frente al multicamino, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a los desvanecimientos selectivos en frecuencia y frente a las interferencias de RF. Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.

Entre los beneficios de OFDM están: una eficiencia espectral alta, resistencia a interferencias de RF, y baja distorsión de multicamino. Estas características, son de utilidad debido a que, en un escenario broadcasting terrestre se tienen canales multicamino (la señal transmitida llega al receptor de varios caminos y de diferentes distancias).

En OFDM las subportadoras usadas para transmitir son escogidas de modo que sean ortogonales entre sí (desfase de  $90^\circ$  entre señales de la misma frecuencia). Esto tiene una ventaja para realizar la modulación, que puede ser realizado por una simple Transformada Inversa de Fourier Discreta (IDFT) el cual puede ser implementado muy eficientemente mediante la implementación de la inversa de la Transformada Rápida de Fourier (IFFT- Inverse Fast Fourier Transform) en concordancia con el receptor solo se necesita una FFT para invertir esta operación, de acuerdo a la Transformada de Fourier la forma del pulso rectangular guiara a los espectros de las subportadoras del tipo  $\text{sampling } \sin(x)/x$ . Como mencionado de la definición anterior, las diferentes subportadoras no están separadas en frecuencia, se superponen. Usando IFFT para la modulación, implícitamente se escoge las portadoras en tal manera que la frecuencia en la que se evalúa es la señal recibida, las demás son consideradas como cero. Con la finalidad de preservar esta ortogonalidad se debe cumplir lo siguiente:

- El receptor y el transmisor deben estar perfectamente sincronizados. Esto significa que ambos deben asumir exactamente la misma frecuencia y la misma escala de tiempo para la transmisión.
- Los componentes análogos, parte del transmisor y receptor deben ser de muy alta calidad.
- No debería haber canales multicamino.

En la Figura 2.3, se observa la señal OFDM en el dominio del tiempo, en el dominio de la frecuencia y su espectro. La Modulación OFDM es multiportadora (más de 2000 portadoras en un canal de TV de 6 MHz), agrega un intervalo de guarda contra el efecto multicamino.

### 2.2.2 Espectro Radioeléctrico

El Sistema ISDB-T utiliza la banda UHF entre las frecuencias de 470 y 770 MHz, definiendo un total de ancho de banda de 300 MHz. El ancho de banda es dividida en 50 canales desde el canal 13 al canal 62. Cada canal es de 6 MHz del cual 5.57 MHz es de banda de la señal y 430 kHz de intervalo de guarda para limitar la interferencia de canal. Cada uno de estos canales es a su vez dividida en 13 segmentos cada uno con 428 kHz de ancho de banda. One-seg usa solo uno de estos 13 segmentos. Esto lo podemos ver en la Figura 2.4.

### 2.2.3 Transmisión Segmentada OFDM (BST-OFDM)

La ARIB (Association of Radio Industries and Businesses, Asociación de Industrias y Negocios de Radiodifusión) la entidad encargada de crear y mantener el ISDB-T, ha desarrollado una estructura segmentada llamada **BST-OFDM** (Band Segmented Transmission Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

La transmisión segmentada OFDM, es el único sistema de transmisión, que es capaz de transmitir diferentes parámetros de señal HDTV, SDTV y LDTV en el mismo ancho de banda de 6 MHz. A este sistema de transmisión se le llama "transmisión en modo jerárquico".

El ancho de banda de 6 MHz, correspondiente a un canal de televisión, puede ser dividida en 13 segmentos con modulación de portadora propia y con capacidad de brindar diferentes servicios, de los cuales 12 van destinados a la recepción fija con terminales de televisión usando set-top-box (STB), y el segmento restante va destinado a la recepción en equipos móviles. De ahí el nombre One-Seg (un segmento). La Figura 2.5 muestra los 3 tipos de recepción.

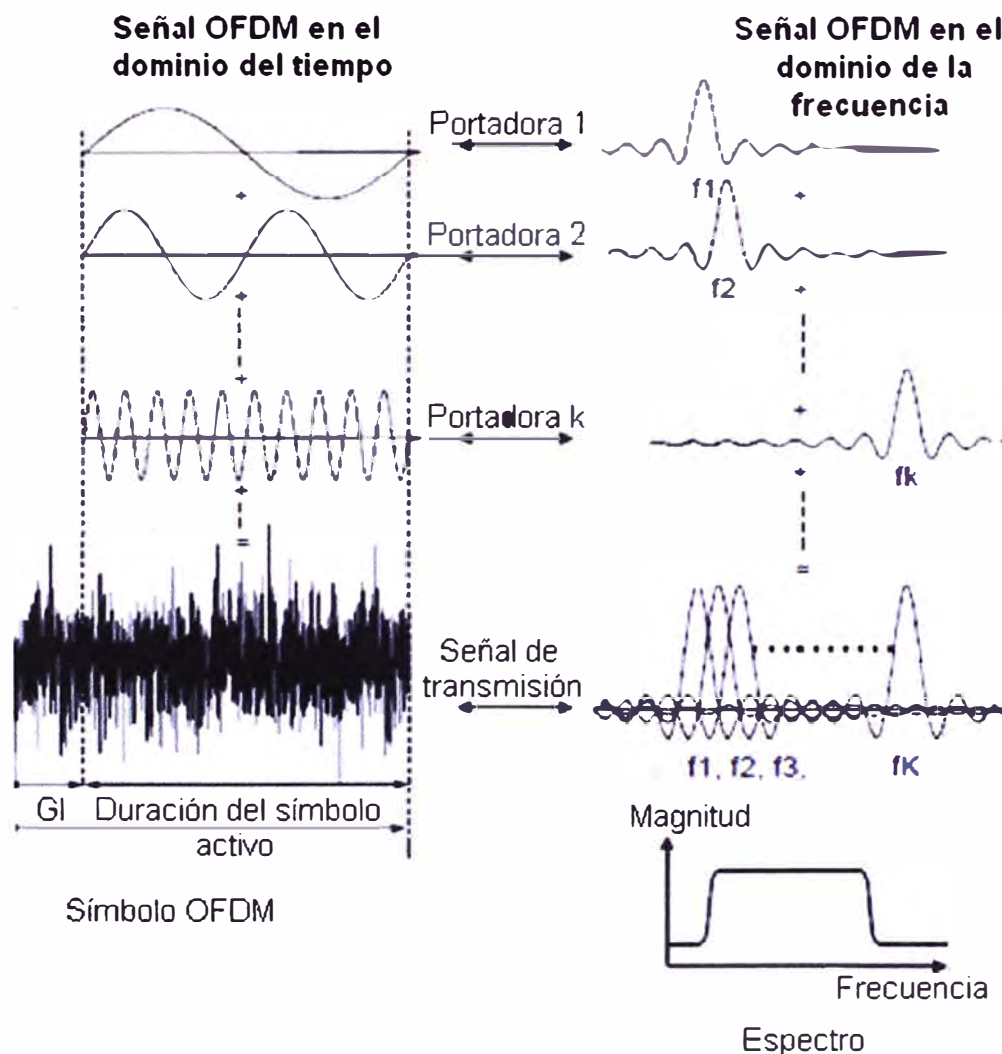


Figura 2.3 Señal OFDM en el dominio del tiempo, la frecuencia y su espectro.

#### 2.2.4 Transmisión Jerárquica

En el estándar ISDB-T cada emisora de TDT (canal de televisión) debe obligatoriamente ser usado simultáneamente para servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil, a esta capacidad de se llama Transmisión Jerárquica. La transmisión se hace simultáneamente por un mismo canal de 6 MHz.



Por este canal se transmite programación en alta definición (HD), en definición estándar (SD), más la señal especial "one seg" (LD).

En la transmisión jerárquica múltiples capas jerárquicas con diferentes parámetros de transmisión, pueden ser transmitidas simultáneamente. Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más segmentos OFDM (grupos de segmentos). Pueden ser definidas hasta tres capas jerárquicas [2]. Esto es ilustrado en la Figura 2.6.

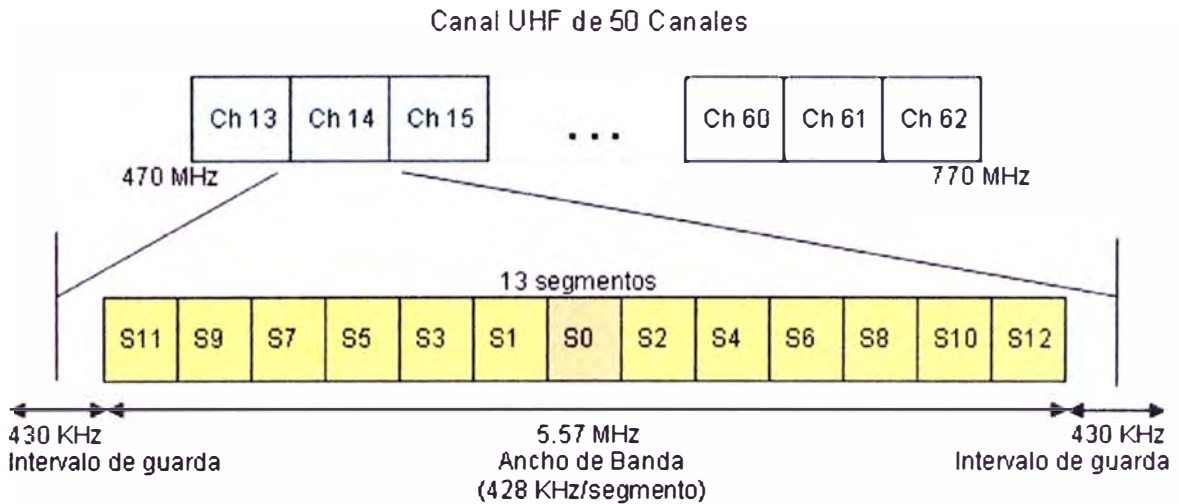


Figura 2.4 Espectro radioeléctrico

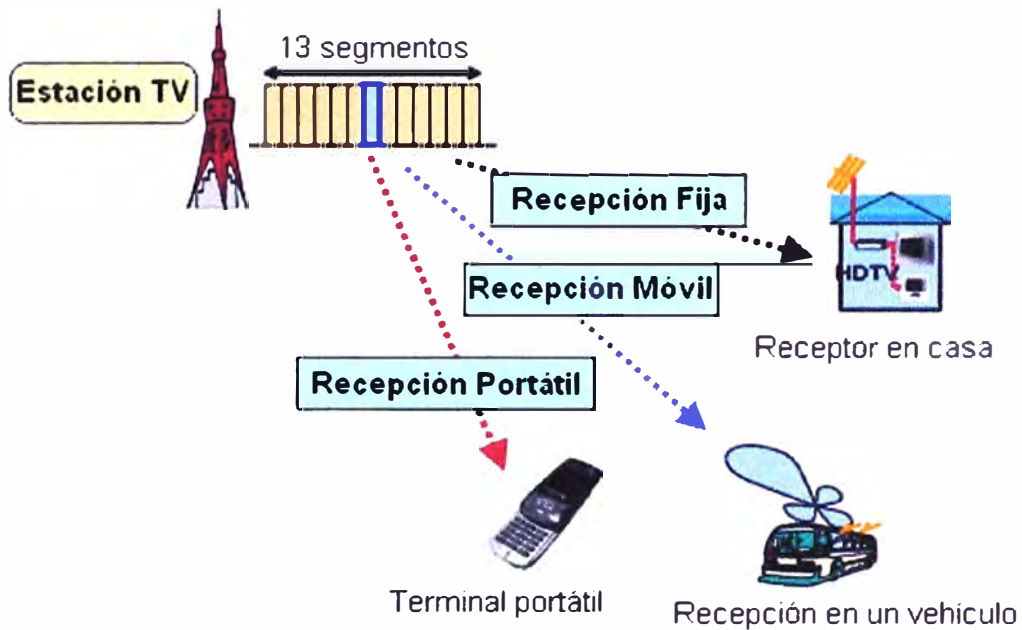


Figura 2.5 Tres tipos de Recepción: fija, portátil y móvil.

La Figura 2.7 muestra el caso de transmisión de 3 grupos. Se usa el grupo 1 en el centro del ancho de banda, un segmento, para el servicio de recepción portátil LDTV, el grupo 2 utiliza 9 segmentos para el servicio de recepción fija HDTV y el grupo 3 de 3 segmentos para recepción fija o en movimiento SDTV. Para la transmisión del grupo 1, las condiciones de recepción, tales como bajo nivel de la altura de la antena, ganancia baja de la antena, fluctuación del nivel de la señal, son necesarios parámetros de



transmisión más fuertes, y para esto se usa QPSK. Por otro lado, para el grupo 2, si se considera una gran y alta ganancia de la antena (antena externa), es deseable una más alta velocidad de transferencia en la transmisión, por lo que se usa 64QAM. Para el grupo 3 se usa 16 QAM (antena interna) [14].

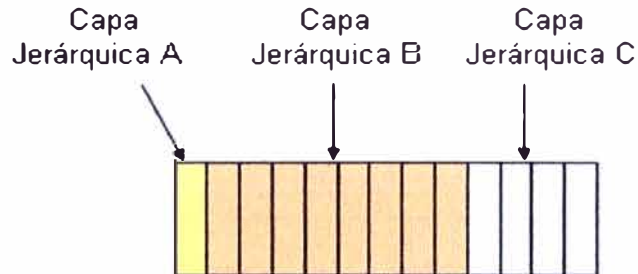


Figura 2.6. Capas Jerárquicas (grupos) en un solo canal.

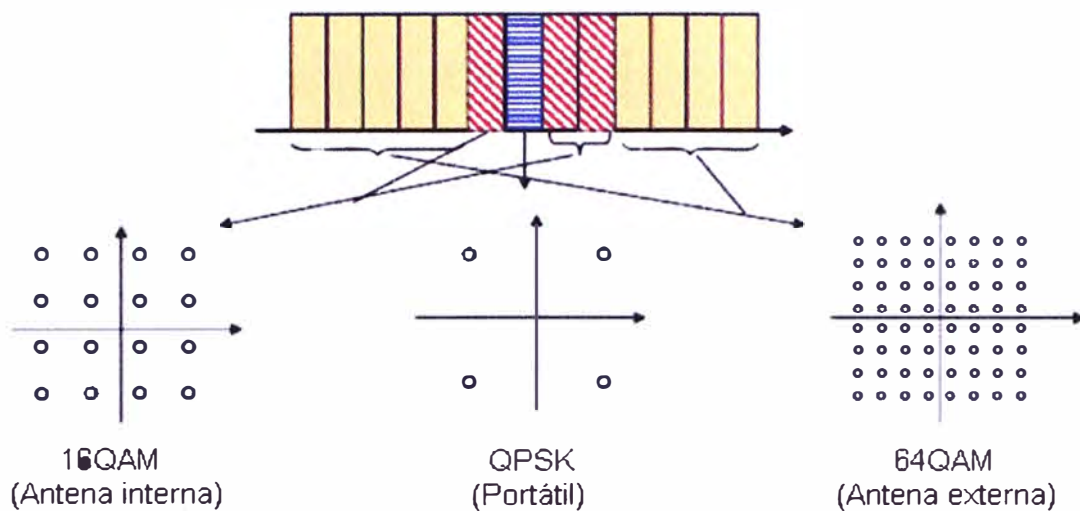


Figura. 2.7 Transmisión jerárquica de 3 grupos.

Como se mencionó anteriormente, en el modo de transmisión jerárquico, es posible seleccionar el adecuado parámetro de transmisión, de acuerdo al estilo de recepción en el mismo canal.

Con este sistema tenemos las siguientes ventajas:

- (1) Mejor aprovechamiento del espectro de frecuencia; en un canal son posibles múltiples servicios, y no es necesario un canal adicional.
- (2) Ahorro en la infraestructura de transmisión; un solo transmisor es utilizado para los servicios fijos/móviles/servicios portátiles.

El sistema ISDB-T es el único que ha adoptado este tipo de transmisión de los sistemas de TDT. El servicio de "One-seg" que únicamente lo tiene el sistema ISDB-T, puede ser habilitado usando la tecnología de "transmisión jerárquica".

### 2.2.5 Flexibilidad

El número de segmentos en cada grupo puede variar, con asignación de parámetros en cada grupo en forma independiente. Esta opción de la estructura del segmento permite flexibilidad del servicio.

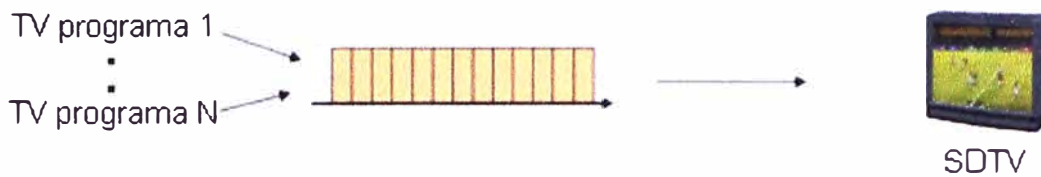
El número de segmentos y el conjunto de parámetros de cada capa jerárquica (grupo) pueden ser configurados por el radiodifusor.

ISDB-T puede transmitir utilizando una, dos o tres capas (grupos) jerárquicas:

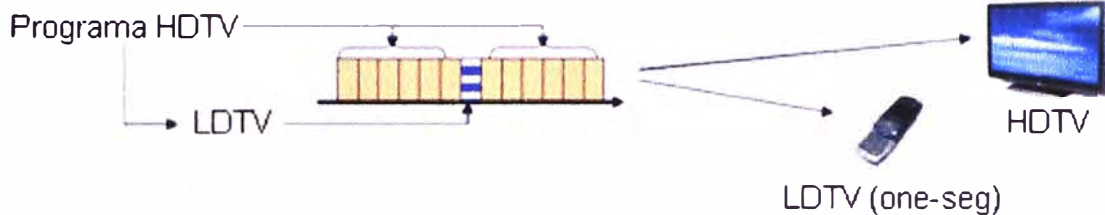
- Con 1 grupo: Transmitiendo en HDTV o SDTV
- Con 2 grupos: Transmitiendo en LDTV (one-seg) y HDTV o LDTV y SDTV
- Con 3 grupos: Transmitiendo en LDTV, HDTV y SDTV

Para LDTV solo usa 1 segmento, para HDTV o SDTV la cantidad de segmentos puede variar dependiendo de la programación. En la Figura 2.8 se muestra ejemplos para cada caso de transmisión con 1, 2 o 3 grupos.

### 1 grupo multi-programas para recepción fija



### 2 grupos para HDTV y LDTV (one-seg)



### 3 grupos para HDTV, SDTV y LDTV (one-seg)

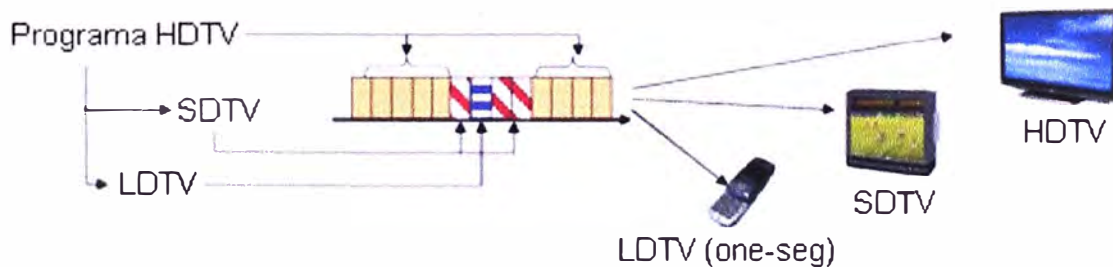


Figura 2.8 Transmisión con 1, 2 y 3 grupos

## 2.3 PORTABILIDAD Y MOVILIDAD

### 2.3.1 Portabilidad

Se refiere a la posibilidad de señales de televisión en el exterior o en cualquier parte del interior de un domicilio, inclusive en un dispositivo de bolsillo. No obstante, teniendo en cuenta la estructura de radiocomunicación, se trata de una solución costosa ya que los transmisores principales necesitarán nuevos transmisores o más potencia para que todos

los espectadores de la zona de cobertura de la TDT obtengan una recepción en óptimas condiciones.

### 2.3.2 Movilidad

Es la capacidad de recibir la señal de TDT en receptores en movimiento, por ejemplo en camiones, trenes, autobuses, automóviles. La movilidad no implica necesariamente un bajo consumo de energía y por lo general requiere medianas y grandes pantallas de recepción por tanto, no debe confundirse con los servicios prestados a dispositivos de mano (celulares, PDAs) en donde la prioridad es el bajo consumo de energía. Los servicios móviles se caracterizan por la recepción rápida en vehículos en movimiento, que presenta importantes retos técnicos fiables para la recepción de la señal.

Para ello el estándar el ISDBT han establecido formatos de codificación y modulación que permiten cumplir con este objetivo. Sin embargo esto hace que el equipo receptor sea más complejo y más costoso.

El concepto de movilidad y portabilidad lo podemos apreciar en la Figura 2.9

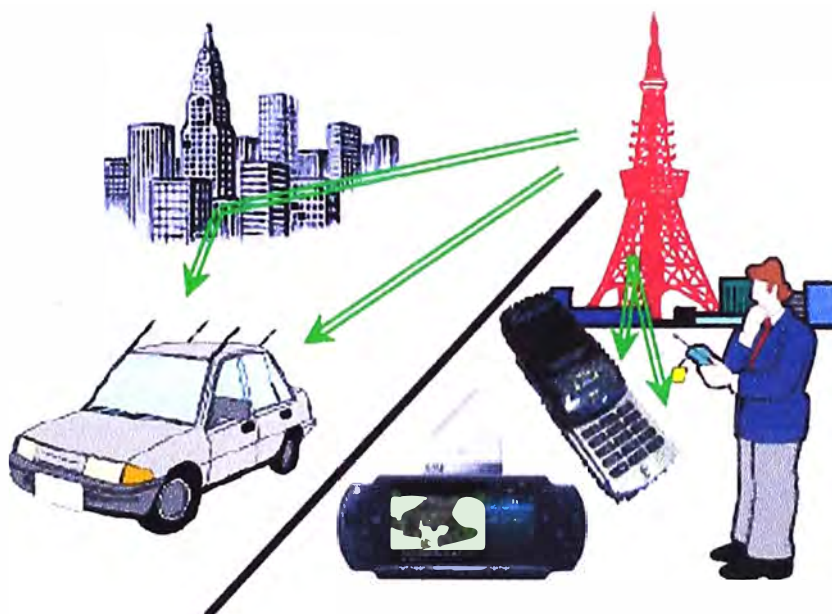


Figura 2.9 Movilidad y Portabilidad

## 2.4 RECEPTOR ONE-SEG Y RECEPTOR FULL-SEG

La Norma Brasileña ABNT NBR 15604, especifica un conjunto de funcionalidades esenciales requeridas de los dispositivos de recepción de televisión digital full-seg, así como los de one-seg, destinados a recibir señales en la modalidad fija, móvil y portátil.

### 2.4.1 Receptor one-seg

Es aquél que decodifica exclusivamente informaciones de audio, video, datos, etc., asignadas en el segmento central de los 13 segmentos. Este dispositivo, permite realizar la interactividad a través de un canal. El canal de interactividad es un medio de comunicación que suministra conexión entre el receptor y un servidor remoto [3].

La clasificación one-seg se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como “*handheld*”, para pantallas de exhibición de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas.

Entre los productos clasificados como one-seg, están los receptores integrados con **teléfono celular, PDA, dongle y televisores portátiles**, los cuales reciben alimentación de una batería interna y, por lo tanto sin necesariamente requerir una fuente externa de energía, así como aquellos destinados a automóviles. Estos tipos de receptores son capaces de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre. En la figura 2.10 apreciamos diversos tipos de receptores one-seg.



Figura 2.10. Tipos de Receptores one-seg

#### 2.4.2. Receptor full-seg

Es aquel dispositivo capaz de decodificar informaciones de audio, video, datos etc., contenidos en los 12 segmentos del canal destinado al servicio fijo (indoor) y móvil.

La clasificación full-seg se aplica a los convertidores digitales, también conocido por Set-Top Box y a los receptores integrados con pantalla de exhibición, pero no exclusivos a éstos. Este tipo de receptor es capaz de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre de alta definición y, a criterio del fabricante, también recibir y decodificar informaciones aplicadas para los servicios dirigidos a los receptores portátiles, definidos como one-seg [3]. En la figura 2.11 se ilustra los diferentes tipos de receptores full-seg.



Figura 2.11. Tipos de receptores full-seg

## 2.5. ESPECIFICACIONES DE RECEPTORES ONE-SEG

El 22 de Setiembre del 2009 se aprobaron por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC las especificaciones técnicas mínimas de los receptores de Televisión Digital Terrestre del estándar ISDB-T a ser utilizados en el Perú (ver anexo), en el marco del proceso de implementación de dicha tecnología en el país, las cuales han sido elaboradas tomando como referencia la Norma Técnica ABNT NBR 15604 de Brasil y la ARIB STD-B21 de Japón.



Se estudiará las especificaciones relacionadas a los receptores one-seg, los cuales se encuentran contenidos en la Norma ABNT NBR 15604.

Entre las especificaciones de los receptores one-seg, según la norma ABNTNBR 15604, están:

**a) Receptor portátil:** La clasificación one-seg se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como “handheld”, para pantallas de exhibición de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas. Entre los productos clasificados como one-seg, están los receptores integrados con teléfono celular, PDA, dongle y televisores portátiles, los cuales reciben alimentación de una batería interna y, por lo tanto sin necesariamente requerir una fuente externa de energía, así como aquellos destinados a automóviles. Estos tipos de receptores son capaces de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre.

**b) Dispositivos portátiles de recepción parcial (one-seg):** La unidad de recepción parcial debe ser capaz de por lo menos sintonizar los canales de 4 televisión limitados por la banda de UHF, comprendidos entre los canales 14 a 69.

**c) Ancho de banda del canal:** El ancho de banda del canal debe ser compatible con lo especificado en el ABNT NBR 15601:2007, como sigue:

- Dispositivos fijos o móviles de recepción (full-seg): 5.7 MHz
- Dispositivos portátiles (one-seg): 0.43 MHz

**d) Presentación de contenidos one-seg en receptores full-seg:** La presentación de los contenidos transmitidos para los receptores one-seg, en los dispositivos de recepción full-seg, simultáneamente o no, depende de la arquitectura del receptor.

**e) Memorias:** El receptor que disponga de middleware instalado en su arquitectura debe poner a disposición 2 MB o más de memoria volátil para contenidos de datos transmitidos por ciclo de vida definido por la aplicación. El receptor debe disponer de memoria no volátil para almacenamiento de códigos de programa.

**f) Decodificación de video e interfaces de salidas:** El receptor debe ser capaz de decodificar un stream de video H.264/AVC, de acuerdo con la ABNT NBR 15602-1: perfiles y niveles, decodificación de los servicios primarios, formatos y tasa de cuadros, señales e interfaces de salida de video analógico y digital, salida de RF, etc.

**g) Decodificación de audio e interfaces de salidas:** El receptor debe ser capaz de decodificar *stream* de audio en el estándar MPEG-4 AAC, de acuerdo con la ABNT NBR 15602-2: parámetros para decodificación de audio, perfiles y niveles, decodificación del *stream* primario, interfaces de salidas analógica o digital.

**h) Decodificador de datos primarios:** La implementación del middleware Ginga es opcional, sin embargo, cuando se instala en el receptor, los requisitos mínimos

obligatorios deben ser implementados necesariamente, como son definidos en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Implementación del middleware Ginga en un Receptor one-seg

Lenguaje de Programa		One-Seg	Full-Seg	Descripción
Ginga	NCL	Obligatorio	Obligatorio	Receptor full-seg Ginga-J es obligatorio
	Java	Opcional	Obligatorio	
<b>Puente de Enlace entre lenguajes</b>				
Puente	LUA	Opcional	Obligatorio	Obligatorio en el one-seg, en caso de ser implementado en Java
	ECMAScript	Opcional	Opcional	
<b>Máquina de Ejecución</b>				
Engine	Máquina Virtual Java	Opcional	Obligatorio	
	LUA	Obligatorio	Obligatorio	
<b>Suite de Prueba</b>				
Declaración de Conformidad		Obligatorio	Obligatorio	Debe pasar por el conjunto de ensayos definidos en las especificaciones de la suite de prueba

**i) Suite de prueba:** Para garantizar la interoperabilidad entre las más diversas implementaciones e integraciones del middleware Ginga en distintas arquitecturas de hardware y software, el middleware incorporado debe pasar obligatoriamente por un conjunto de ensayos, de conformidad con las especificaciones de la suite de prueba definida por el foro del sistema brasileño de televisión digital.

El resultado de las pruebas debe ser la base del documento de declaración de proveedor, el cual debe garantizar que el middleware Ginga incorporado en la plataforma cumpla totalmente los requisitos definidos por las normas:

- ABNT NBR 15606-1
- ABNT NBR 15606-3
- ABNT NBR 15606-5

Del mismo modo, las aplicaciones interactivas enviadas al receptor, por cualquier medio físico, deberán someterse a ensayo para la validación.

**j) Accesibilidad:** Aunque su transmisión es obligatoria, los recursos de accesibilidad son de implementación facultativa en cualquier tipo de receptor. Sin embargo, una vez puestos a disposición, integralmente o en parte, deben obligatoriamente cumplir las especificaciones de la norma.

Los recursos que componen el conjunto de accesibilidad son:

- Mensajes de texto (Closed-caption)
- Audio descripción
- Locución
- Doblaje
- Ventana de LIBRAS (Lenguaje Brasileño de Señales)

**k) Funciones mínimas recomendadas:** Para que el usuario pueda disfrutar de los servicios disponibles en las transmisiones digitales, es recomendable que se ofrezcan las siguientes funciones:

- Encender/apagar: conmutación para plena operación o estado de Espera.
- Numéricas (0 a 9): acceso directo a los canales y letras
- Canales superior e inferior: navega por los canales almacenados
- Control de volumen: aumentar o reducir el volumen
- Guía (EPG): acceso a la guía de programación.

**l) Función de Guía de Programación Electrónica (EPG):** La implementación del EPG es facultativa para los fabricantes de los receptores. Las transmisiones deben permitir obligatoriamente informaciones en tres diferentes tipos básicos de distribución de la *EIT* y el receptor que recibe informaciones de estas tablas debe mostrar obligatoriamente este contenido en área reservada para cada tipo de EPG.

- H-EIT: para full-seg
- M-EIT: para receptor móvil
- L-EIT: para receptor one-seg

**m) Funciones de la Comunicación Interactiva:** La implementación del canal de interactividad es facultativa al fabricante del dispositivo de recepción. Sin embargo, al ser implementado, debe obligatoriamente estar en conformidad con las especificaciones de la norma.

**n) Comunicación interactiva (bidireccional) - canal de interactividad:** La implementación del canal de interactividad es facultativa al fabricante del dispositivo de recepción, sin embargo, al ser implementado, debe seguir lo establecido en la norma.

**o) Receptores con mecanismos para interactividad:** Para los receptores que dispongan de mecanismos de interactividad, las teclas, o cualquier otra forma de interfaz, deben suministrar obligatoriamente las siguientes funcionalidades:

- Confirma: confirmar la operación
- Salir: abandonar la operación
- Volver: retornar a la operación anterior
- Info: informaciones sobre programación



- Direccionales (arriba, abajo, derecha e izquierda): navegación de colores (verde, amarilla, azul, y roja): atajos para funcionalidades contextuales;
- Menú: presenta opciones de acuerdo con el contexto.

**p) Receptor one-seg:** Los receptores one-seg (un segmento) deben ser, obligatoriamente, capaces de decodificar bitstreams con todas las herramientas de codificación descritas en el perfil baseline: H.264/AVC BP @L 1.3. Las restricciones en los parámetros de codificación de vídeo para dispositivos portátiles deben estar de conformidad con la norma ABNT NBR 15602-1:2007.

**q) Receptores one-seg:** Los receptores one-seg deben soportar obligatoriamente por lo menos la decodificación de vídeo en los formatos; CIF con razón de aspecto de 4:3, QVGA y SQVGA, ambos con razón de aspecto de 4:3 y 16:9. Estos formatos de vídeo se presentan en la Tabla 2.2, pudiendo, a criterio del fabricante del receptor, ser agregadas otras resoluciones no especificadas aquí.

Tabla 2.2. Resoluciones obligatorias.

Formato de salida de video	Razón de aspecto	Número de líneas a ser decodificadas
SQVGA	4:3	160x120
SQVGA	16:9	160x90
QVGA	4:3	320x240
QVGA	16:9	320x180
CIF	4:3	352x288

**r) Tasa de Cuadros (frame rate):** Los receptores one-seg deben soportar obligatoriamente por lo menos las tasas de cuadros de 5fps, 10fps, 12fps, 15fps, 24fps y 30fps. Esas tasas de cuadros especificadas pueden ser excedidas por otras no especificadas en esta Norma, a criterio del fabricante del receptor.

**s) Decodificación de datos primarios:** Se define para los receptores one-seg el middleware Ginga declarativo con *Engine* LUA. Por lo tanto, cuando esté presente en el receptor one-seg debe obligatoriamente contemplar las especificaciones del Ginga-NCL stand alone con máquina de ejecución LUA. El puente con una maquina Java es opcional.

## 2.6. INTERACTIVIDAD

La interactividad es la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión, permitiendo al usuario ver informaciones asociadas al contenido audiovisual, la programación de los canales, participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión con el

mando a distancia. La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuándo verlos.

Desde un punto de vista comercial, el aspecto fundamental que diferencia la televisión digital de la televisión existente es la capacidad que tiene el televidente de interactuar con su equipo receptor utilizando un canal de retorno determinado. Esta interactividad propia de la televisión digital abre un abanico de posibilidades para el desarrollo de aplicaciones comerciales que le permitan al usuario interactuar con el equipo mediante el intercambio de información.

Un ejemplo podría darse durante una franja publicitaria en televisión, el telespectador podría acceder a contenidos de comerciales interactivos de concursos, publicidad y compra inmediata, como ilustrado en la Figura 2.12.



Figura 2.12. Interactividad

También es posible tener aplicaciones interactivas para poder hacer votaciones con respecto a lo que está observando en la pantalla, siendo el desafío poder analizar las necesidades de la sociedad y planear lineamientos para su desarrollo, es decir, incrementar la inclusión social de la población.

### **2.6.1. Aplicaciones de televisión digital en móviles**

Una de las ventajas de la portabilidad de la TV digital es el acceso al contenido en cualquier lugar, cualquier momento, aun cuando el equipo móvil se encuentre en movimiento, esto permite el surgimiento de nuevos servicios como: oferta de guías electrónicas para programas televisivos, control de acceso bancario, servicio de salud, servicios educativos, servicios de gobierno, servicio de guía de turismo, etc.

#### **- M-Government**

Es la extensión de la administración pública electrónica para plataformas móviles. Esta plataforma se convierte en un instrumento para el estado con el fin de acercarse más al ciudadano en cualquier lugar y a cualquier hora. Los dispositivos móviles proveen

un importante canal de acceso entre el gobierno y los ciudadanos, en algunos lugares como Singapur, China, Londres y Hong Kong, los habitantes pueden registrarse para recibir mensajes de alerta SMS con información, como por ejemplo en Singapur, renovación de pasaporte, en Londres, Alertas terroristas y broadcast de emergencias, en Hong Kong avisos de enfermedades contagiosas, en la china información mediante SMS para los diputados [9].

#### **- M-Voting**

La aplicación para M-voting, tiene la finalidad de establecer el diálogo entre el gobierno con la población, de esta manera insertar cada vez más la administración pública en la toma de decisiones, con la aprobación de la población, para elegir diferentes planos de acción dentro de un municipio, departamento o gobierno.

#### **- M-Commerce**

El M-Commerce (mobile commerce) es la compra y venta de productos o servicios a través de dispositivos de mano conectados en forma inalámbrica como teléfonos celulares y asistentes digitales personales (PDA's). La capacidad multimedia para el despliegue de todo tipo de servicios interactivos, atractivos para los usuarios como nuevas oportunidades de negocio modifica el valor tradicional del negocio móvil.

#### **- Servicio de Guía de Turismo**

Consiste en interactuar con una guía de turismo en la cual el turista mediante su celular móvil o tv portátil puede obtener información directa y hacer reservaciones de hospedaje y viajes en forma inmediata. Esto traería grandes beneficios para nuestro país en el cual los visitantes nacionales o extranjeros aumentan cada año.

En las Figuras 2.13 y 2.14 se ilustran aplicaciones de interactividad de TDT en receptores one-seg en comercio y guía de turismo.

#### **- Alertas de emergencia en caso de desastres naturales**

Se están desarrollando aplicaciones para prevenir desastres como terremotos y tsunamis y de esta manera facilitar al estado una política de prevención rápida y eficiente. Actualmente, en nuestro país, las aplicaciones interactivas se desarrollan a manera de prueba. A continuación se muestra un proyecto aplicativo para el caso de alerta ante tsunamis llamada SATT (Sistema de Alerta Temprana de Tsunami) [8].

**SAAT.** El Sistema de Alerta Temprana de Tsunami permitirá de forma rápida la determinación del epicentro, profundidad y magnitud del sismo para dar la alarma de tsunami en un tiempo aproximado de 1 minuto.

El sistema de Prevención de Tsunamis del Pacífico es desarrollado por los países de la costa del Océano Pacífico con el objetivo de anticiparse a la llegada de un tsunami. El objetivo es detectar y ubicar los terremotos que ocurren en la región del pacífico apenas

se produzcan. De esta manera si se conoce la intensidad del maremoto, se puede saber con gran exactitud si puede generar un tsunami y a que zonas puede afectar, con la suficiente antelación.



Figura 2.13. Comercio on line

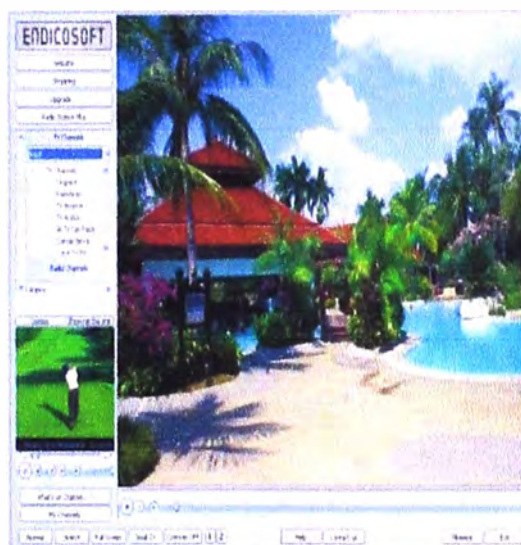


Figura 2.14. Guía de Turismo

Para localizar los movimientos y tsunamis se colocan numerosos sensores capaces de transmitir información obtenida prácticamente en tiempo real a los centros de control de los diferentes países vía satélite en el caso nuestro al centro de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Luego la Marina de Guerra del Perú envía la señal a las emisoras de TV, éstas emiten la señal de emergencia e información por microondas al morro solar y luego es enviada a los receptores one-seg o full-seg de la zona afectada. Finalmente los usuarios recibirán la señal de alerta y el mensaje indicando el tiempo que llegará el tsunami y las zonas de evacuación.



El sistema de alerta temprana de Tsunami es ilustrado en la Figura 2.15 y en la Figura 2.16 se indica la información recibida en los receptores.

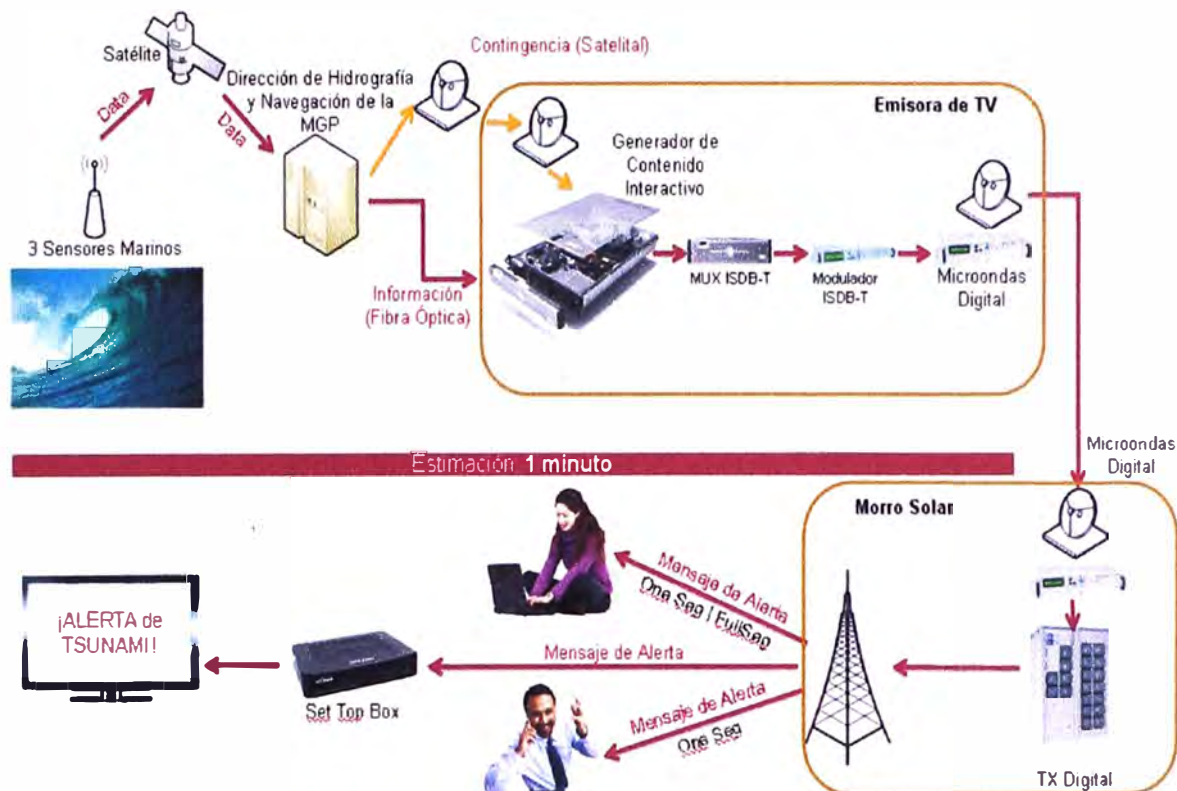


Figura 2.15 Sistema de Alerta Temprana de Tsunami



Figura 2.16 Información recibida en los receptores

Con la televisión interactiva el modo de ver la televisión va a cambiar, va a pasar de ser un dispositivo de comunicación unidireccional a uno que nos permita establecer un diálogo entre el televidente y el canal de TV, siendo uno de los beneficios la mejora en la calidad del video y audio, la optimización del ancho de banda y el ofrecimiento de nuevos servicios de interactividad.

Un aspecto importante para la implementación de aplicaciones interactivas, radica en la obligatoriedad del uso del lenguaje declarativo Ginga-NCL.

Se muestra una aplicación desarrollada basadas en middleware Ginga-NCL para dispositivos portátiles, fue una carrera de Fórmula 1, como ilustrado en la Figura 2.17. En esta aplicación se tiene ocupada parte de la pantalla ejecutando la aplicación, y el resto del espacio es utilizado para presentar tres opciones para la interactividad [9].



Figura 2.17. Aplicación en Middleware Ginga-NCL

Las interacciones pueden ser realizadas presionando las teclas 1, 2 o 3 del dispositivo. El uso de la tecla 1 presenta la información sobre los pilotos de la formula1. En el caso de usar la tecla 2, la información sobre los equipos son exhibidas y el uso de la tecla 3 muestra la pista de competición. En todos los casos, el video pasa a ocupar la cuarta parte de la pantalla cuando una nueva opción de interacción es exhibida, como podemos ver en la Figura 2.18.

Actualmente, los diversos estándares en Televisión Digital, se encuentran desarrollando aplicaciones, y probando las funcionalidades y beneficios de interactividad que esta tecnología ofrece.

### 2.6.2 Tecnologías de Interactividad

La interactividad que realiza el televidente con el canal receptor es en base de botones de comando. Estos botones de comando son configurables en la interfaz de usuario del programa J2ME(Java MicroEdition).

Se están realizando estudios relacionados a la identificación de simuladores de dispositivos móviles, en la cual es posible emular aplicaciones de televisión digital.

Es posible distinguir dos categorías diferenciadas de interactividad:

**Interactividad Local.** El espectador interactúa con la información que está almacenada en el receptor, la cual se renueva con cierta periodicidad. Con la interactividad local, el

usuario puede acceder a contenidos interactivos pero no puede enviar datos de retorno. Ejemplos de aplicaciones interactivas locales son las guías electrónicas de programación, el teletexto digital, o la información sobre los participantes en un programa.

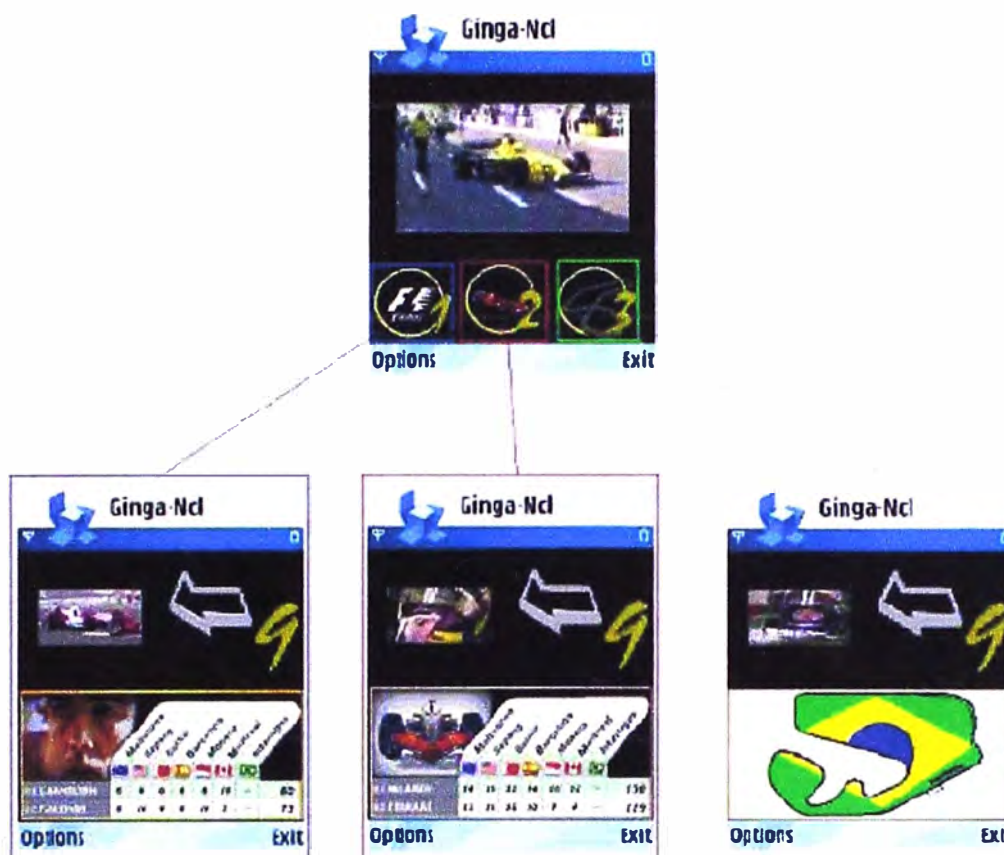


Figura 2.18. Tres casos de Interacción de la aplicación

**Interactividad Remota.** El espectador interactúa con un proveedor de servicios exterior, al que se conecta mediante un canal de retorno. La interactividad con canal de retorno permite no sólo ver contenidos adicionales a la programación y navegar por ellos, sino también enviar respuestas por parte de los usuarios, e incluso comunicarse con otros usuarios. Además permite a los usuarios participar en concursos, votar, o enviar mensajes o realizar solicitudes o enviar mensajes a través de la aplicación interactiva.

El espectador interactúa con un proveedor de servicios exterior, al que se conecta mediante un canal de interacción. Para ello precisa de un decodificador con la especificación adecuada, que le permita proporcionar servicios interactivos que pueden o no estar asociados a los servicios de vídeo y audio ofrecidos por el operador, y que permiten una interactividad completa. Los servicios asociados a la interactividad remota se resumen a continuación: Guía electrónica de programación (EPG) Avanzada, comercio, servicio de salud, servicios educativos, servicio de guía de turismo, Votaciones, encuestas, etc. Este tipo de interacción puede ser a su vez unidireccional y bidireccional.

- Unidireccional: permite al receptor apenas el envío de datos (upload). Por ejemplo: la compra de un determinado producto, votación e investigación de opinión.

- Bidireccional: además de enviar datos, permite al receptor realizar la carga de datos (download) utilizados por los aplicativos. Por ejemplo: navegación en internet, e-mail, chat, juegos online y la comunicación entre los usuarios.

### 2.6.3 Canal de Retorno

El canal de retorno (canal de interacción) posibilita la comunicación entre el receptor y el proveedor del servicio interactivo (difusor). Su trabajo es el de enviar las respuestas del usuario al servidor en los servicios interactivos con interactividad remota.

En la norma ABNT 15607-1, se especifican una diversidad de tecnologías de acceso para el canal de retorno para la ISDB-T para receptores portátiles. Se tienen las redes de datos inalámbricas GPRS, WiFi y Wimax. En la Figura 2.19 se ilustra un sistema de TDT para receptores one-seg con canal de retorno.

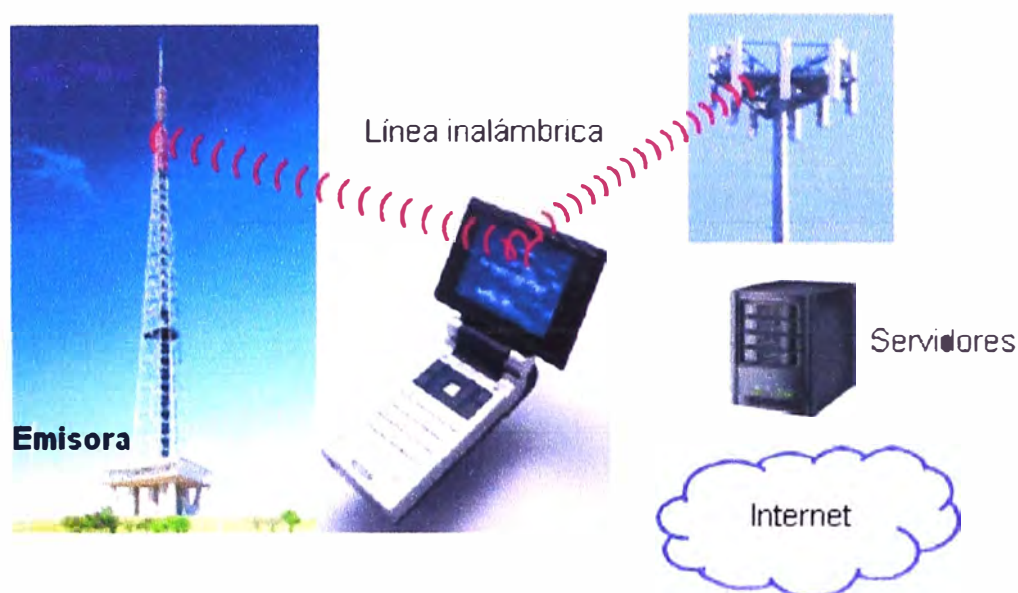


Figura 2.19. Sistema TDT con Canal de Retorno

#### Acceso por Wi-Fi

Una red Wi-Fi es una red de datos basado en el protocolo IEEE 802.11, que es el estándar para redes inalámbricas LAN. El nombre Wi-Fi es hoy en día de uso general en vez de "IEEE 802.11". Wi-Fi ha ganado aceptación en muchos negocios, agencias, escuelas y casas como alternativa a una LAN cableada. Muchos aeropuertos, hoteles y centros de comida rápida ofrecen el acceso del público a las redes Wi-Fi. Wi-Fi es compatible con muchas aplicaciones y dispositivos incluyendo consolas de video juegos, hogar redes , PDAs , teléfonos móviles , etc [6]. En la Figura 2.20 se muestran redes Wi-Fi.

Como todos los estándares 802 del IEEE, el IEEE 802.11 cubre las primeras dos capas del modelo de OSI (Open Systems Interconnection), es decir la capa física (L1) y la capa de enlace (L2). La capa física define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos mientras que la capa de



enlace de datos define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física. Una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales LAN. El estándar original 802.11 se ha modificado para optimizar el ancho de banda y para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. La Tabla 2.3 contiene las distintas modificaciones del estándar 802.11 y su descripción.

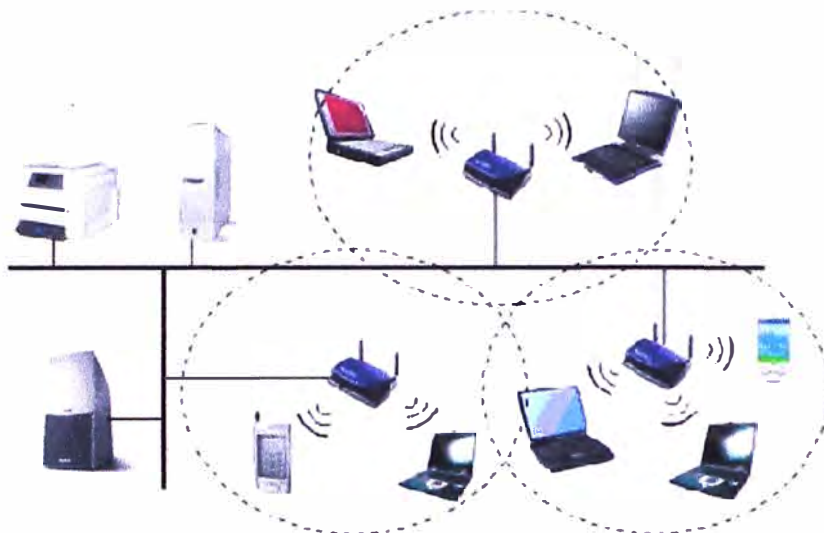


Figura 2.20. Redes Wi-Fi

Tabla 2.3. Modificaciones del estándar 802.11

Recomendación	Año	Descripción
802.11	1999	Es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps.
802.11.a	1999	Admite un ancho de banda superior, el rendimiento total máximo es de 54 Mbps. Banda de frecuencia de 5 GHz
802.11.b	1999	Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps y Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz.
802.11.g	2003	Ofrece un ancho de banda elevado con un rendimiento total máximo de 54 Mbps, en el rango de frecuencia de 2,4 GHz.
802.11.n	2004	Puede alcanzar velocidades de hasta 540 Mbps. Introducción del concepto de MIMO (Múltiple Input, Múltiple Output), múltiples entradas múltiples salidas. MIMO implica utilizar varios transmisores y múltiples receptores para aumentar la tasa de transferencia y el alcance.

La arquitectura recomendada para el sistema brasileño de televisión digital se basa en redes TCP/IP, con servidores en cualquier localidad con acceso a Internet. Las diversas modalidades de redes de acceso permiten la conexión con la red Internet [4].

El modelo de arquitectura OSI se utiliza en capas para la definición de los protocolos que se deben utilizar en el sistema brasileño de televisión digital. Los protocolos empleados en el receptor y en el servidor son los mismos, excepto cuando se especifica lo contrario de forma explícita. En el anexo B se muestran los protocolos a ser usados en un acceso por Wi-Fi y conexión con Enrutador.

### Acceso por Wi-Max

Una red WiMAX (Worldwide Interoperability Microwave Access, o en español Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas) es una red de datos basado en el protocolo 802.16, estándar para redes inalámbricas de Area Metropolitana (WMAN) que es capaz de proporcionar conectividad de banda ancha a hogares, empresas y usuarios móviles a varios kilómetros de distancia. WiMAX está construida bajo la técnica de modulación OFDM (multiplexación por división ortogonal de frecuencias) conocida por su alta eficiencia en el uso de los recursos de radio ya que mitiga la multitrayectoria en la banda ancha inalámbrica. No requiere línea de vista para funcionar con un rendimiento óptimo [8].

Entre las diferentes bondades del protocolo 802.16, se resalta que puede ofrecer un servicio de conexión a Internet de alta velocidad y una capacidad de cobertura de hasta 50 km para usuarios fijos y de uno hasta 8 km para usuarios móviles, permitiendo transmitir imágenes, video, teleconferencias, servicios multimedia, datos IP, datos ATM, voz, televisión celular, televisión interactiva y muchos otros servicios, con diferentes tipos de calidad de servicio. En la figura 2.21 se ilustra una conexión de una red Wi-Max.



Figura 2.21. Red Wi-Max

La Tabla 2.5 contiene las principales características de las versiones más resaltantes del protocolo 802.16.

Tabla 2.5. Versiones del protocolo 802.16

	<b>802.16</b>	<b>802.16d</b>	<b>802.16e</b>
Banda de Frecuencia	10 GHz – 66 GHz	2 GHz – 11 GHz	2GHz–11GHz para usuarios fijos; 2GHz–6GHz para usuarios portátiles y móviles.
Tasa de Datos	32Mbps–134.4Mbps	1Mbps–75Mbps	1Mbps–75Mbps
Modulación	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM
Aplicación	Fijo	Fijo	Fijo y Móvil

En el anexo B se muestran los protocolos a ser usados en un acceso por Wi-Max para canal de retorno del sistema brasileño de televisión digital [4].

### **Acceso por GPRS**

El sistema GSM (System for Mobile Communications o Sistema Global para Comunicaciones Móviles) es el sistema de comunicación de móviles digital de segunda generación basado en células de radio. Fue diseñado para la transmisión de voz por lo que se basa en la conmutación de circuitos.

Al realizar la transmisión mediante conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo. La baja velocidad de transferencia limita la cantidad de servicios que Internet nos ofrece. Por ejemplo, a 9.6 Kbps no se puede navegar por Internet de una manera satisfactoria. Si, además, se tiene en cuenta que se está realizando el pago por tiempo de conexión, los costos de transmisión resultan ser elevados. Estos factores negativos hacen que GSM sea una tecnología mayoritariamente utilizada para la voz y no para los datos.

Las tradicionales redes GSM no se adaptan adecuadamente a las necesidades de transmisión de datos con terminales móviles. Por ello surge una nueva tecnología denominada GPRS (General Packet Radio Service o servicio general de paquetes vía radio) que unifica el mundo IP con el mundo de la telefonía móvil, creándose toda una red paralela a la red GSM y orientada exclusivamente a la transmisión de datos. Al sistema GPRS se le conoce también como GSM-IP ya que usa la tecnología IP (Internet Protocol) para acceder directamente a los proveedores de contenidos de Internet. GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM utilizando una transmisión de datos por medio de “paquetes”.

En GSM, cuando se realiza una llamada se asigna un canal de comunicación al usuario, que permanecerá asignado aunque no se envíen datos. En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que

un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un teléfono que soporte esta tecnología. La mayoría de estos terminales soportan también GSM, por lo que podrá realizar sus llamadas de voz utilizando la red GSM de modo habitual y sus llamadas de datos (conexión a internet, WAP,...) tanto con GSM como con GPRS. Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

GPRS es una evolución de la red GSM, reutiliza parte de las infraestructuras de GSM. Por este motivo, GPRS tuvo, desde sus inicios, la misma cobertura que la red GSM. Las redes inalámbricas de paquete de datos, como GPRS, son planeadas para soportar una variedad de aplicaciones particulares por diferentes características, tales como navegación (web browsing), transferencia de archivos, servicios de correo electrónico, etc [10]. En la Figura 2.22 se muestra una red GPRS.

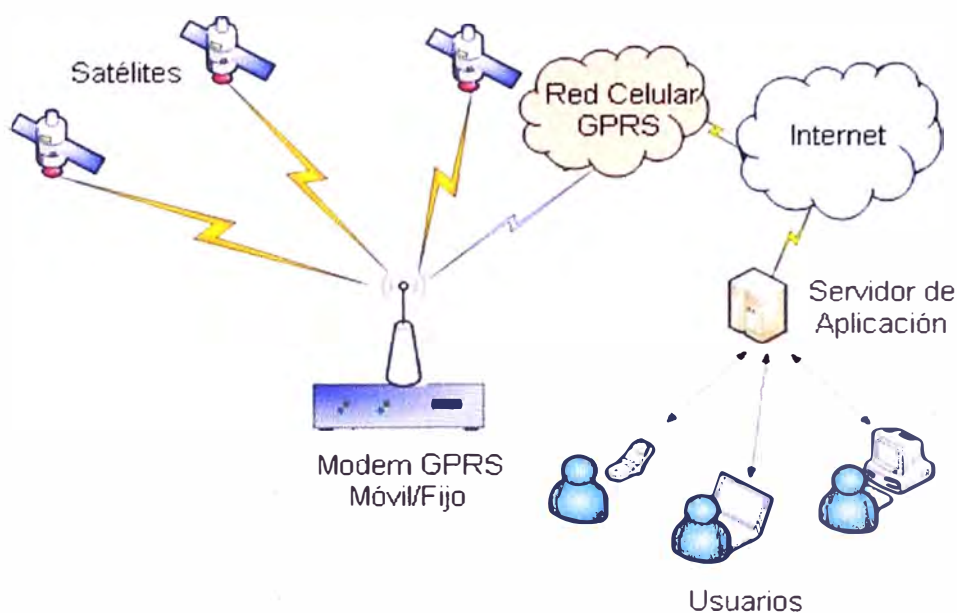


Figura 2.22. Red GPRS

Se muestra en el anexo B los protocolos a ser usados en un acceso por GPRS para canal de retorno del sistema brasileño de televisión digital [4].

## **CAPÍTULO III ARQUITECTURA DE UN RECEPTOR ONE-SEG**

### **3.1 ARQUITECTURA GENERAL DE UN RECEPTOR ONE-SEG**

Un Receptor one-seg está compuesto de cuatro capas bien diferenciadas, con el fin de ejecutar los datos o programas que vienen junto con la de la señal de televisión. Esto es mostrado en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Arquitectura General de un Receptor one-seg

En la primera capa, se encuentran las aplicaciones interactivas que una vez descargadas se pueden ejecutar. A diferencia del resto de capas, esta es la única que no necesita estar operativa permanentemente, pues simplemente se ejecutará cuando el usuario lo solicite.

En la segunda capa, el Middleware que principalmente tiene como función realizar una interfase entre el hardware y las aplicaciones. Es un conjunto de módulos que permiten un desarrollo más eficiente de las aplicaciones.

En la tercera capa, el Sistema Operativo, al igual que en un ordenador, un receptor one-seg también necesita de un sistema operativo responsable del funcionamiento del hardware. El sistema operativo debe ser en tiempo real RTOS (*Real-Time Operative Systems*).

En la última capa, son todos los componentes físicos que forman al receptor one-seg como CPU, memoria, decodificador, dispositivos de entrada y salida, etc.

### **3.2 ARQUITECTURA DE HARDWARE DE UN RECEPTOR ONE-SEG**

En el proceso de transmisión de la TDT el sistema MPEG-2 define como se tiene que multiplexar el video, audio y datos para formar un único flujo de datos que permita ser transmitido o almacenado.

El estándar MPEG-2 usado para la transmisión de datos trabaja con la combinación de uno o más flujos elementales (elementary streams o ES) comprimidos. Un ES es un flujo continuo de datos (audio, video u otro tipo) que contiene toda la información de cada tipo de una sola fuente y que deben romperse en paquetes o estructuras adecuadas para facilitar su transmisión y almacenamiento. Estos paquetes llamado flujo elemental paquetizado (Packetized Elementary Stream o PES) es una sucesión de bytes de datos tomados secuencialmente del ES. Estos PES se multiplexan con información del sistema para formar los flujos de transporte (Transport Stream o TS).

En la Figura 3.2 se muestra un esquema general del proceso de generación de los datos en TDT. El vídeo y el audio son codificados respectivamente, definidas en el estándar en sus correspondientes partes. Los ES resultantes se dividen y empaquetan, añadiendo cabeceras, para producir PES. Estas unidades básicas se combinan con información del sistema para formar los flujos de transporte (TS) la cual es finalmente modulada y enviada para su transmisión.

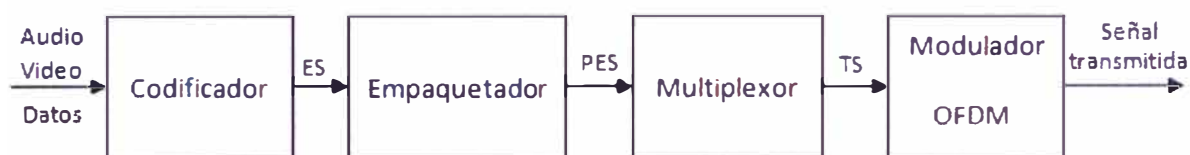


Figura 3.2 Proceso de generación de datos

El transport Stream puede contener uno o múltiples programas audiovisuales y cada uno con su base de tiempo independiente. Cada paquete del TS tiene una longitud de 188 bytes, 4 bytes de encabezamiento y 184 bytes de carga útil. La pequeña longitud de estos paquetes es adecuada para ofrecer la robustez necesaria para la transmisión de video y audio comprimido, a través de canales ruidosos y propensos a introducir errores. El TS está diseñado para soportar muchas funcionalidades tales como el multiplexaje asíncrono de programas, un acceso rápido al programa deseado cuando se cambia de canal, una correcta sincronización de los ES en la producción y el control de los buffers del decodificador durante la inicialización y la reproducción.

Un receptor one-seg debe ser capaz de recuperar el video, audio y datos de los programas enviados por el radiodifusor. Debe sintonizar la señal TDT, que es el transport stream modulado, demodularla, demultiplexarla, decodificarla y presentarla.

Los componentes de hardware de un receptor one-seg son:

- Sintonizador
- Demodulador
- Demultiplexor
- Decodificador



- CPU
- Memoria
- Interfaces físicas

En la Figura 3.3 se ilustra la arquitectura del hardware de una unidad receptora one-seg, la cual a continuación se procederá a describir:

La señal de entrada digital en una unidad receptora básica proveniente de la antena, que está conformada por la información de audio, video (MPEG2) y los datos llega al sintonizador, éste selecciona la frecuencia de recepción y modula en banda base la señal de entrada. Seguidamente se produce la demodulación y la corrección de error de la señal. A la salida la señal es convertida en un flujo de transporte (TS).

El flujo de transporte demodulado es demultiplexado, se divide audio, video y datos. En seguida, el flujo de video pasa por un proceso de decodificación de video, y el flujo de audio pasa por un proceso de decodificación de audio.

Finalmente, se efectúa la reproducción del audio y video. Cuando se reciben los datos, la información debe transferirse para la memoria principal o para la memoria no volátil, ya que debe ser procesada por el CPU.

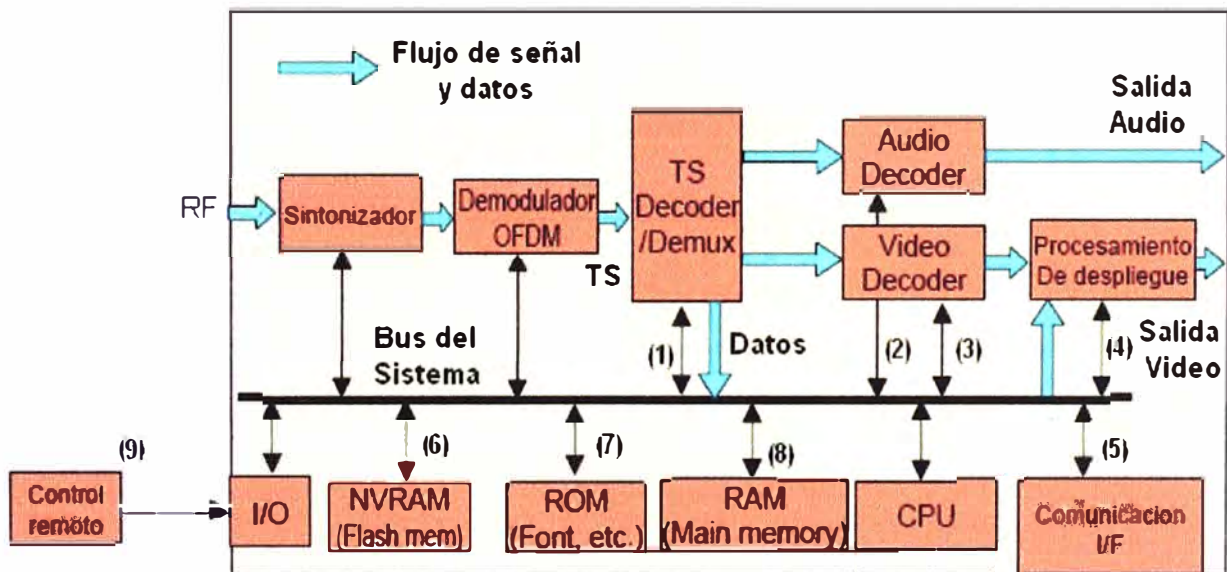


Figura 3.3 Componentes de hardware de una unidad receptora básica one-seg.

Desde una perspectiva de desempeño de hardware, se establecen las disposiciones siguientes [1]:

- (1) Decodificadores de transporte aptos para recibir datos.
- (2) Reproducción del sistema de flujo y de los datos de audio almacenados.
- (3) Reproducción del sistema de flujo y datos de video almacenados.
- (4) Presentación de video, imágenes estáticas, textos y gráficos etc.
- (5) Función del canal de interactividad utilizando un canal de comunicación.
- (6) Tamaño de datos que se pueden almacenar con persistencia.

(7) Espacio de almacenamiento en las unidades receptoras reservadas (por ejemplo, fuentes).

(8) Capacidad de memoria suficiente para obtener y decodificar datos.

(9) Orientaciones relativas a operaciones de mando a distancia.

En particular, (1) se define como una función de decodificación del flujo de transporte(TS), (2), (3), (4) y (7) son definidas como funciones de presentación, (5) se define como una función de comunicación, (6), (7) y (8) se definen como volumen de memoria, y (9) se define como una función de mando a distancia.

A continuación se describe cada etapa:

### Sintonización

La señal digital entra por la antena conteniendo audio, video y datos en formato MPEG-2 .Estos llegan al sintonizador ISDB-T, y se selecciona la frecuencia de recepción de Tv digital y modula en banda base la señal de entrada. Esto se muestra en la Figura 3.4. La TDT se transmite en banda UHF, entre frecuencias de 470 MHz a 770 MHz (300 MHz), con un ancho de banda de canal de 0.43 MHz.

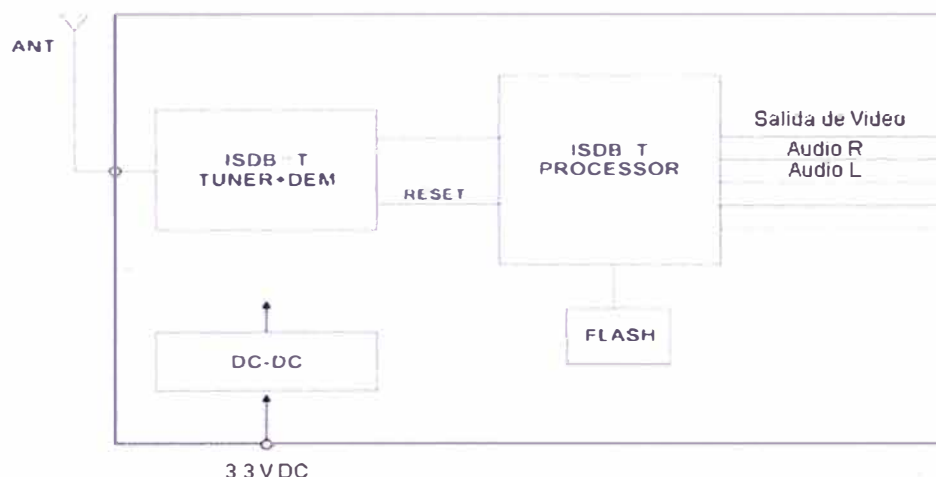


Figura 3.4 Proceso de Sintonización

### Demodulación

El demodulador cumple la función inversa del modulador. Para demodular correctamente las señales, el receptor debe muestrearlas durante el período útil del símbolo OFDM, no durante el intervalo de guarda. Por consecuencia, la ventana de tiempo debe situarse con precisión en el instante en que se presenta cada símbolo.

Esto equivale, en el caso analógico, a que para llevar a cabo la demodulación coherente o síncrona en el receptor, es imprescindible que la portadora generada localmente en el receptor sea exactamente de la misma frecuencia y fase de la portadora generada en el transmisor para modular la señal. La modulación de portadora es en QPSK y QAM. En la Figura 3.5 se ilustra un esquema general del proceso de demodulación.



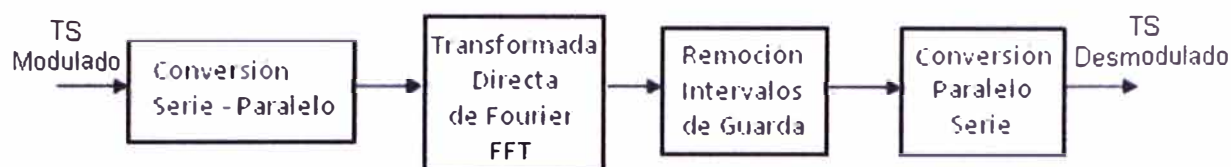


Figura 3.5 Proceso de demodulación

### Demultiplexación y Decodificación

El flujo de transporte (TS) desmodulado que contiene múltiples programas audiovisuales y cada uno con su base de tiempo independiente es recibido y es separado por programa. Este flujo contiene audio y video de cada programa. A continuación se extrae la información del sistema para identificar los datos recibidos en PES (flujo elemental en paquetes). Los PES proporcionan las funciones necesarias para identificación y sincronización en el proceso de decodificación y presentación. Luego los PES son decodificados y desempaquetados donde se almacenan en buffers para finalmente llevarse a cabo el proceso de presentación. El receptor decodifica un stream de vídeo H.264/AVC y *stream* de audio en el estándar MPEG-4 AAC. En la Figura 3.6 se muestra un esquema de la demultiplexación y decodificación en un receptor one-seg de TDT.

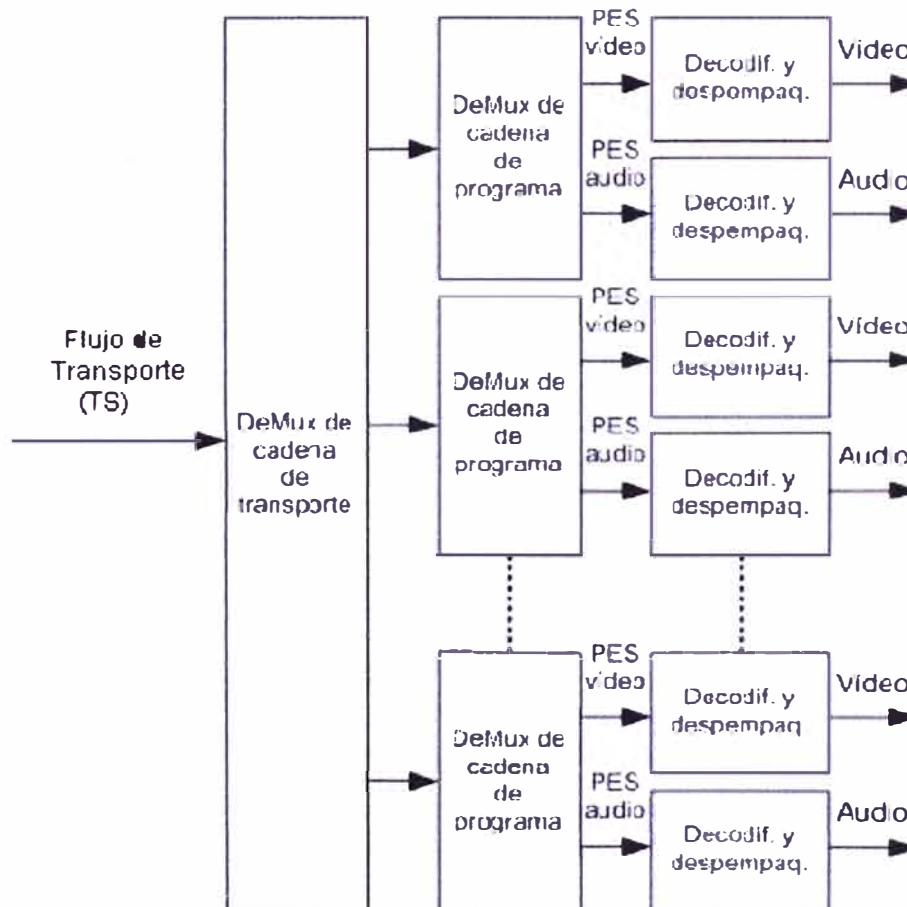


Figura 3.6 Demultiplexación y decodificación en un receptor one-seg de TDT

### 3.3 SISTEMAS OPERATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos Móviles poseen características específicas que deben ser tomadas en cuenta en el uso de los sistemas operativos y en el desarrollo de aplicativos. Entre estas características tenemos [11]:

- Uso de batería, que exige un consumo moderado de energía.
- Procesamiento de memoria limitado.
- Movilidad con proceso de handoff, es decir el paso de una estación base a otra manteniendo la misma calidad de comunicación.
- Teclado y pantalla pequeños.
- La función principal es la conversación. Cualquier otra actividad queda en un segundo plano.

A continuación se estudian los principales sistemas operativos soportados por dispositivos móviles, así como sus niveles de programación soportados, relacionando las características de programación con las consideraciones impuestas por los dispositivos móviles.

#### 3.3.1 Sistemas Operativos

##### a) Windows Mobile

Desarrollado por Microsoft. Por ser Windows un sistema muy conocido y ampliamente utilizado en computadoras, Windows Mobile es bien recibido por los usuarios de dispositivos móviles. Tiene las mismas herramientas utilizadas en la versión Windows para computadoras en el desarrollo de sus aplicaciones.

Existen problemas de costo de licencia del sistema operativo Windows para dispositivos móviles así como en el caso de las computadoras.

##### Arquitectura de Windows Mobile

Los módulos internos de Windows Mobile y su relación puede observarse en la Figura 3.7.

A continuación se especifican las partes de la arquitectura de Windows Mobile:

- **OEM hardware.** Es la plataforma hardware del fabricante de equipos originales. OEM (fabricante de equipo original) denominada OAL (OEM Abstraction Layer), que incluye la administración de poder, los drivers de dispositivos y los servicios de las tarjetas de PC (PC Card). El OAL permite a los diseñadores adaptarse a su plataforma hardware y proveer funciones de administración de poder específicas. Windows Mobile no requiere una estructura de interrupciones o una proyección de memoria estándar. En cambio, los diseñadores escriben pequeñas rutinas de servicio de interrupciones en la capa OAL de Windows Mobile que permiten que el sistema operativo se ejecute en cualquier configuración de hardware.

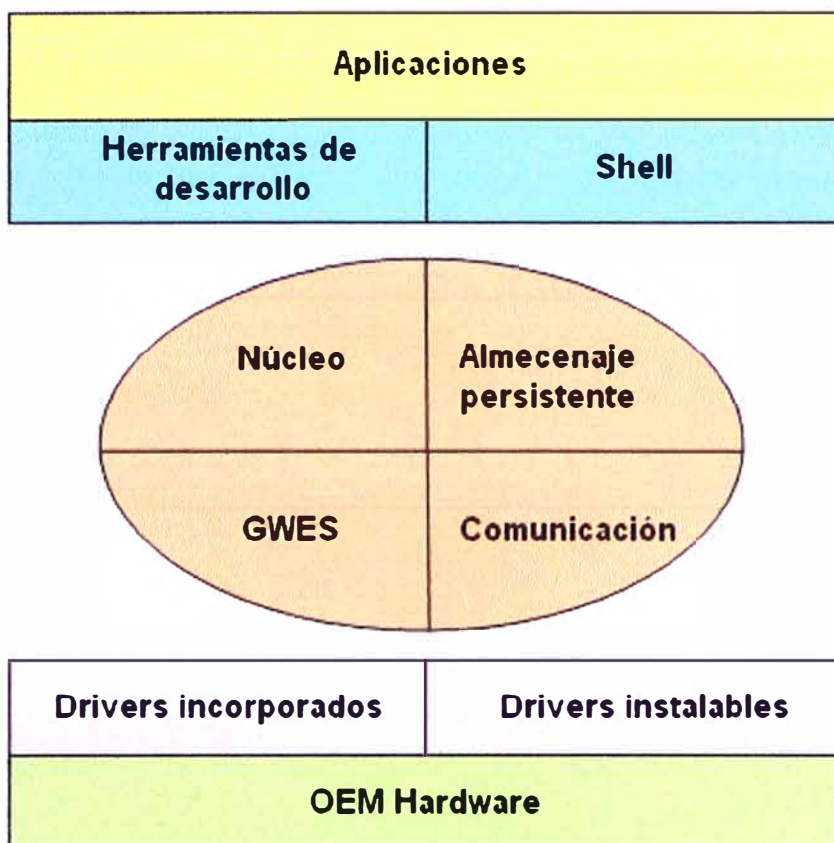


Figura 3.7 Arquitectura de Windows Mobile

- **Drivers incorporados.** Los drivers incorporados para el hardware que está siempre presente en dispositivo. Windows Mobile directamente soporta varios tipos de dispositivos, tales como teclados, mouse, paneles de tacto, puertos seriales, módems, pantallas, slots de PC Card, procesadores de audio, parlantes, puertos paralelos, unidades de "flash card".
- **Drivers instalables.** Los drivers instalables en tiempo de ejecución son para periféricos que pueden agregarse. Para todos los drivers de dispositivos, Windows Mobile tiene un conjunto bien definido de DDI o Device Driver Interfaces (Interfaces del Driver del Dispositivo) para los cuales los diseñadores escriben. Los drivers de dispositivos corren como procesos normales en el sistema, con acceso a todos los servicios del sistema operativo.
- **Núcleo.** El núcleo de Windows soporta la ejecución de programas en ROM o RAM. También implementa paginación bajo demanda para las aplicaciones que se almacenan comprimidas y/o se almacenan en un medio que soporta ejecución en el lugar.

El kernel(Núcleo) tiene una rutina de bajo nivel de servicios de interrupción y baja latencia de hilo (a los hilos se les puede asignar la CPU y hace cambio de contexto en menos de 100 microsegundos en un HPC a 33 Mhz). Esto permite que Windows Mobile sea utilizado en muchos tipos de sistemas de tiempo real. Es un componente clave que implementa la funcionalidad de Gestión de Procesos y de hilos, Planificación de threads

(hilos) en tiempo predecible. Las aplicaciones en Windows Mobile se ejecutan en un modelo multitarea con desalojo (preemptive) (derecho preferente) y espacio de direcciones privado, el kernel utiliza DLLs (Librerías dinámicas) para maximizar la memoria disponible, las DLLs se escriben como código reentrante. Se minimiza la cantidad de memoria necesaria para ejecutar las aplicaciones Windows Mobile soporta hasta 32 procesos simultáneos. Cada proceso puede disponer de un número arbitrario de hilos (sólo limitado por la cantidad de memoria disponible).

- **GWES (gráficos, ambiente Windows y evento del subsistema).** Interfaz gráfico de usuario entre el usuario, la aplicación y el sistema operativo. GWES gestiona entrada y salida, gestiona ventanas, gráficos y texto, así como eventos y energía. Proporciona soporte a las ventanas, cajas de dialogo, controles y menús que conforman la interfaz Windows Mobile. GWES proporciona controles, menús, cuadros de dialogo y recursos para el usuario para llevar a cabo las tareas de interacción.

El GDI (Interfaz de Dispositivo Grafico) controla la visualización del texto y los gráficos, el GDI dibuja líneas, curvas, texto, imágenes. Windows Mobile propaga los eventos que se producen sobre las ventanas hacia las aplicaciones, cada ventana tiene asociada una cola de mensajes, el sistema traduce las acciones del usuario en mensajes que se dejan en la cola, la aplicación lee mensajes de la cola, procesando los necesarios y delegando en el sistema el procesamiento de los que no le interesan, realmente las colas de mensajes se asocian a hilos.

- **Almacenaje persistente.** Los componentes de Almacén de Objetos de Windows Mobile proveen almacenamiento persistente para aplicaciones y datos. Los datos persistentes están usualmente contenidos en memoria no volátil, tales como RAM respaldada por baterías o flash memory. Cuando se utiliza RAM que también se usa para las aplicaciones que se ejecutan, el diseñador puede ajustar la cantidad de RAM utilizada por el Almacén de Objetos (los usuarios también pueden realizar esto). El Almacén de Objeto está compuesto de tres clases de componentes: sistemas de archivos, el registro y bases de datos.

La base de datos provee almacén, acceso y ordenamiento de objeto. Una característica clave de las bases de datos, el sistema de archivos y el registro es que ellos están protegidos contra un "reset" imprevisto. Si ocurre un "reset" durante un escritura al almacén de objeto, Windows Mobile asegura que el almacén no estará corrupto, ya sea completando la operación cuando el sistema se reinicie o retrocediendo al último estado estable conocido antes de la interrupción.

- **Comunicación.** Windows Mobile soporta una amplia variedad de dispositivos y protocolos de comunicaciones. Desde los más simples, como funciones para manejar un

puerto serie, hasta protocolos de red complejos como TCP/IP son módulos opcionales. Se incluyen en el sistema operativo en función del hardware de comunicaciones disponible en la plataforma y las necesidades de conectividad de las aplicaciones.

- **Shell.** Se debe tener en cuenta que la interfase de usuario y el shell pueden ser dos módulos distintos, pues tienen papeles diferentes desde el punto de vista de las aplicaciones.

1. La interface de usuario: permite interaccionar entre usuario y aplicación.

2. El shell: se encarga de la interacción entre usuario y sistema operativo.

- **Aplicaciones.** Windows Mobile incluye unas versiones simplificadas de las aplicaciones de oficina de Microsoft: Versiones de bolsillo de Word y Excel, un Calendario, Internet Explorer, un cliente de E-mail, y el Solitario.

## **b) Linux**

Debido al crecimiento del mercado de dispositivos portátiles, han sido realizados esfuerzos para la disponibilidad de versiones del sistema operativo Linux. Como resultado tenemos el surgimiento de una gran cantidad de distribuciones comerciales gratuitas de código abierto.

Linux es un sistema flexible que ofrece una gran diversidad de métodos de instalación que pueden funcionar en muchos sistemas heterogéneos. Una gran ventaja de su uso en dispositivos portátiles es que al ser configurado correctamente, el consumo de recursos puede ser reducido bastante. Otra ventaja es que el desarrollo de aplicaciones puede ser realizado sin costos, ya que pueden ser usadas una gran variedad de herramientas gratuitas. A pesar de estas ventajas, la configuración del sistema Linux, es una tarea bastante complicada, al encontrar drivers para cada hardware específico de dispositivos móviles.

Linux es un sistema operativo de código abierto, es decir que cualquier programador puede retocarlo o modificarlo para adaptarlo a sus necesidades. Por eso, en los últimos años, han surgido una serie de proyectos cuyo objetivo es implementar versiones de Linux para dispositivos móviles. Existe una amplia gama de sistemas operativos basados en Linux, las cuales presentan funcionalidades en común. Sin embargo, éstos presentan diversas variaciones tales como:

- Implementaciones del kernel de Linux. Existe un amplio rango de "formas y tamaños" de Linux, desde implementaciones para PC, hasta teléfonos móviles o robots.

- Módulos, drivers y utilidades. para soportar el entorno gráfico necesario para las aplicaciones, incluyendo el GUI toolkit (herramientas de interfaz de usuario gráficas), manejadores de ventanas y de navegación, que varían en tamaño, apariencia, características y posibilidades.

- Drives y utilidades. Son los que posibilitan la adaptación del software al hardware. Por ejemplo, a nosotros nos interesarán especialmente aquellas que lo adaptan a un equipo de telefonía. Otras son las capacidades multimedia, las capacidades de computación móvil, y muchas más.

- Herramientas. Software que simplifica y automatiza el proceso de generar una configuración Linux que es adaptada a los requerimientos de un sistema concreto, ayuda a los desarrolladores a depurar sus configuraciones y más.

**Android** es el Sistema Operativo para dispositivos móviles basada en el kernel(núcleo) de Linux más difundido . Permite controlar dispositivos por medio de bibliotecas desarrolladas o adaptados por Google mediante el lenguaje de programación Java.

Entre las principales características de Android tenemos:

- Framework de aplicaciones: permite el reemplazo y la reutilización de los componentes.
- Navegador integrado: basado en el motor open Source Webkit, que es una plataforma para aplicaciones que funciona como base para el navegador web Safari, Google Chrome, entre otros.
- SQLite: base de datos para almacenamiento estructurado que se integra directamente con las aplicaciones.
- Máquina virtual Dalvik: Base de llamadas de instancias muy similar a Java optimizada para dispositivos móviles. La Máquina Virtual Dalvik permite a los programadores crear aplicaciones escribiendo código en lenguaje Java.
- Soporte a la tecnología: Bluetooth, EDGE, 3G y Wifi dependiente del terminal.

### **Arquitectura de Android**

La arquitectura interna de la plataforma Android está básicamente formada por 4 componentes, esto se muestra en la Figura 3.8.

A continuación se especifican las partes de la arquitectura de Android:

- **Aplicaciones.** Todas las aplicaciones creadas con la plataforma Android, incluirán como base un cliente de email (correo electrónico), calendario, programa de SMS, mapas, navegador, contactos, y algunos otros servicios mínimos. Todas ellas escritas en el lenguaje de programación Java.
- **Armazón (Framework) de aplicaciones.** Todos los desarrolladores de aplicaciones Android, tienen acceso total al código fuente usado en las aplicaciones base. Esto ha sido diseñado de esta forma, para que no se generen cientos de componentes de aplicaciones distintas, que respondan a la misma acción, dando la posibilidad de que los programas sean modificados o reemplazados por cualquier usuario sin tener que empezar a programar sus aplicaciones desde el principio.



- **Librerías.** Android incluye en su base de datos un set de librerías C/C++ , que son expuestas a todos los desarrolladores a través del framework de las aplicaciones Android System C library, librerías de medios, librerías de gráficos, 3D, SQLite, etc.

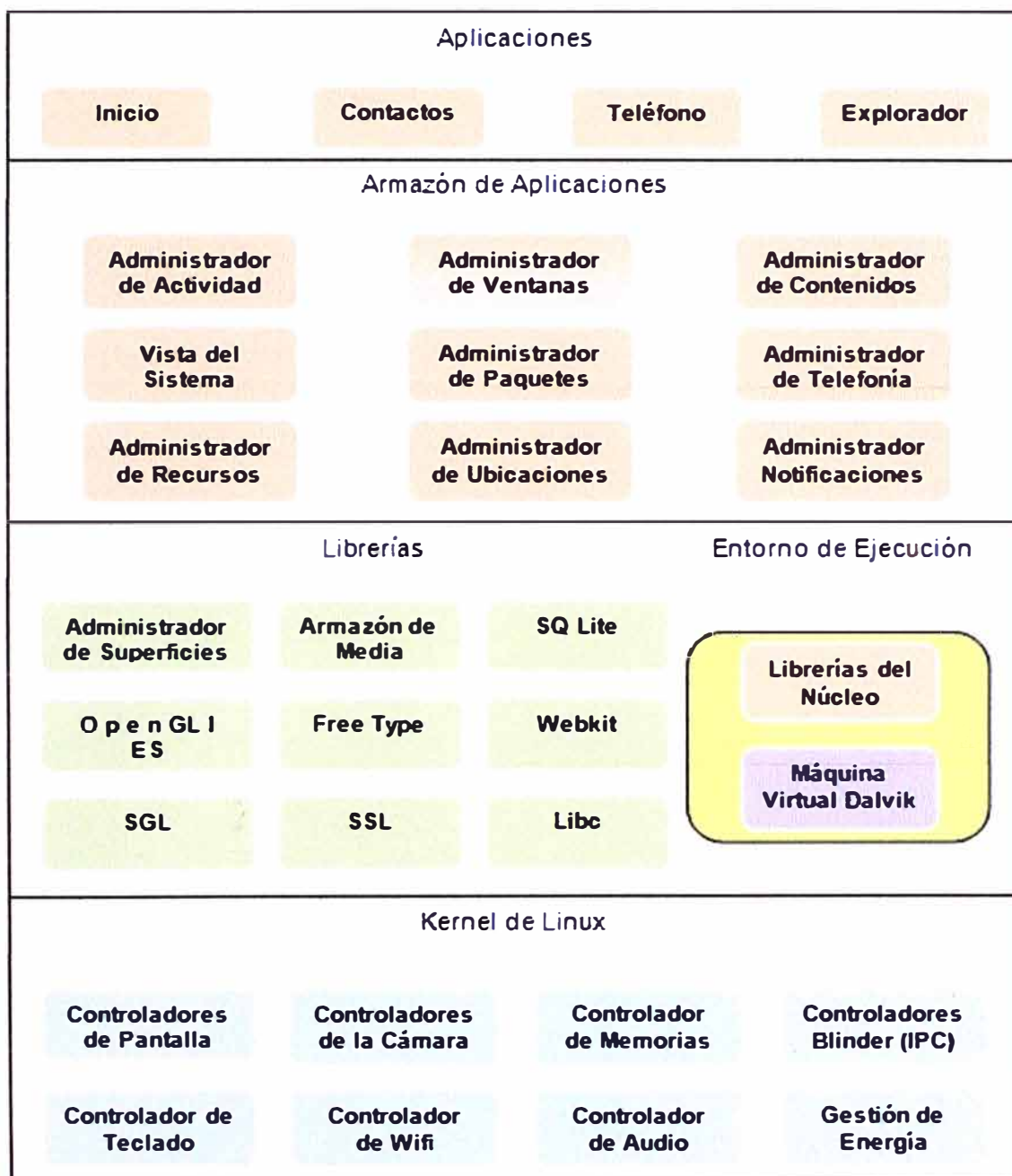


Figura 3.8 Arquitectura de Android

- **Entorno Ejecución de Android.** Android incorpora un set de librerías que aportan la mayor parte de las funcionalidades disponibles en las librerías base del lenguaje de programación Java. La Máquina Virtual está basada en registros, y corre clases compiladas por el compilador de Java que anteriormente han sido transformadas al formato .dex (Dalvik Executable) por la herramienta "dx". La máquina virtual Dalvik se basa en el kernel de Linux para la funcionalidad subyacente como enhebrar y administración de bajo nivel de memoria.

- **Kernel de Linux.** Android se basa en la versión 2.6 de Linux para el sistema de servicios básicos, tales como la seguridad, la gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red, y el modelo del controlador. El núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

### c) Symbian

El sistema operativo Symbian ha sido desarrollado por la empresa del mismo nombre Symbian Ltd, fundada en 1993. Symbian, desarrollado específicamente para dispositivos portátiles, es un sistema robusto y se encuentra en el mercado desde 1998. Fue desarrollado con el objetivo de ser económico en el consumo de recursos, en especial memoria y batería. Además posee una plataforma abierta y las aplicaciones pueden ser desarrolladas en una serie de tecnologías diferentes, como SYMBIAN C++, Java y Flash. Aunque tiene muchos beneficios, los costos ligados a la plataforma constituyen un punto negativo. El sistema en si no es gratuito para el fabricante del dispositivo y las herramientas de desarrollo gratuitas poseen recursos limitados, a pesar de ser estables. Otra desventaja que podría ser destacada, es que debido a su extendido uso y que ofrece poderosas herramientas de desarrollo, este sistema es atrayente para los desarrolladores de programas maliciosos.

### Arquitectura del Sistema Operativo Symbian

Con el paso de los años el Sistema operativo Symbian ha evolucionado como cualquier Sistema operativo computacional. Está compuesto por módulos responsables de tareas específicas que interactúan entre si de acuerdo a las necesidades de la aplicación y de los usuarios. En la Figura 3.9 se muestra su arquitectura.

<b>Motores de uso</b> contactos, oficina, gerencia de datos.	<b>Mensajería</b>	<b>MIDP</b>	<b>Telefonía Java</b>
		<b>Máquina virtual de java</b>	
<b>Marco de aplicación</b> Marco gráfico de interfaz de usuario, texto.	<b>Red personal de área local</b> bluetooth, infrarojo, USB		
<b>Multimedia</b>	<b>Infraestructura de la comunicación</b> TCP, HTTP, WAP		
<b>Seguridad</b> Criptografía, certificado.	<b>Telefonía</b> GSM, GPRS, HSCSD, EDGE, CDMA		
<b>Base</b>	biblioteca de usuario, núcleo, drivers.		

Figura 3.9 Arquitectura de Symbian

A continuación se describe las funciones de los módulos:

- **Módulo base:** Todos los componentes del sistema se apoyan sobre la base la cual incluye los componentes básicos de todo el sistema operativo, el kernel, la gestión de memoria, la gestión de procesos, servidor de archivo, seguridad de bajo nivel, manejadores de dispositivos y la librería básica de usuario.
- **Marco de aplicación:** Un framework es una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, un framework puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje de scripting (Los lenguajes interpretados o lenguajes de script forman un subconjunto de los lenguajes de programación, que incluye a aquellos lenguajes cuyos programas son habitualmente ejecutados en un intérprete en vez de compilados).

Sin embargo, la definición de un lenguaje de programación es independiente de cómo se ejecuten los programas en él escritos, ya sea mediante una compilación previa o a través de un intérprete) entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Un framework representa una arquitectura de software que modela las relaciones generales de las entidades del dominio. Provee una estructura y una metodología de trabajo la cual extiende o utiliza las aplicaciones del dominio. Esta capa ofrece un marco de aplicación framework para asistir a los desarrolladores a escribir código así como la interfaz utilizable, texto y utilidades graficas.

- **Módulo de seguridad:** Es el gestor de seguridad, proporciona servicios de confidencialidad de datos, integridad y autenticación mediante la utilización de protocolos de comunicación seguros, autentifica el software instalado mediante firmas digitales.
- **Módulo multimedia:** Permite el acceso a la pantalla, al teclado a fuentes y a mapas de bits. Tiene funciones para la grabación y reproducción de audio, así como para el manejo de los formatos gráficos más comunes.
- **Módulo de telefonía:** Se encarga de gestionar las diferentes tecnologías de comunicación que soporta el teléfono celular. Está integrado por: GSM (Sistema global para comunicaciones móviles), GPRS (Servicio general de paquetes de datos), HSCSD (Datos con conmutación de circuitos a alta velocidad), EDGE (Datos mejorados para evolución global), CDMA (Acceso, múltiple por división de códigos).
- **Módulo de infraestructura de la comunicación:** Gestiona los protocolos de comunicación que el teléfono celular soporta.
- **Red personal de área local:** Gestiona los diferentes tipos de conectividad para el teléfono celular.

- **Modulo de motores de uso:** Gestiona los protocolos de sincronización de datos personales del teléfono celular para el usuario.
- **Módulo de mensajería:** Gestiona los diferentes sistemas de mensajería que soporta el teléfono celular.
- **Módulo de la maquina virtual de java (kvm):** La máquina virtual KVM (Kilo bite Virtual Machine) es la base de la plataforma, es el intérprete del lenguaje y sobre la cual se han de ejecutar las aplicaciones, también sobre esta máquina virtual corren las configuraciones, las cuales incorporan APIs (Aplication Programming Interface: especifica la interfaz que utiliza un programador para escribir aplicaciones) básicos para la creación de aplicaciones y sirven de soporte a los perfiles.

Los perfiles incluyen la mayor parte de las clases y APIs que se van a utilizar en la programación, como pueden ser instrucciones de entrada y salida o de inicio y terminación de la aplicación.

- **Módulo MIDP (Perfil para dispositivos de Información Móvil):** Define un conjunto de APIs específicas cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de las aplicaciones JAVA. Las APIs son una agrupación de funciones (paquetes en terminología Java). Conjunto de APIs java que permiten la creación de interfaces de usuario.
- **Módulo telefonía java:** Este modulo permite interactuar la tecnología java con el teléfono celular.

Entre los tres sistemas operativos presentados anteriormente, Symbian posee mayor disponibilidad de desarrollo para dispositivos móviles, además de ofrecer soporte a través de comunidades y foros sobre el sistema.

### 3.3.2 Middleware para Dispositivos Móviles

El Middleware es una capa de software intermedia entre el hardware/sistema operativo y las aplicaciones, que ofrece una serie de facilidades para el desarrollo de contenidos interactivos para televisión digital terrestre, escondiendo la complejidad de los mecanismos definidos por los protocolos de comunicación, de sistema operativos y de hardware de equipamiento. El middleware ofrece una serie de facilidades para el desarrollo de contenidos y aplicativos para la televisión digital terrestre (TDT), independientemente de la plataforma (hardware del fabricante) y del tipo de receptor (TV, celular, PDAs, etc.) [12]. Por consiguiente un middleware de aplicaciones para TDT implica tener una máquina de ejecución para los lenguajes, y las librerías necesarias, que permitan el desarrollo rápido y fácil de las aplicaciones.

Entre los principales estándares para dispositivos portátiles, puede citarse el Estándar LAsER (Lightweight Application Scene Representation), el Middleware BML (Broadcast Markup Language) y el Ginga.

A continuación se estudiará el Middleware Ginga por ser éste el modelo brasileiro para TV Digital Terrestre (ISDB-Tb, que es estándar ISDBT con añadidura brasileira).

Una observación importante, es que aun no existen implementaciones comerciales del middleware Ginga para dispositivos móviles, donde solo es exigido el ambiente declarativo.

### 3.3.3 El Middleware Ginga

Es el modelo brasileiro para TV Digital, desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro y la Universidad Federal de Paraiba, (Brasil). La primera, se responsabilizó por el ambiente declarativo del Ginga. La segunda, se responsabilizó por el ambiente procedural.

El middleware Ginga define dos clases de aplicaciones, las declarativas Ginga NCL y las de procedimiento Ginga- J. El uso de ambos lenguajes es obligatorio en los terminales fijos (Set-Top-Box) y para los receptores portátiles la utilización de Ginga-NCL es obligatoria y el Ginga-J es opcional.

#### a) Ginga-NCL

Fue desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro – PUC-Rio (Brasil), provee una infraestructura de presentación para aplicaciones declarativas escritas en el lenguaje NCL (Nested Context Lenguaje). NCL es una aplicación XML (eXtensible Markup Language) con facilidades para los aspectos de interactividad, sincronismo, espacio-temporal entre objetos de mídia, adaptabilidad, soporte a múltiples dispositivos y soporte a la producción de programas interactivos en vivo no-lineales.

El NCL es un lenguaje del tipo basado en la estructura que define una separación bien demarcada entre el contenido y la estructura de un aplicativo, permitiendo definir objetos de media estructurados y relacionados tanto en tiempo y espacio. En la Figura 3.10 se muestra la arquitectura Ginga-NCL para dispositivos móviles.

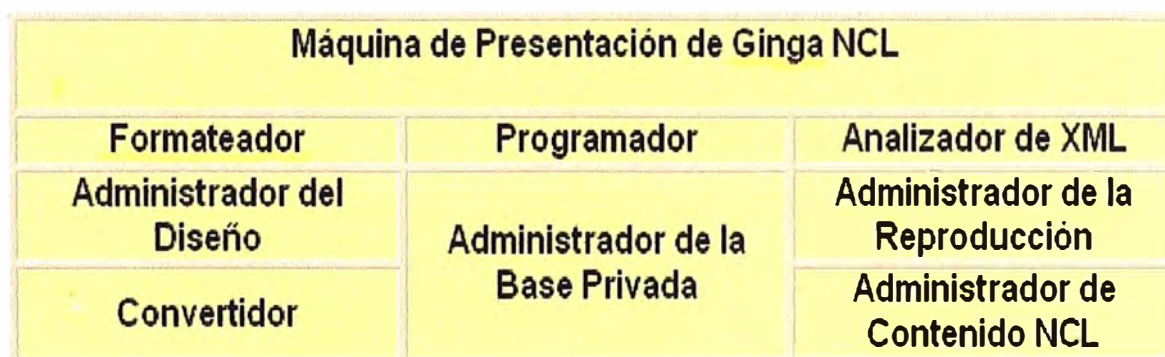


Figura 3.10 Arquitectura Ginga-NCL para Dispositivos Móviles

A continuación se define los elementos principales de Ginga-NCL:

- Formateador. Quien se encarga de recibir y controlar las aplicaciones multimediales escritas en NCL. Dichas aplicaciones son entregadas al Formateador por el Ginga-CC.



- Analizador de XML, Convertidor. Realizan la traducción de la aplicación NCL en la estructura interna de datos de Ginga-NCL para controlar la aplicación. Estos componentes son solicitados por el Formateador.
- Programador. Es iniciado para organizar el orden de la presentación del documento NCL (antes que inicie los objetos de media, se evalúan las condiciones de los enlaces y la programación correspondiente a las relaciones de las acciones que guiaran el flujo de la presentación).

El componente Programador es responsable para dar la orden al componente Administrador de la Reproducción para iniciar la reproducción apropiada del tipo de contenido de media para exhibirlo en el momento indicado.

- Base Privada. La Máquina de Presentación lidia con un conjunto de aplicaciones NCL que están dentro de una estructura conocida como Base Privada.
- Administrador de la Base Privada. Este componente está a cargo de recibir los comandos de edición de los documentos NCL y dar mantenimiento a los documentos NCL presentados.
- Administrador del Diseño. La Máquina de Presentación soporta múltiples dispositivos de presentaciones a través del componente Administrador del Diseño, el cual es responsable de mapear todas las regiones definidas en una aplicación NCL.

#### **b) Ginga-J**

Fue desarrollado por la Universidad Federal de Paraiba (Brasil) para proveer una infraestructura de ejecución de aplicaciones basadas en lenguaje Java, llamadas Xlet, con facilidades específicamente para el ambiente de TV digital. Ginga-J es un subsistema lógico del Sistema Ginga que procesa aplicaciones procedimentales (Xlets Java). Un componente clave del ambiente de aplicaciones procedurales es el mecanismo de ejecución de contenido procedimental, que tiene como base la máquina virtual de Java.

#### **c) Ginga-CC**

Ginga Common Core, es el subsistema lógico que provee toda funcionalidad común al soporte de los ambientes de programación declarativos, GINGA-NCL, e imperativo, GINGA-J.

Ginga-CC provee un nivel de abstracción de la plataforma de hardware y del sistema operativo, accesible a través de las APIs (Application Programming Interface: la interfaz que utiliza un programador para escribir aplicaciones). Esto le permite interactuar con el acceso al sintonizador de canal, con el sistema de archivos, el terminal gráfico entre otros. El Ginga-CC está compuesto por los decodificadores de contenidos comunes y por procedimientos para obtener los contenidos que se encuentran dentro de los flujos de transporte MPEG2 y a través del canal de interactividad.



El Ginga CC está compuesto por diversos módulos o componentes que facilitan la interacción del Hardware con las necesidades de las aplicaciones tanto declarativas como las imperativas o procedimentales. En la Figura 3.11 se ilustra la arquitectura del Middleware GINGA y de Ginga-CC.



Figura 3.11 Estructura del Middleware GINGA e identificación del Ginga CC

A continuación se describen los componentes del Ginga-CC:

- Sintonizador. Este módulo es el responsable de “sintonizar” un canal, seleccionando un canal físico dentro de los flujos de transporte que están siendo enviados por ese canal.
- Procesador de datos y DSM (Digital Storage Media Command and Control). Son los responsables de acceder, procesar y reenviar los datos los datos recibidos por la capa física. También se encargan de notificar a los otros componentes, sobre cualquier evento que se reciba.
- Persistencia. El middleware tiene la capacidad de almacenar y guardar archivos una vez finalizado el proceso para que luego pueda ser abierto o utilizado posteriormente.
- Iniciador de aplicaciones. El modulo responsable de gestionar las aplicaciones, cargar, configurar e inicializar y ejecutar cualquier aplicación tanto declarativa como imperativa. Controla el ciclo de vida de las aplicaciones, terminándolas cuando sea necesario además de controlar los recursos utilizados por las APIs.
- Gestor de gráficos. Los estándares del middleware definen como deben ser mostrados al usuario las imágenes, los videos, los datos, etc. Gestionando las presentaciones de la misma manera en que se establece en el estándar ARIB [ARIB B-24,2004].

- Gestor de actualizaciones. Componente que se encarga de gestionar las actualizaciones del sistema, verificando, y bajando las actualizaciones del middleware cuando sea necesario, para corregir los posibles errores de las versiones, ésta tarea debe realizarse en tiempo de ejecución sin incomodar el uso normal de la TV por el usuario.
- Exhibidores. Son las herramientas necesarias para visualizar los archivos de medios recibidos, como por ejemplo archivos tipo JPEG, MPEG, TXT, MP3, GIF, HTML, etc.
- Gestor de contexto. Es el responsable de capturar las preferencias del usuario, comunicando a otros componentes interesados en esas preferencias. Estas informaciones podrían ser el horario en que el usuario ve TV, bloquea o desbloquea canales, etc.
- Canal de retorno. Provee la interfaz para las capas superiores con el canal de interacción. Así también debe gestionar el canal de retorno de manera en que los datos sean transmitidos cuando el canal esté disponible o forzar una transmisión en caso de que el usuario o una aplicación tenga establecido un horario predeterminado.
- CA (Acceso Condicional) y DRM (Gestión de Derechos Digitales). Son los responsables de restringir los contenidos inapropiados recibidos por los canales de programación a ofreciendo un nivel de seguridad en el middleware.

### **3.4. RECEPTORES COMERCIALES EN EL PERÚ BASADOS EN EL ESTÁNDAR ISDB-T**

One-seg es un servicio de transmisión de audio y video digital para dispositivos móviles. Este servicio forma parte del estándar japonés ISDB-T (Integrates Services Digital Broadcasting - Terrestrial), adoptado recientemente por el Perú. La Norma Legal RM-645-2009-MTC-03, titulada "Aprueban Especificaciones Técnicas Mínimas de los receptores de Televisión Digital Terrestre del Estándar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial), determina las especificaciones mínimas para los receptores one-seg que serán utilizadas en el Perú" (ver anexo A) las cuales son presentadas en forma resumida en la Tabla 3.1.

El sistema ISDB-Tb usa la banda UHF con frecuencias que van desde los 470 a los 860 MHz. Dentro de este espectro, con un ancho de banda de 300 MHz. En este ancho de banda son divididos 13 segmentos, de los cuales 12 son utilizados por estaciones de televisión para transmitir contenidos en HD, y 1 segmento para transmitir señales para equipos móviles. One-seg en ISDB-T utiliza video codificado en H.264, transportado en formato MPEG-2, con 30 cuadros por segundo.

Para verificar que equipos móviles soportan el estándar ISDB-T, se visitaron las páginas electrónicas de los fabricantes que venden equipos en el Perú tales como LG y Samsung.

Tabla 3.1. Especificaciones Mínimas para los receptores one-seg

Parámetro	Especificación
Modulación	QPSK y 16QAM
Perfiles y niveles de video	H.264/AVC BP @ L1.3
Formatos de video	SQVGA 160x120 (4:3) SQVGA 160x90 (16:9) QVGA 320x240 (4:3) QVGA 320x180 (16:9) y CIF 352x288 (4:3)
Tasa de Cuadros (frame rate)	5fps, 10 fps, 12 fps, 15 fps y 24 fps
Perfiles y Niveles de audio	LC AAC @ L2 y HE-AAC+SBR+PS v.2@L2

A continuación se muestran las especificaciones técnicas de algunos receptores one-seg:

#### 3.4.1. LG GM600

El LG GM600 es un teléfono celular cuatribanda GSM con receptor de TV incorporado. Cuenta con una pantalla TFT touchscreen WQVGA (ancho QVGA) de 3 pulgadas, cámara de 3.2 megapixels, Bluetooth, reproductor de música con Dolby Mobile, reproductor de videos con soporte DivX y ranura microSD de memoria, además de una antena extensible que permite la recepción de canales de aire [20]. El equipo es mostrado en la Figura 3.12.

Sus especificaciones técnicas básicas son:

- Red: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- Sintonizador: ISDB-T
- Pantalla: 3 pulgadas, QVGA de 256 mil colores 240x400
- Canal de Retorno: EDGE/GPRS
- Velocidad de datos: 32-48 Kbps
- Formato de Audio: MP3/WMA/ACC
- Formato de Video: MP4/H.264/H.263

#### 3.4.2. LG GM630

El LG GM630 es un celular que incorpora una pantalla de 2.0 pulgadas con botón de acceso directo a TV, lo que permitirá una conexión mas rápida a la programación de preferencia. Además su pantalla se puede reclinar hasta en dos posiciones para así poder disfrutar de la transmisión digital desde cualquier lugar [20].

Este nuevo celular cuenta con una antena retráctil que mejorara la recepción de las diversas señales televisivas. También posee una cámara de 2 Megapixeles. El LG GM630 cuenta con acceso a Internet WAP y bluetooth 1.2, además de una memoria

interna de 100MB y memoria expandible Micro SD hasta de 4GB. El equipo es mostrado en la Figura 3.13. Sus especificaciones técnicas básicas son:

- Red: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- Sintonizador: ISDB-T
- Pantalla: 2 pulgadas, QVGA 262 mil colores 240 x 320  
Pantalla externa secundario: 0.86 pulgadas, 262 mil colores 96 x 26
- Canal de Retorno: EDGE/GPRS, WiFi
- Velocidad de Datos: 32-48 Kbps
- Formatos de Audio: AAC/AMR/IMY/MP3/WAV/WMA
- Formatos de Video: H.264/MP4/WMV



Figura 3.12 Celular LG GM600



Figura 3.13 Celular LG GM630

### 3.4.3. Samsung i6220

El Samsung I6220 Star TV es un celular de pantalla táctil de 3 pulgadas y su teclado Qwerty, posee un receptor de tv móvil incorporado, por lo que con el mismo podremos captar una gran cantidad de canales de televisión.

Posee una cámara incorporada de 3,15 mega píxeles, reproductor de archivos multimedia, ranura para extensión de la memoria mediante tarjetas Micro SD, organizador de tareas y conectividad bluetooth [21]. El equipo es mostrado en la Figura 3.14.

Sus especificaciones técnicas básicas son:

- Red: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- Sintonizador: ISDB-T
- Pantalla: 3 pulgadas, QVGA 256 mil colores 240 x400
- Canal de Retorno: EDGE/GPRS
- Velocidad de datos: 32-48 Kbps
- Formatos de Audio: AAC/AAC+, MP3, WMA/WMAPro
- Formatos de Video: H.263/H.264, MPEG-4



Figura 3.14 Celular Samsung i6220

#### 3.4.4. LG KB775

El LG KB775 es un teléfono celular GSM que cuenta con receptor de TV móvil integrado. El Scarlet posee además una pantalla touchscreen de 3 pulgadas, cámara de 3.1 megapixels, radio FM Stereo, reproductor de música y video y ranura microSD para memoria [20]. El equipo es mostrado en la Figura 3.15.

Sus especificaciones técnicas básicas son:

- Red: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz, HSDPA 850 / 2100 MHz
- Sintonizador: ISDB-T
- Pantalla: 3 pulgadas, QVGA @15fps 256 mil colores 240x400
- Canal de Retorno: EDGE/GPRS, WiFi
- Velocidad de datos: 32-48 Kbps
- Formato de Audio: MP3/WMA/ACC+
- Formato de Video: MP4/H.264/H.263





Figura 3.15 LG KB775

### 3.4.5. Sintonizador TV Digital y Analógica Mygica U6813

Un Receptor USB es un Sintonizador de TV Digital o TV Analógica que se conecta mediante puerto USB a un laptop o PC capaz de recibir señales full-seg o one-seg. El sintonizador TV Digital y Analógica Mygica U6813 es mostrado en la Figura 3.16. [22]

Sus especificaciones técnicas básicas son:

- TV norma ISDB-T y TV Analógica en laptop o PC
- Recepción de HDTV y SDTV
- Antena UHF/VHF para ISDB-T y TV Analógica (recomendada para sectores de baja señal)

- Sintonizador Digital U6813:

Terminal de entrada: Conector de 75 Ohm

Frecuencia de recepción TV: 48.25~863.25Mhz

ISDB-T one-Seg y full-Seg

Ancho de Banda: 6MHz

- Formato A/V:

Formato de Video: MPG2 Perfil Principal & Nivel principal/H.264(Mpeg4 AVC)

Formato de Audio: MPG2 Audio Layer I & II/AAC



Figura 3.16. Sintonizador TV Digital y Analógica Mygica U6813



### 3.4.6. Sintonizador TV Digital Mygica S870

El sintonizador TV Digital Mygica S870 es mostrado en la Figura 3.17.



Figura 3.17. Sintonizador TV Digital Mygica S870

Sus especificaciones técnicas básicas son [22]:

- TV norma ISDB-T en laptop o PC
- Antena UHF para ISDB-T (recomendada para sectores de baja señal)
- Sintonizador ISDB-T S870:

Terminal de entrada: Conector de 75 Ohm

Frecuencia de recepción TV: 48.25~863.25Mhz

ISDB-T one-Seg y full-Seg

Ancho de Banda: 6MHz

- Formato A/V:

Formato de Video: MPG2 Perfil Principal & Nivel principal/H.264(Mpeg4 AVC)

Formato de Audio: MPG2 Audio Layer I & II/AAC

Las diversas marcas de teléfonos móviles en el mundo están adecuando sus productos a los nuevos estándares de televisión digital. Actualmente en el Perú, las primeras marcas ofrecidas son LG y Samsung en teléfonos móviles. De esta forma, podrán visualizarse los canales de señal abierta que ya disponen de esta tecnología, como lo son los canales 4 ,7 y 9, que transmiten esta señal a manera de prueba.

A continuación, la Tabla 3.2 contiene un cuadro de resumen de las características más importantes de los receptores móviles comerciales en el Perú.

Tabla 3.2. Cuadro de Resumen

Receptor Móvil	Colores	Resolución	Canal de Retorno	Cobertura
<b>LG GM600</b>	256000	240x400	EDGE/GPRS	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
<b>LG GM630</b>	262000	240x320	EDGE/GPRS, WIFI	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
<b>LG KB775</b>	256000	240x400	EDGE/GPRS, WIFI	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz HSDPA 850 / 2100 MHz
<b>Samsung i6220</b>	256000	240x400	EDGE/GPRS	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se hacen comparaciones entre las distintas características de receptores one-seg comerciales como: colores de pantalla, resolución, tecnología de canal de retorno y cobertura. Las comparaciones se harán con referencia a los datos obtenidos de los móviles: LG GM600, LG GM630, LG KB775 y Samsung i6220 de la sección 3.4 del capítulo III.

### 4.1 COLORES DE PANTALLA

Cada píxel de la pantalla tiene interiormente 3 subpíxeles, uno rojo, uno verde y otro azul; dependiendo del brillo de cada uno de los subpíxeles, el píxel adquiere un color u otro de forma semejante a la composición de colores RGB. (Píxel: unidad mínima representable en un monitor o pantalla).

La manera de organizar los subpíxeles varía entre los dispositivos. Se suelen organizar en líneas verticales, aunque algunos los organizan en puntos formando triángulos. Para mejorar la sensación de movimiento, es mejor organizarlos en diagonal o en triángulos. El conocimiento del tipo de organización de píxeles, puede ser utilizado para mejorar la visualización de imágenes de mapas de bit. Píxel: unidad mínima representable en una pantalla. A continuación, se ilustra en la Figura 4.1 las comparaciones entre los colores de pantalla de los dispositivos móviles.

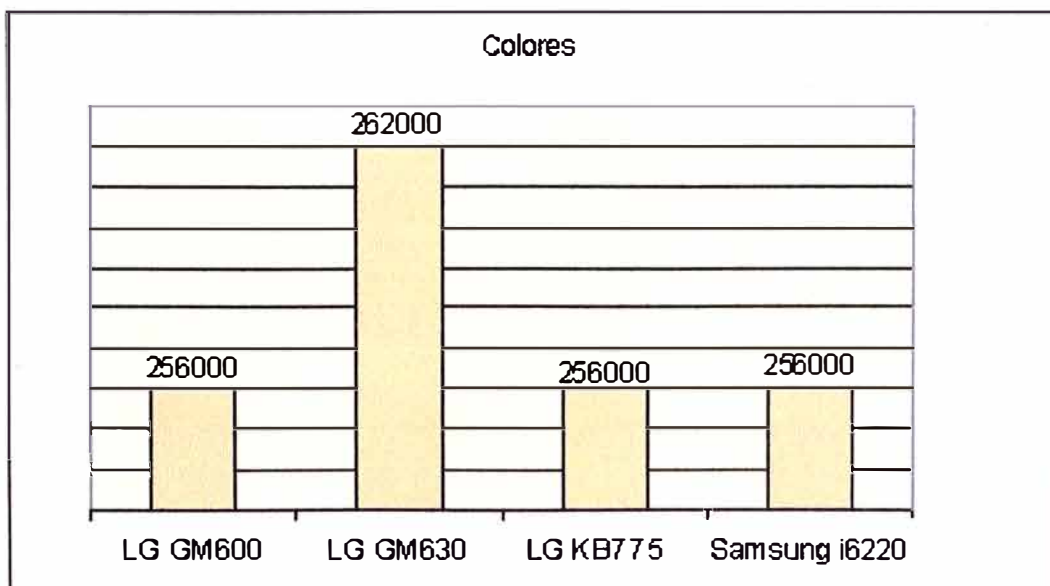


Figura 4.1. Comparación de colores de pantalla

En el gráfico anterior se observa que el móvil LG GM630 presenta una mayor cantidad de colores, por tanto tiene mejor visualización.

#### 4.2 RESOLUCIÓN

La resolución de pantalla es el número de pixels (o máxima resolución de imagen) que puede ser, llamada relación de aspecto. En esta relación de aspectos, se puede encontrar una variación que está de acuerdo a la forma de la pantalla y de la tarjeta gráfica. Viene determinada por el número de pixels que se muestran en la ventana de la pantalla, siendo el píxel la unidad mínima de información que se puede presentar en pantalla, de forma generalmente rectangular.

En la Figura 4.2 se ilustra las comparaciones de resolución entre los dispositivos móviles. Del gráfico mostrado en esta figura se observa que el móvil LG GM630 presenta una menor resolución.

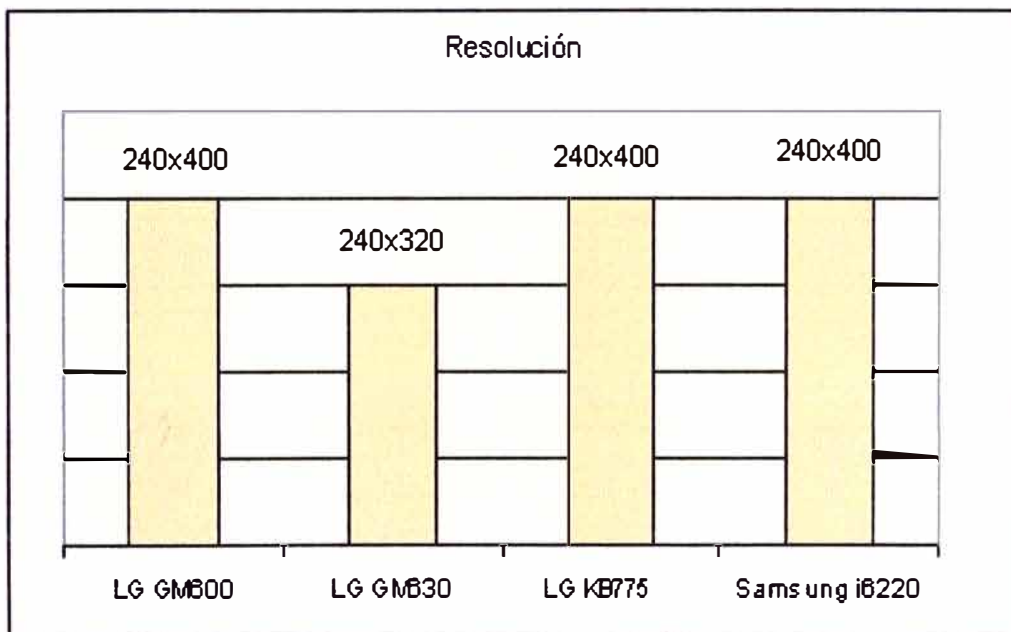


Figura 4.2. Comparación de la resolución

#### 4.3 CANAL DE RETORNO

El canal de retorno (canal de interacción) posibilita la comunicación entre el receptor y el proveedor del servicio interactivo (difusor). Su trabajo es el de enviar las respuestas del usuario al servidor en los servicios interactivos con interactividad remota. Entre las tecnologías a usarse para canal de retorno tenemos: GPRS, WiFi, WiMax

En la Figura 4.3 se ilustra las comparaciones de soporte de tecnología de canal de retorno de los dispositivos móviles, en el que los móviles LG GM630 y LG KB775 usan para canal de retorno a través de las tecnologías GPRS y WiFi, es decir pueden usarse en redes inalámbricas de ambiente cerradas.

En la adopción de una solución tecnológica para el canal de retorno hay varios factores como la geografía, la densidad poblacional, infraestructura tecnológica, condición

socio-económica y parámetros técnicos de calidad de servicio. Para el caso del Perú, se debe tener en cuenta que presenta una gran diversidad geográfica.

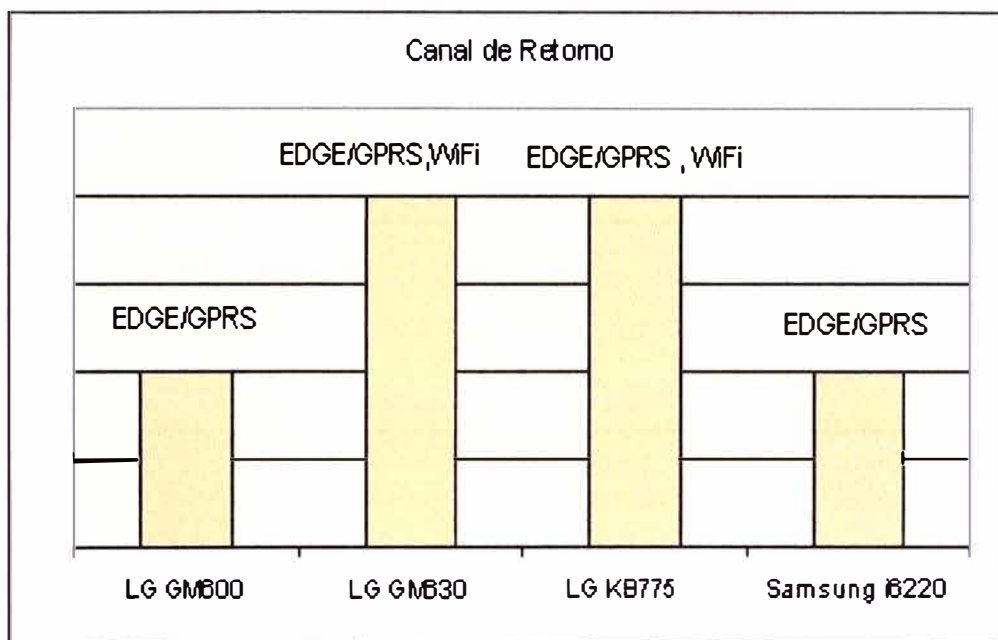


Figura 4.3. Comparación de Tecnologías de canal de retorno

Se han realizado diversos trabajos de investigación por las universidades brasileñas con respecto al canal de retorno en la región amazónica.

Mauro Margalho, propone para el canal de retorno, una estructura con varios componentes: Proveedor de TV, Proveedor de contenidos, Proveedor de canal de retorno y Terminal interactiva, para el control y gerenciamiento de canal de retorno para TDT; políticas de priorización con técnicas de calidad de servicio, análisis de tecnologías de conectividad y la evaluación de los parámetros de rendimiento.

Anna Verónica, propone una solución para una población de bajo ingreso y medio rural, la solución se basa en la tecnología inalámbrica IEEE 802.11 para áreas donde no existe infraestructura de red.

A partir de estas y otras investigaciones, se puede concluir, que es posible la implementación de canal de retorno utilizando diversas tecnologías de red. Asimismo, el menor costo de implementación, mayor alcance y cobertura, permitirán elegir de manera acertada una tecnología adecuada [16].

#### 4.4 COBERTURA

##### Cobertura Celular

Una red celular ideal, presenta celdas hexagonales, sin embargo, en la práctica la cobertura de la celda varía considerablemente dependiendo del terreno, la ubicación de la antena, las construcciones que pudieran interferir, puntos de medición y barreras.

El otro factor que interviene considerablemente en la cobertura es la frecuencia utilizada. A frecuencias bajas tienden a penetrar los obstáculos con gran facilidad,

frecuencias altas suelen ser detenidas por objetos chicos. Por ejemplo, una pared de yeso de 5 milímetros detendrá completamente la luz, pero no tendrá ningún efecto sobre ondas de radio.

El efecto de la frecuencia en la cobertura significa que diferentes frecuencias sirven mejor a diferentes usos. Frecuencias bajas, como la de 450 MHz, tienen una buena cobertura en áreas campestres. La de 900 MHz de GSM 900 es una solución apropiada para áreas urbanas pequeñas. GSM 1800 usa la banda de 1.8 GHz que ya comienza a ser limitada por paredes.

En la Figura 4.4 se ilustra las comparaciones de cobertura de los dispositivos móviles, en el que el móvil LG KB775 tiene mayor cobertura ya que por su variedad de frecuencias tiene más variedad para diferentes usos de cobertura. Usa tecnología GSM y HSDPSA.

HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) es una tecnología móvil conocida como 3.5G que viene a ser una mejora de la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) de tercera generación (3G). Permite llamadas de voz, video llamadas (voz e imágenes) y transferencia de datos (navegación en Internet, email, etc.) hasta 1.5 Mbps.

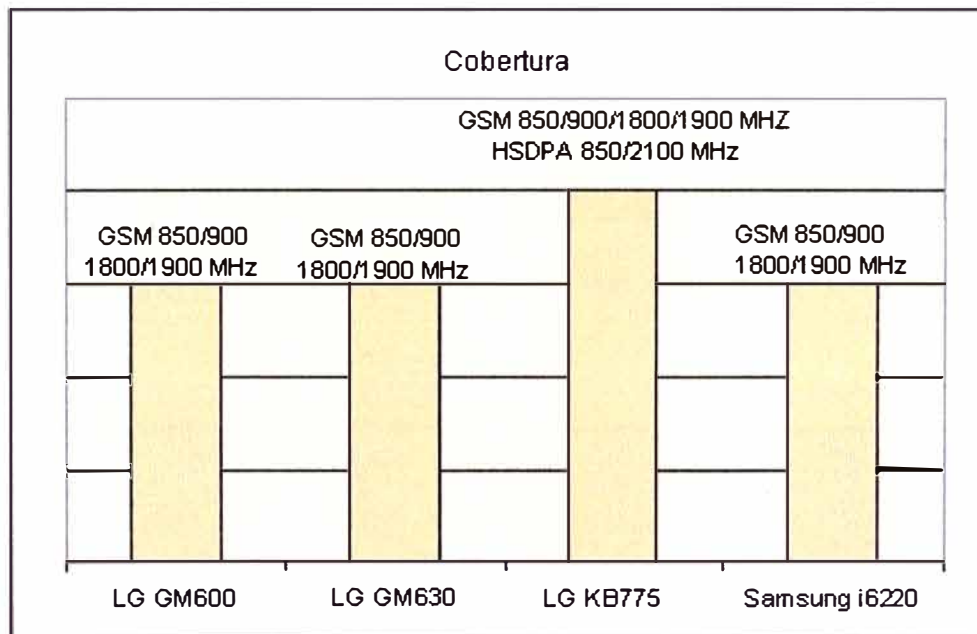


Figura 4.4. Comparación de Cobertura

### Cobertura de la televisión digital terrestre

Es posible tener señal celular en un determinado lugar y no poder ver TV digital o viceversa. Esto se debe a la cobertura de la señal de Tv Digital.

Debido a que se inició el año pasado la implementación de la TDT en el Perú, el área de cobertura actual es en algunos distritos de la capital, aún no se puede cubrir el 100% de Lima Metropolitana. Esto se debe a la topografía de Lima, mucho depende de que exista una línea de vista con la transmisora del Morro Solar y además que las repetidoras



instaladas en los cerros de Lima están diseñados solo para señal analógica. Por ello se necesitarán repetidoras para que la señal digital llegue a distritos del cono norte o algunas zonas de La Molina. Hay que recordar que hoy son tres las emisoras que ya transmiten señal digital: TV Perú, ATV y América Televisión (que por el momento solo transmite para dispositivos móviles). En la Figura 4.5 se muestra la cobertura actual de la señal TDT.

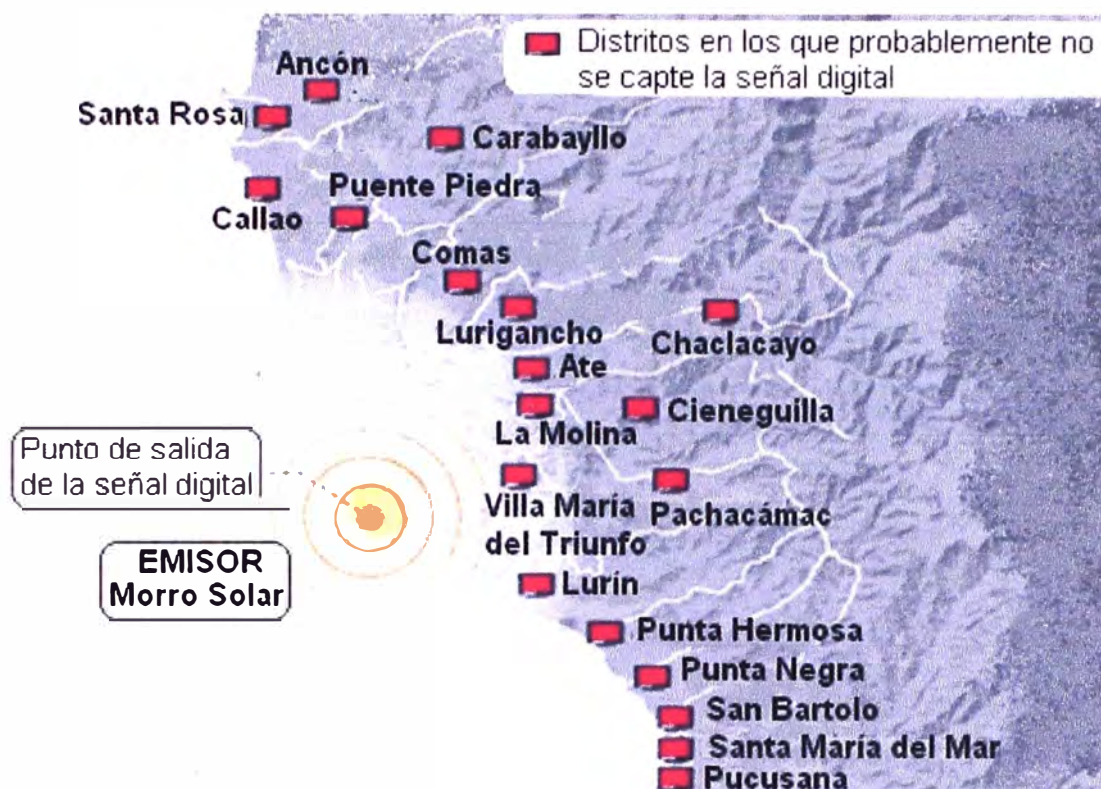


Figura 4.5. Cobertura de la señal de Televisión Digital Terrestre actual

“De acuerdo con el Plan Maestro para la Implementación de la TDT, el plazo máximo para el inicio de las transmisiones digitales en Lima y Callao es el segundo trimestre del 2014 y el apagón para esa zona está previsto para finales del 2020”, explicó el Doctor Manuel Cipriano, director de la Dirección General de Autorización en Telecomunicaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para el diario El Comercio, publicación con fecha 09 de junio del 2010. En la Figura 4.6 se muestra el índice de cobertura de la señal de TV Digital de acuerdo al Plan Maestro para la Implementación de la TDT según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La incorporación de la Tecnología de Información y Comunicación (TIC), se realiza en forma desigual, hay diferencias. Este aspecto se ve por el grado de urbanización: Lima Metropolitana, el Resto Urbano (más de 2000 habitantes) y Area Rural (menos de 2000 habitantes). Las diferencias se dan por los costos de instalación de estos servicios en zonas rurales y también por la falta de acceso de las TIC en las áreas menos pobladas donde es escasa la infraestructura que facilite la implementación.



El Perú se caracteriza por una geografía compleja y adversa, que está constituido por tres regiones: Costa, Sierra y Selva. Por lo tanto en cada región se presentan diferentes formas en el acceso a las TICs. Se presume que la TDT mitigará la exclusión digital, permitiendo a la población aprovechar los beneficios de la interactividad por la televisión, por ejemplo tele-educación, tele-salud, entre otros. Esto será posible con una elección adecuada de la tecnología de comunicación para el canal de retorno [16].

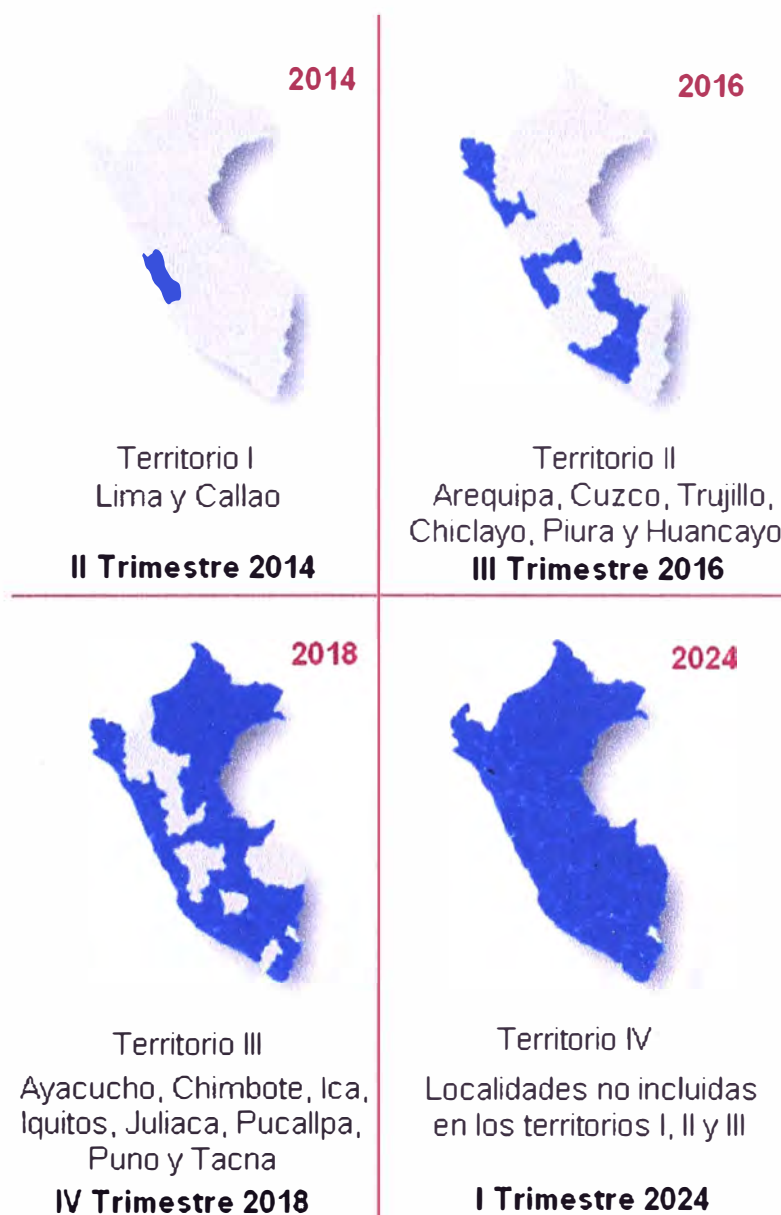


Figura 4.6. Índice de Cobertura de la señal de TV Digital según el Plan Maestro para la Implementación de la TDT

#### 4.5 ANÁLISIS

En el caso de ciudades como Lima, Arequipa, Huancayo, Pucallpa, Chiclayo, etc., se recomienda usar frecuencias altas a partir de de 1900 MHz debido a la gran capacidad que demanda las comunicaciones en transferencia de datos audio y video y por el canal de retorno para que garantice la interactividad. En estos lugares ya existe casi toda la

infraestructura tecnológica implementada para el canal de retorno, redes inalámbricas Wi-Fi, GPRS, etc.; lo que aún falta son proveedores de Tv y de contenidos. A pesar de necesitar varias estaciones base y repetidores, esto no es inconveniente debido a la gran demanda en el tráfico de datos en las ciudades.

En zonas rurales lo primordial en cuanto a comunicación celular es la cobertura debido a su difícil geografía, es por ello que lo más apropiado será usar frecuencias bajas de 850 MHz y 900 MHz. Sin embargo se están haciendo investigaciones en mejoramiento de cobertura celular en estas zonas. Una opción es por ejemplo la implementación de repetidoras de frecuencias, debido a su facilidad y su bajo costo.

La difusión de la TV digital a localidades rurales según el Plan Maestro para la implementación de la TDT en nuestro país corresponde al territorio IV y está proyectada para el primer trimestre del año 2024.

Debido al difícil acceso a las zonas rurales por su geografía y ausencia de infraestructura de red los usuarios accederán a la TV digital por satélite. Se plantea un sistema de emisión por satélite para que amplíe la cobertura de la Televisión Digital Terrestre (TDT) en las zonas rurales y reduzca los costos. Es decir una combinación, con medios terrestres y donde sea difícil o caro, que se utilice el satélite. También se pueden usar sistemas regenerativos inalámbricos que puedan restaurar completamente la calidad de la señal, de la misma calidad que la señal original emitida por los centros principales.

Para estos lugares aislados, la tecnología para el canal de retorno inalámbrica estará limitada por la cobertura. La solución se basa en la tecnología inalámbrica IEEE 802.11 para áreas donde no existe infraestructura de red.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para terminar con este estudio de la arquitectura de hardware de los receptores móviles para televisión digital terrestre, a continuación presentaremos las conclusiones:

1. Se compararon algunas características de receptores one-seg que se están comercializando o que pronto se comercializarán en el Perú: LG GM600, LG GM630, LG KB775, Samsung i6220, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- El móvil LG GM630 tiene mayor cantidad de colores por tanto tiene mejor visualización.
- Los móviles LG GM630 y LG KB775 usan para canal de retorno las tecnologías GPRS y WiFi, es decir pueden usarse en redes inalámbricas de ambiente cerradas.
- El móvil LG GM630 tiene menor resolución.
- El móvil LG KB775 tiene mayor cobertura celular ya que por su variedad de frecuencias tiene más variedad para diferentes usos de cobertura.

2. Los receptores móviles de TDT comercializados en el Perú no tienen grandes capacidades comparados con otros celulares, debido a la falta de la infraestructura tecnológica que requieren.

3. Debido a que se inició el año pasado la implementación de la TDT en el Perú, el área de cobertura actual es en algunos distritos de la capital, aún no se puede cubrir el 100% de Lima Metropolitana debido a su geografía y a la falta de repetidoras.

4. La TV Digital en el Perú todavía no es interactiva. Se están haciendo investigaciones y grandes esfuerzos en universidades sobre las aplicaciones para la TDT y que éstas lleguen al público usuario en beneficio de la sociedad. Se está investigando para elegir una tecnología adecuada para la implementación de canal de retorno.

5. El advenimiento de receptores móviles de TDT con grandes capacidades a nuestro país está limitada por el avance en la implementación de la televisión digital terrestre: sistema de transmisión, cobertura, desarrollo de aplicativos.

6. Se presume que la TDT mitigará la exclusión digital, permitiendo a la población aprovechar los beneficios de la interactividad por la televisión, por ejemplo tele-educación, tele-salud, entre otros.

7. Debería incluirse en el dictado de cursos a nivel de pregrado la programación de aplicativos móviles para TDT y del middleware Ginga.

**ANEXO A**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Especificaciones técnicas mínimas de los receptores de Televisión Digital Terrestre del estándar ISDB-T a ser utilizados en el Perú por Resolución Ministerial N° 645-2009-MTC-03**

N°	Parámetro	Especificación
1	Estándar de televisión digital	ISDB-T (Estándar Japonés-Brasileño)
2	Estándar de la televisión analógica	NTSC-M
3	Banda de Operación (Recepción de canales)	470 a 746 MHz (Canales 14 a 59)
4	Ancho de banda de canal	Full Seg 5.7 MHz One Seg 0.43 MHz
5	Frecuencia de la portadora central decanales	Banda UHF: 473 + 1/7 a 743 + 1/7 MHz
6	Sensibilidad	Menor o igual que - 20 dBm y Mayor o igual que -77 dBm
7	Relación de protección (Selectividad)	
	Interferente (Señal no deseada): Señal analógica	
	- Co-canal	Menor o igual a +18 dB
	- Canal adyacente inferior	Menor o igual a -33 dB
	- Canal adyacente superior	Menor o igual a -35 dB
	Interferente (Señal no deseada): Señal digital	
	- Co-canal	Menor o igual a +24 dB
	- Canal adyacente inferior	Menor o igual a -26 dB
	- Canal adyacente superior	Menor o igual a -29 dB
8	Desmapeo	Full Seg 16QAM y 64QAM One Seg QPSK y 16QAM
9	Terminales de entrada y salida de RF	Deben tener, conectores (uno de entrada y otro de salida) del tipo F, con una impedancia de 75 ohmios, desbalanceados. En el caso de los set top box la salida de antena debe ser pass through
10	Estándar de codificación de video	MPEG-4 (H.264/AVC)
11	Perfiles y niveles del video	Full Seg H.264/AVC HP @ L4.0 One Seg H.264/AVC BP @ L1.3
12	Formatos de Video	Full Seg 720x480i (4:3 y 16:9), 720x480p 16:9), 1280x720p (16:9) y 1920x1080i (16:9) One Seg SQVGA 60x120(4:3), SQVGA 60x90(16:9), QVGA 320x240 (4:3), QVGA 320x180 (16:9) y CIF 352x288 (4:3)
13	Tasa de cuadros (frame rate)	Full Seg 30/1.001 Hz y 60/1.001 Hz One Seg 5 fps, 10 fps, 12 fps, 15 fps y 24 fps
14	Salida de video compuesto (CVBS)	Deben estar equipados con, por lo menos, una salida de

		este tipo, codificado en NTSCM, con un conector del tipo RCA, con una impedancia de 75 ohmios	
15	Estándar de codificación de audio	MPEG-4 AAC	
16	Perfiles y niveles del audio	Full Seg	LC AAC @ L2, LC AAC @ L4, HEAAC+SBR v.1 @ L2 y HEAAC+SBR v.1 @ L4
		One Seg	LC AAC @ L2 y EAAC+ SBR+PS v.2 @ L2
17	Salida de audio	Deben estar equipados, por lo menos una salida de audio con dos canales (estéreo), con un conector del tipo RCA	
18	Frecuencia del Oscilador Local	Debe estar asignada en la banda superior a la frecuencia recibida	
19	Frecuencia Intermedia (FI)	44 MHz (Opcionalmente se podrá convertir directamente a banda base)	
20	Idioma	Español	
21	Alimentación de Energía Eléctrica (Voltaje / Frecuencia)	220 V / 60 Hz	



**ANEXO B**  
**PROTOCOLOS PARA ACCESO**

**Protocolos para acceso por Wi-Fi y conexión con Enrutador**

<b>Capa</b>	<b>Pila de Protocolo</b>
Aplicación	Seleccionados conforme al servicio
Transporte	Seleccionados conforme al servicio
Red	-----
Enlace de Datos	Conforme IEEE 802.2/ARP
Física	Conforme IEEE 802.3, RJ-45, Conforme IEEE 802.11

**Protocolos para acceso por Wi-Max**

<b>Capa</b>	<b>Pila de Protocolo</b>
Aplicación	Seleccionados conforme al servicio
Transporte	Seleccionados conforme al servicio
Red	-----
Enlace de Datos	Conforme IEEE 802.16d y IEEE 802.16e
Física	Conforme IEEE 802.16d y IEEE 802.16e

**Protocolos para acceso por GRPS**

<b>Capa</b>	<b>Pila de protocolo</b>
Aplicación	Seleccionado conforme el servicio
Transporte	Seleccionado conforme el servicio
Red	---
Enlace de Datos	Conforme ETSI EN 301 344 (RLC, LLC, SNDCP)
Física	Conforme ETSI EN 300 959 y ETSI EN 300 910/USB.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] NORMA BRASILEÑA - ABNT NBR 15606 - 1 Primera edición.2010  
Televisión digital terrestre — Codificación de Datos y especificaciones de transmisión para radiodifusión digital. Parte 1: Codificación de Datos
- [2] NORMA BRASILEÑA - ABNT NBR15601 - Primera edición.2007  
Televisión digital terrestre — Sistema de transmisión
- [3] NORMA BRASILEÑA - ABNT NBR 15604 - Primera edición.2007  
Televisión digital terrestre — Receptores
- [4] NORMA BRASILEÑA ABNT NBR15607-1 Primera edición.2008  
Televisión digital terrestre — Canal de interactividad. Parte 1: Protocolos, interfaces físicas e interfaces de software.
- [5] RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 645-2009-MTC-03  
“Aprueban especificaciones técnicas mínimas de los receptores de Televisión Digital Terrestre del estándar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) a ser utilizados en el Perú”
- [6] “Redes inalámbricas: IEEE 802.11”  
Enrique de Miguel Ponce /Enrique Molina Tortosa / Vicente Mompó Maicas
- [7] “Modelado de Redes WiMAX”  
Dr. Victor Rangel Licea - Dpto. Ing. en Telecomunicaciones  
Facultad de Ingeniería -Universidad Nacional Autónoma de México.  
Octubre de 2009
- [8] “Proyectos de TV Digital con Inclusión Social”  
Ing. Christopher Cuadrado - [www.elogic.pe](http://www.elogic.pe)
- [9] “Informe Preliminar: Estado del Arte de Receptores Móviles – Aplicaciones”  
Juan Mauricio Villanueva /Joel Telles Castillo /Eleazar Sal Y Rosas Celi  
INICTEL-UNI - Lima, Febrero de 2010
- [10] “Integración de la Tecnología GPRS en Redes GSM”  
Hau Fung Moy Kwan / Ali José Carrillo Paz  
“Revista Electrónica de Estudios Telemáticos”, Universidad Rafael Beloso Chacín – Venezuela, Marzo 2009
- [11] “Tv Digital para Dispositivos Portátiles Middlewares”  
Vitor Medina Cruz, Marcio Ferreira Moreno, Luiz Gomes Soarez  
Monografía, Departamento de Informática PUC-RJ, Rio de Janeiro-Brasil, 2008
- [12] “Investigación del Estudio del Middleware Ginga y Guía de Usuario del Middleware Ginga”

Ing. Elmer Guido Alejandro Rojas/ Ing. Walther Grovher Palomino Espinoza  
Dirección De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Área De Aplicaciones  
Telemáticas  
Lima – Perú, Abril 2010

- [13] "Informe Preliminar: Estado del Arte de Receptores Set-Top-Box – Aplicaciones"  
Juan Mauricio Villanueva / Christian Velásquez Díaz  
Área De Aplicaciones Telemáticas  
INICTEL-UNI. Lima, Febrero de 2010
- [14] "Contenidos técnicos y estructura del sistema ISDB-T"  
ISDB-T Reporte Técnico
- [15] "Servicio One-seg en un mismo canal"  
ISDB-T Reporte Técnico
- [16] "Análisis del Canal de Retorno para la Televisión Digital Interactiva utilizando la  
Clase TCP-Lua"  
Eduardo Mendoza Villaizán/Daniel Díaz Ataucuri/Ronald Paucar Curasma  
Artículo del INICTEL-UNI
- [17] <http://www.forumsbtvd.org.br/materias> (Ultima fecha de acceso, 06/02/2011)
- [18] <http://www.arib.or.jp/english/html/overview/index.html> (Ultima fecha de acceso,  
12/12/2010)
- [19] <http://www.dibeg.org/techp/techp.htm> (Ultima fecha de acceso, 18/12/2010)
- [20] <http://www.lg.com/pe/celulares> (Ultima fecha de acceso, 16/03/2011)
- [21] <http://www.smart-gsm.com/moviles> (Ultima fecha de acceso, 16/03/2011)
- [22] <http://www.hdtvtuner.cl> (Ultima fecha de acceso, 19/03/2010)