

# Sistema abierto de Televisión Digital Terrestre (TDT) accesible para personas con deficiencia visual

Esther Moreno<sup>1</sup>, Carolina García<sup>1</sup>, Miguel A. Valero<sup>1</sup>, Carlos Díaz<sup>2</sup> y Valia Merino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> T>SIC, Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Telecomunicación. Ctra. de Valencia, km. 7.

28031 Madrid. E-mail: {emoreno,carogar,mavalero}@diatel.upm.es

<sup>2</sup>Optiva Media S.L. Edificio Europa II. Calle Musgo 2, primera planta.

28023 Madrid. E-mail: {carlos.diaz, valia.merino}@optivamedia.com

## Resumen

*Este artículo detalla el diseño, implementación y validación de un sistema abierto de Televisión Digital accesible para personas con deficiencia visual. La solución facilita que este colectivo pueda acceder a los contenidos de la guía electrónica de programación recibidos a través de la TDT, pudiendo configurar a demanda la interfaz de usuario gráfica (IGU) y la síntesis de voz (TTS).*

*Se presenta el análisis de sistemas existentes, requisitos demandados por este colectivo y tecnologías disponibles, tanto de TDT como de TTS, con el fin de elegir las más apropiadas con criterios de accesibilidad, interoperabilidad y bajo coste.*

*Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que el sistema desarrollado es congruente con los criterios del Diseño para Todos según constata la validación realizada. El sistema ofrece combinaciones de colores y fuentes (contraste, tamaño) para diferentes necesidades de la deficiencia visual, y utiliza TTS local y adaptable para las personas con ceguera.*

## Abstract

*This paper details the design, implementation and validation of an accessible open-system for Digital Terrestrial Television (DTT), addressed to visually impaired people. The solution eases this collective to access to the Electronic Program Guide (EPG) and to the contents received through DTT, allowing on demand configuration of the graphical user interface (GUI) and speech synthesizer facilities (TTS).*

*Existing DTT systems are reviewed taking into account user demands and available technologies in order to choose the most appropriate ones with accessibility, interoperability and low cost criteria.*

*The results obtained in this research work demonstrate that the developed system is consistent with the Design for All principles as the performed validation shows. The system offers colors and fonts combination (contrast, size) for different visual impairment needs and uses local and adaptable TTS for blind people.*

## 1. Introducción

El presente trabajo de investigación sienta sus bases en dos premisas clave: la primera, la televisión digital como tecnología más extendida en la actualidad para el acceso a contenidos en el hogar y la segunda, el derecho que tienen las personas con discapacidad visual de acceder a la misma y a los nuevos servicios que ofrece, recogido en la Ley de Impulso de la Sociedad de la Información (LISI, 2007) [1].

Tras el apagón analógico acontecido en abril de 2010 la población ha tenido que equiparse adecuadamente para poder acceder a esta nueva tecnología, sin embargo la tecnología apenas ha considerado su adaptación necesaria considerando la diversidad funcional. Por un lado se han tenido que adaptar las antenas de televisión y allí donde hubiera un televisor convencional se ha instalado un decodificador de TDT, conocidos como Set Top Box (STB), o bien se ha cambiado por un nuevo aparato con descodificador digital integrado.

Finalmente, la tasa de penetración de la TDT en España superó el 98% en 2010 [2], pero la tasa de penetración de receptores accesibles de TDT en España es prácticamente nula. En la actualidad vivimos en la llamada Sociedad de la Información, y se estima que el 80% de la misma llega a los ciudadanos de forma visual, por lo cual es necesario que las personas con ceguera o algún tipo de limitación visual dispongan de soluciones accesibles.

Las demandas de accesibilidad en las tecnologías de la Sociedad de la Información fueron identificadas hace años por entidades relevantes tales como la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), el Royal National Institute of Blind People (RNIB), el National Council for the Blind of Ireland (NCBI) o el American Council of the Blind (ACB), entre otros.

En respuesta a esta problemática, el grupo de investigación Sistemas Telemáticos para la Sociedad de la Información y del Conocimiento (T>SIC), del Dpto. de Ingeniería y Arquitecturas Telemáticas (DIATEL) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) se puso a trabajar en cooperación con la empresa Optiva Media S.L., íntimamente ligada al sector de la televisión digital en la búsqueda de una solución abierta, replicable y accesible. El análisis del problema planteado desembocó en la realización del proyecto APG (Guía accesible para personas con discapacidad visual), liderado por Optiva Media S.L., y financiado por el Plan Avanza I+D 2008 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio) dentro de la convocatoria de ayudas para la realización de proyectos y acciones de la Acción Estratégica de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. Los trabajos de diseño, desarrollo y validación del sistema presentado en este artículo se han realizado de forma cooperativa entre la universidad y la empresa y el sistema resultante funciona de forma permanente en el Hogar Digital Accesible de la EUITT de la UPM.

## 1.1 Justificación

La naturaleza altamente visual de las interfaces gráficas de usuario usadas en los nuevos formatos digitales tales como la TDT, ha creado grandes barreras para las personas con alguna limitación visual ya que cuanto más gráfica es la interfaz más difícil resulta para estos usuarios acceder a dichos medios.

La interfaz de usuario que presentan la mayoría de los STB existentes en el mercado, es esencialmente gráfica con poco grado de usabilidad y accesibilidad y sin considerar los principios del Diseño para Todos. Si tenemos en cuenta la tasa de penetración de la televisión digital y que en España hay alrededor de un millón de personas con deficiencias visuales [3] nos encontramos que la Televisión Digital Terrestre puede cerrar muchas barreras a los usuarios con baja o nula visión si no se toman medidas apropiadas. Las personas con discapacidad visual y mayores no tendrán acceso a nuevos productos y servicios dependientes de la TDT contribuyendo como tantas veces a ensanchar la llamada Brecha Digital. Algo similar ocurrió primero con las interfaces de los ordenadores personales y luego en la Web, si bien se fueron adoptando soluciones para evitar los problemas de accesibilidad. En la actualidad existen lectores de

pantalla, sintetizadores de voz, audiodescripción y las recomendaciones de accesibilidad para Web del World Wide Web Consortium (W3C) [4], pero desafortunadamente este tipo de soluciones aún no se aplican ni en los STB ni en los televisores. La interactividad es un elemento básico de la televisión digital, por ello, la navegación por los distintos menús, para poder disfrutar de sus posibilidades, es lo que más preocupa a las personas con discapacidad visual ya que es quizá la barrera más difícil de superar.

Por todo lo expuesto anteriormente existe la necesidad de diseñar e implementar soluciones que proporcionen una completa accesibilidad a personas con limitaciones visuales ya que el acceso de estos usuarios a los servicios emergentes de la TDT es un derecho que los profesionales de las TIC deben atender. Se sugiere adoptar mejoras como [5]:

- i. Síntesis de Voz (TTS): también conocida como conversión de texto a voz (*text to speech*), consiste en dotar al sistema de la capacidad de convertir en directo un texto específico en voz [5]. De esta forma el usuario puede saber en qué menú está, cuáles son las opciones que se le ofrecen y obtener información sobre la programación.
- ii. Interfaces gráficas accesibles y configurables: es necesario permitir la adaptación de tamaños de textos, colores, contraste, entre otros, a las necesidades de las personas con diferentes tipos de deficiencia visual dándoles la posibilidad de configurar sus preferencias de forma accesible.
- iii. Alto grado de usabilidad: la navegación por los menús debe ser fácil e intuitiva. En demasiadas ocasiones el acceso a la información en los STB resulta tediosa, lo que demanda facilitar el acceso a la misma, beneficioso para la población en general.

A través de las medidas adoptadas en el desarrollo del sistema que nos ocupa, se persigue reducir las barreras existentes en especial para las personas con discapacidad visual pero extensible al conjunto de la población. El objetivo es que los servicios que ofrece actualmente la televisión digital terrestre sean accesibles para todos.

## 1.2 Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo es *facilitar que las personas con deficiencia visual puedan acceder a la guía electrónica de programación y a los contenidos recibidos en sistemas basados en TDT*, pudiendo configurar la interfaz de usuario gráfica y la síntesis de voz según sus necesidades. El alcance efectivo de este objetivo tiene como misión contribuir a una real y completa accesibilidad de las personas con diferentes grados de discapacidad visual a los servicios y oportunidades que ofrece la televisión digital.

Con el fin de alcanzar el objetivo global del trabajo se plantean los siguientes objetivos operativos:

- Dotar al sistema de acceso a la miniguía, microguía y guía electrónica de programación (EPG) de síntesis de voz para que la persona pueda acceder a la información suministrada por estos servicios.
- Crear una configuración de la interfaz gráfica de usuario que sea accesible, atendiendo a las necesidades de los colectivos con visión reducida.
- Permitir que las personas adapten las características de la interfaz según sus necesidades.
- Ofrecer sencillez en la interacción para dotar de alta usabilidad al modo de navegación entre menús.

## 2. Análisis del sistema

Este apartado detalla la funcionalidad del sistema, incluyendo el estudio de requisitos de las personas con discapacidad visual y el Análisis UML donde se recogen los casos de uso contemplados.

### 2.1 Especificación de requisitos de usuario

El acceso de las personas con discapacidad visual a la televisión digital plantea una serie de problemas que de no resolverse ocasionan una inadmisibles exclusión social de un medio audiovisual que, como ya se ha indicado en la introducción, va a suponer un verdadero centro de comunicaciones en el hogar, proporcionando a los ciudadanos servicios de información, formación, entretenimiento, etc.

El estudio detenido de la mayoría de las interfaces gráficas de los STB del mercado muestra grandes carencias en cuanto a las necesidades de las personas con algún tipo de limitación visual:

- Interfaces poco accesibles y de difícil lectura. La tónica común entre los STB es ofrecer la información de forma escasamente organizada, con contrastes de colores poco accesibles, letras demasiado pequeñas e imposibilidad de configuración.



Fig.1: Ejemplo de interfaz de STB [7]

- Navegación entre menús ineficiente con forma de acceso a la información no normalizada. Existe una dependencia de los botones del mando que, con frecuencia, son difíciles de localizar, ya que cada fabricante los coloca y nombra de distinta manera.
- Inexistencia de realimentación por voz, por lo que las personas con limitaciones visuales no pueden acceder a la información o servicios ofrecidos.

Asumiendo las necesidades expuestas previamente y las limitaciones de las personas con discapacidad visual en cuanto a la percepción del color, visión reducida, pérdida de sensibilidad al contraste, pérdida de la percepción de profundidad y ceguera, se sintetizan los requisitos de usuario siguientes:

- Interfaces de usuario con combinaciones de colores que consideren las limitaciones de las personas con problemas en la percepción del color, pérdida de sensibilidad al contraste o visión reducida.
- Independencia funcional de los códigos de colores o iconos del mando a distancia ya que puede haber personas con dificultades para distinguirlos.
- Oferta de diversidad de tamaños de letras suficientes para que resulten legibles por personas con diferentes grados de baja visión.
- Acceso sencillo a la información con navegación entre menús, intuitiva, eficiente e independiente de botones en el mando difíciles de localizar.
- Realimentación por síntesis de voz para personas con limitaciones visuales que facilite la navegación y obtención de la información requerida.
- Ocultación automática de ventanas de información en caso de que el telespectador sea ciego. Una vez que se acabe de locutar la información deseada, la pantalla debe ocultarse pasado un cierto tiempo.
- Configuración accesible de la interfaz según las preferencias y necesidades del usuario.

### 2.2 Arquitectura de componentes

El sistema resultante contempla los cuatro componentes mostrados en la siguiente figura:

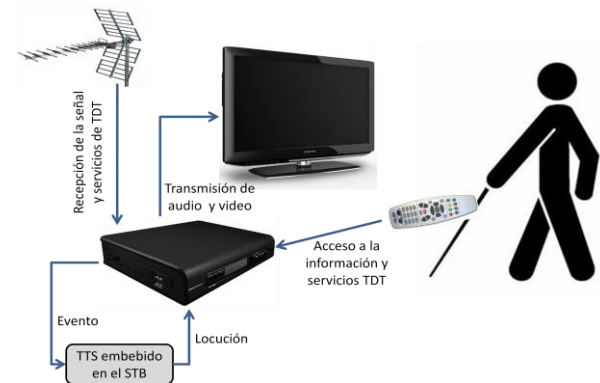
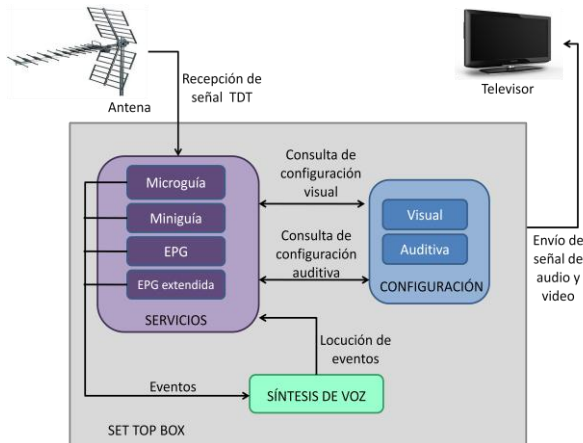


Fig. 2: Componentes del sistema

Los bloques funcionales del sistema y su interacción se detallan en la figura 3:



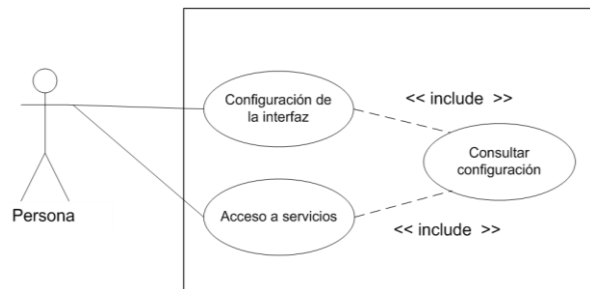
**Fig. 3. Diagrama de bloques del sistema**

La descripción de cada bloque integrante del sistema desarrollado es la siguiente:

- Set Top Box: Decodificador TDT que ha de ser usable y accesible para personas con discapacidad visual. Debe poseer disco duro (PVR) y sistema operativo Unix para facilitar la síntesis de voz.
- Bloque de configuración: Conjunto de clases y ficheros que implementan la interfaz gráfica y permiten la configuración, tanto visual como auditiva, de la misma.
- Bloque de Servicios: Conjunto de clases y ficheros que implementan el acceso a los distintos servicios así como a la interfaz gráfica:
  - Microguía: Información del canal sintonizado y el evento que se está viendo en ese momento.
  - Miniguía: Información extendida de un evento: descripción, fecha de comienzo y duración, número de capítulo.
  - Guía electrónica de programación (EPG): lista de canales disponible.
  - Guía electrónica de programación extendida: lista de eventos (para una semana) del canal seleccionado en la pantalla EPG.
- Antena de TDT: Recibe la señal de la emisión en la cual viaja la información de los eventos que se desean mostrar al usuario.
- Televisión: Permite visualizar la información o servicios requeridos y escuchar la síntesis de voz. Dispone de un tamaño de al menos 32'' para la correcta visualización de las interfaces.
- Síntesis de Voz (TTS): Conjunto de clases, embebidas en el STB, que permiten locutar la información presentada en los distintos servicios. Convierte el texto en voz sintética cumpliendo características de voz natural e inteligible y síntesis del habla automática con texto arbitrario.

## 2.3 Funcionalidad

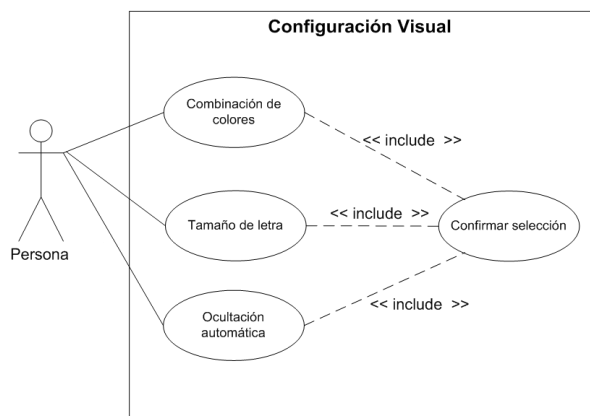
En este apartado se describen las principales operaciones del sistema mediante diagramas UML de Casos de uso y de Secuencia. El actor que interactúa con el sistema es la persona que se dispone a ver la televisión e interactúa a través del mando a distancia del STB. La solución está diseñada para personas con discapacidad visual, si bien sus características de usabilidad y accesibilidad la hacen apta para personas poco familiarizadas con interfaces complejas, personas mayores, o simplemente para quien desee acceder a la TDT a través de una interfaz fácil de utilizar. En el diagrama de casos de uso, mostrado en la figura 4, se detalla su relación con la funcionalidad del sistema:



**Fig. 4. Diagrama principal de casos de uso**

- Configuración de interfaz: Facilita que la persona pueda adaptar a sus necesidades la configuración tanto auditiva como visual de presentación de datos a través de un menú.
- Acceso a servicios: Presentación visualmente accesible y locutada con síntesis de voz de información de la programación: canal actual sintonizado, contenidos retransmitidos y programados, descripción, duración, etc.

Los casos de uso correspondientes a la Configuración de la interfaz, visual y auditiva son:

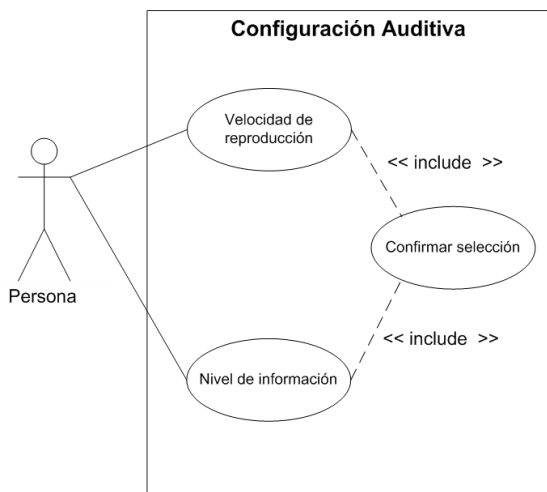


**Fig. 5. Casos de uso de la configuración visual**

- **Combinación de colores:** funcionalidad que permite seleccionar la combinación de colores entre el texto y fondo, con un nivel de contraste apropiado.
- **Tamaño de letra:** posibilidad de personalizar según las necesidades de cada persona, el tamaño de los textos de la interfaz gráfica.
- **Ocultación automática:** establece si las pantallas del menú de configuración y las que ofrecen la información de la programación, han de cerrarse pasados unos segundos.

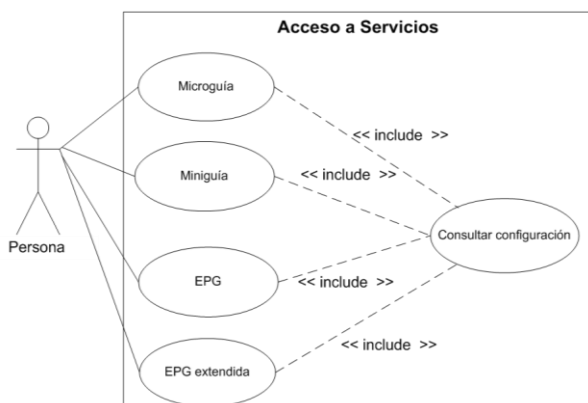
Los casos de uso para la configuración auditiva, según muestra la figura 6 son:

- **Velocidad de reproducción:** establece los parámetros de configuración de la síntesis de voz.
- **Nivel de información:** permite configurar la cantidad de información a locutar pudiendo elegir si se quiere escuchar toda la información que aparece en pantalla, únicamente la más relevante, o bien, desactivar la locución.



**Fig. 6: Casos de uso de configuración auditiva**

Por último se muestra el diagrama de casos de uso en el que se desglosa el general: Acceso a servicios.

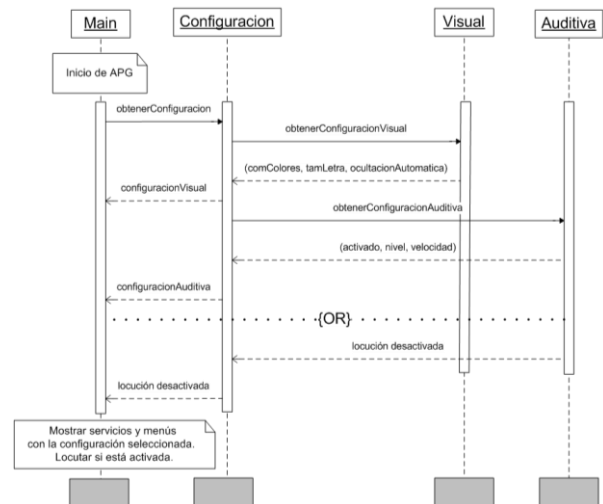


**Fig. 7: Casos de uso del acceso a servicios**

El detalle de la funcionalidad de cada caso de uso se describe a continuación. El usuario, al cambiar de canal con el mando a distancia obtiene la Microguía, con información de canal y evento, y esta función ha de silenciar los contenidos de la televisión mientras se estén locutando los contenidos recibidos. Asimismo, el usuario puede acceder pulsando un solo botón a la guía electrónica de programación para ver y escuchar la oferta existente sin cambiar el canal actual.

- **Microguía:** se accede a ella a través de la pantalla de la televisión, bien pulsando un botón o al cambiar de canal. Se oculta automáticamente pasados unos segundos. Esta pantalla permite ver y/o escuchar de forma accesible, el canal que está sintonizado y el evento que se está visualizando.
- **Miniguía:** se puede llegar a ella de dos formas, bien para ampliar información del evento que se está visualizando en la microguía, o bien para ampliar información del evento seleccionado en la EPG extendida. Ofrece información detallada del evento en emisión así como de los futuros.
- **EPG:** esta pantalla se muestra cuando queremos visualizar la lista de canales disponibles, bien desde la microguía o desde la pantalla de la televisión. Permite sintonizar el canal seleccionado de la lista.
- **EPG extendida:** se trata una lista con todos los eventos del canal seleccionado en la EPG.

El diagrama de secuencias del sistema siguiente describe la obtención de la configuración accesible:



**Fig. 8: Intercambio de mensajes para funciones de configuración**

La primera acción de inicio del sistema comprueba la configuración previa de una sesión anterior y la aplica. La configuración auditiva puede estar o no activada, la miniguía se presenta siempre. Las secuencias de acciones que conforman esta acción son totalmente transparentes para el usuario.

### 3. Diseño del sistema

El desarrollo de este sistema se ha basado prioritariamente en diversas tecnologías de libre distribución que se detallan y justifican a continuación. Estas tecnologías han impuesto requisitos de uso para su interacción, debido a sus características software .

#### 3.1. Tecnología empleada

La síntesis de voz necesaria de ha integrado mediante un sistema Text To Speech (TTS), capaz de convertir texto en habla a través de una voz artificial, realizando la reproducción artificial de la lengua natural sin ser procesada a partir de expresiones pregrabadas, sino generada en directo. La herramienta elegida ha sido Festival Lite (FLITE), desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon de Pittsburgh (Pensilvania), por ser 100% libre y ofrecer una gran variedad de configuraciones disponibles, entre ellas, lenguaje y velocidad. Sus características de sistema de síntesis de formantes permiten dotar de habla al STB y resulta idóneo, tanto para personas con discapacidad visual (inteligible a altas velocidades) como para ser incorporado a un STB donde los recursos son limitados ya que son herramientas computacionalmente ligeras.

El proceso de TTS local requiere un STB con disco duro (PVR), gran velocidad de proceso y middleware Linux abierto compatible con Flite. Por este motivo se seleccionó el STB Dreambox DM 800 HD por ser estable, presente el mercado y con interfaz de usuario configurable mediante la aplicación:



Fig. 10: Dreambox DM 800 HD PVR

#### 3.2. Síntesis de voz

La solución detallada en este trabajo exige que la síntesis de voz se realice en el propio STB para facilitar el acceso a la información a personas con limitación visual. La síntesis basada en formantes, ofrece mayor inteligibilidad a altas velocidades, necesidad primordial para las personas con discapacidad visual. Se establecen varias opciones de configuración de la síntesis de voz para que el usuario la adapte a sus necesidades:

- Velocidad de reproducción: se ofrecen 3 posibilidades, normal, rápido y muy rápido.

- Nivel de información: establece la cantidad de información que se desea recibir por TTS.
  - Nivel normal: se locutan todos los componentes de la pantalla.
  - Nivel resumido: sólo será locutada la información más relevante.
  - Sin reproducción de audio: síntesis de voz desactivada.

#### 3.3. Interacción con la Interfaz de Usuario

Las normas de accesibilidad la interfaz de usuario gráfica exigen que sea configurable, lo cual es un requisito clave para las expectativas del colectivo de personas con discapacidad visual. Se han tenido en cuenta las diversas limitaciones funcionales que presentan las personas con deficiencia en la percepción del color, pérdida de sensibilidad de contraste y pérdida de la percepción de profundidad eligiendo así diferentes combinaciones de colores, de forma que no contengan colores rojo, verde o azul, y ofrezcan un fuerte contraste.

- Fondo negro y texto amarillo: combinación de colores elegida por personas con visión reducida, ya que ofrece un fuerte contraste.
- Fondo blanco y texto negro.
- Fondo negro y texto blanco.

Otra funcionalidad imprescindible es poder configurar el tamaño del texto. Se ofrecen 5 tamaños de texto distintos con diferencia notable entre ellos: muy pequeña, pequeña, mediana, grande y muy grande. Junto con las combinaciones de colores se dota al sistema de 15 posibles configuraciones. Por último la configuración visual ofrece la posibilidad de activar la ocultación automática de ventanas

El modelo de navegación, perceptible y eficiente, es un punto crítico para la usabilidad y accesibilidad del sistema. El diseño propuesto se ha basado en el análisis de diferentes mandos a distancia presentes en el mercado comparando la diversidad de teclas y su ubicación. Este proceso de análisis de diversos mandos comerciales muestra que cada fabricante distribuye los botones de forma diferente, si bien se observa un patrón que se repite: las flechas de navegación central y el botón de confirmación, OK:

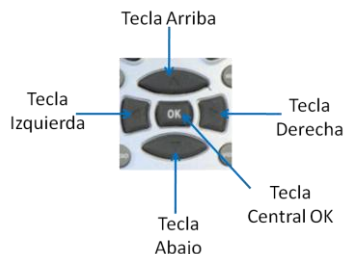
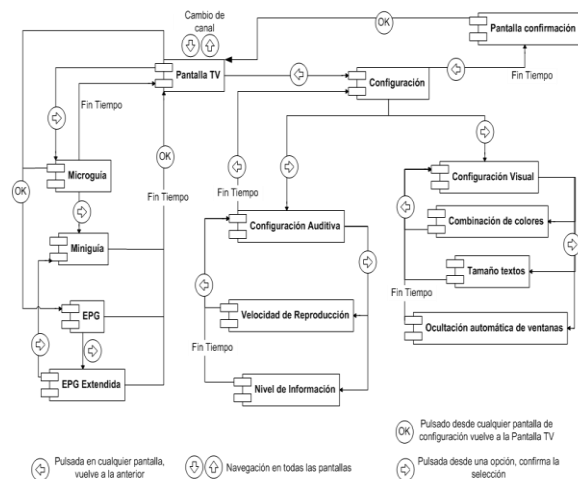


Fig. 11: Teclas usadas del mando a distancia

Por este motivo, se seleccionaron las teclas de navegación como elemento común entre los fabricantes de mandos a distancia cuya forma característica las hace fáciles de localizar al tacto para interactuar con el sistema usando exclusivamente estas 5 teclas. El diseño de la navegación ha tratado de ser coherente, de forma que, las teclas conserven la misma funcionalidad en las distintas partes de la aplicación, además de que su uso sea eficiente e intuitivo. Se ha establecido una funcionalidad distinta a cada tecla:

- Función de las teclas en acceso a servicios:
  - OK: Acceso a EPG y selección del canal en la misma. Ocultación de pantallas.
  - Tecla derecha: Ampliar información del evento seleccionado.
  - Tecla izquierda: Volver a la pantalla anterior.
  - Teclas arriba y abajo: Cambiar de canal en microguía y navegar por las diferentes pantallas.
- Función de las teclas en el menú de configuración:
  - Tecla central (OK): Ocultar pantallas de los menús.
  - Tecla derecha: ampliación de opciones de configuración y confirmación de la selección.
  - Tecla izquierda: acceso al menú de configuración desde la pantalla de televisión y volver a la pantalla anterior dentro del menú.
  - Teclas arriba/abajo: navegación por menús.

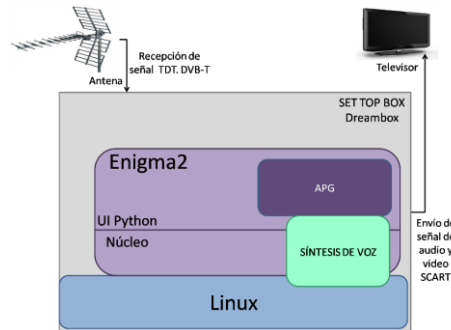
El diagrama de navegación se presenta en el siguiente diagrama UML de componentes. El acceso a las funcionalidades principales de Microguía, EPG, cambio de canal y configuración se producen a través de una sola pulsación del usuario reservándose un segundo nivel para la selección específica de opciones en cada una de estas funcionalidades (Miniguía, EPG extendida y opciones auditivas o visuales).



**Fig. 12: Diagrama de navegación**

### 3.4. Arquitectura del sistema

En la figura que se muestra a continuación se presenta la arquitectura final del sistema desarrollado y en particular la arquitectura interna de la Dreambox.



**Fig. 13: Arquitectura del sistema**

Tal como se comentó anteriormente la Dreambox tiene Linux como sistema operativo. Sobre éste está Enigma2 que posee un núcleo C y la interfaz de usuario implementada en Python.

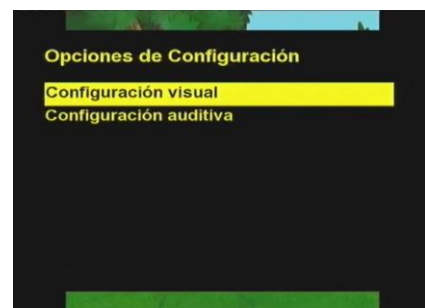
El sistema desarrollado usa la parte Python de Enigma2 para implementar la solución accesible, accediendo desde allí a la síntesis de voz, que se ejecuta, a través de funciones del núcleo llamadas desde la parte Python, directamente en Linux.

### 4. Resultados de implementación

En este apartado se muestra, mediante capturas de la interfaz gráfica resultante, los resultados de implementación del sistema.

#### 4.1. Desarrollo de la configuración

En primer lugar se muestra la pantalla principal del menú. Como se puede observar, la interacción requerida con el mando del STB es muy usable puesto que con los botones de flecha arriba y abajo es suficiente para elegir la opción de configuración deseada y después pulsar flecha derecha para avanzar.

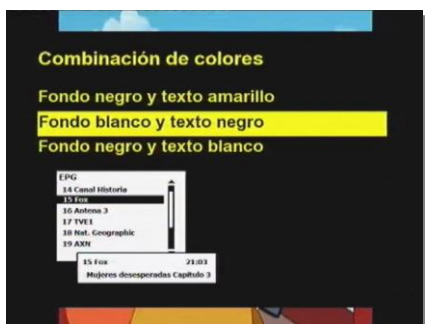


**Fig. 14: Pantalla del menú de configuración**

En la figura que se muestra a continuación, se muestra la pantalla con las diferentes opciones de configuración visual y posteriormente la elección de combinación de colores:



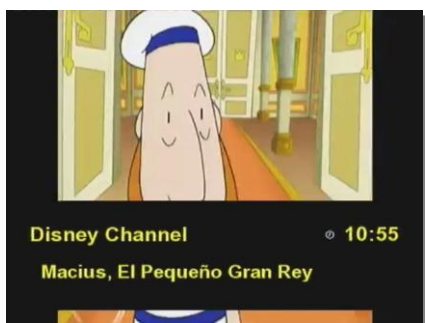
**Fig. 15: Pantalla de la configuración visual**



**Fig. 16: Elección de la combinación de colores**

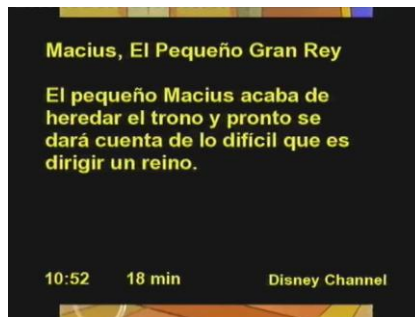
#### 4.2. Facilidades de acceso a servicios

El resultado obtenido tras la implementación de microguía se muestra a continuación. La locución asociada indica al usuario el canal y contenido que está recibiendo y la hora de inicio:



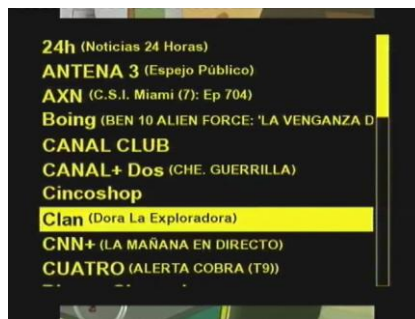
**Fig. 17: Microguía**

A continuación se muestra la implementación en pantalla que muestra y locuta la miniguía a través de la cual se amplía la información del evento mostrado en la microguía con solo pulsar la tecla de navegación derecha.



**Fig. 17: Miniguía**

Por último se muestra en la figura 18 la implementación de la EPG, a la que se accede pulsando el botón OK, y que es locutada en directo cada vez que el usuario selecciona un canal con las teclas arriba y abajo del mando:



**Fig. 18: EPG**

### 5. Validación y evaluación

El proceso de validación ha sido realizado en el Hogar Digital Accesible de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, situada en el Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid. Para ello, fue necesario conectar mediante Euroconector la televisión estándar existente a la Dreambox y ésta a la toma de antena de la casa.

Se realizaron diferentes baterías de pruebas para validar el sistema:

- Navegación por los servicios con las distintas combinaciones de configuración visual y auditiva.
- Acceso al menú de configuración y navegar por las distintas pantallas con todas las posibles configuraciones.
- Cambio de parámetros de configuración visual y/o auditiva y aceptar los cambios.
- Cambio de parámetros de configuración visual y/o auditiva y no aceptar los cambios.

El sistema abierto de TDT accesible para personas con deficiencia visual se encuentra instalado para su uso de forma estable en el Hogar Digital Accesible.



El protocolo de evaluación ha sido diseñado a través de dos modelos de evaluación distintos en los que participaron diferentes tipos de usuarios.

### 5.1. Videntes sin deficiencia visual

Se han realizado pruebas con personas videntes que nunca habían utilizado el sistema. El procedimiento fue realizado por 10 voluntarios con edades comprendidas entre los 24 y los 35 años, de los cuales 6 eran mujeres y 4 hombres. Los pasos efectuados fueron:

1. Privación del sentido de la vista mediante un antifaz.
2. Explicación de funcionalidades de las teclas de navegación.
3. Acceso al mando de la Dreambox.
4. Navegación no guiada por las pantallas microguía, miniguía, EPG y EPG extendida.
5. Acceso al menú de configuración y realizar algún cambio.

Una vez concluidas las pruebas se observó que prácticamente la totalidad de los voluntarios se encontraban ante las mismas dificultades, pero que en general la experiencia fue positiva debido al fácil manejo del sistema.

### 5.2. Videntes con deficiencia visual

El procedimiento descrito en el apartado anterior se realizó por una persona con alto grado de miopía (7.5 dioptrías en el ojo izquierdo y 8.5 en el derecho). La experiencia se llevó a cabo sin la utilización del antifaz y resultó satisfactoria, ya que experimentó con las diferentes configuraciones visuales para intentar leer lo que aparecía en pantalla a una distancia de 2 metros de una televisión de 32 pulgadas. Finalmente concluyó que la configuración que mejor se adaptaba a sus necesidades era la de fondo negro y texto amarillo con letra muy grande. Con dicha interfaz seguía teniendo dificultades para leer la información en pantalla por lo que valoró muy positivamente la realimentación de la misma mediante la síntesis de voz.

### 5.3. Validación con invidentes

Para esta fase de la validación se contó con la colaboración de Enrique Varela [7] (Ex - director de tecnología accesible e I+D de la Fundación Once y presidente de la Fundación de Tecnología Social), dado que su valoración del sistema resultaba especialmente interesante al aportar tanto su punto de vista de usuario como persona experta en la materia y exigente en cuanto a temas de accesibilidad en la tecnología.

En este caso el proceso de validación se inició con una entrevista previa al uso del sistema para saber qué expectativas le producía y una posterior para conocer su valoración tras la experiencia obtenida. Previo a la experiencia de usuario, Enrique Valera comentó que un sistema como éste es muy necesario, ya que en la actualidad no existe nada, o nada realmente satisfactorio, puntualizó, que informe de lo que está sucediendo a nivel gráfico por pantalla. Actualmente, apuntaba Enrique, una persona ciega lo único que puede hacer es cambiar de canal (previa sintonización por otra persona) y controlar el volumen, por ello todo avance en este sentido es bienvenido. Como usuario sufre la inexistencia de un producto como el que nos ocupa y como experto considera que la existencia de algo que les permita acceder a todos los servicios de TDT es un derecho. Las funcionalidades que esperaba de APG fueron las siguientes:

- Conocer qué programa se está emitiendo cuando cambia de canal.
- Poder sintonizar los canales por sí mismo.
- Acceder a la guía de programación para conocer la hora y las emisiones, etc.
- Interactuar con la televisión en la medida en la que vaya siendo interactiva.
- En resumen, poder acceder a la televisión como cualquier otra persona.

El procedimiento a seguir fue el siguiente: tras la conversación previa en la que se recopilaron las expectativas generadas, se le facilitó el mando a distancia y tras una breve explicación de en qué consistía el sistema y cómo se utilizaba se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las teclas elegidas para la navegación son las más apropiadas, ya que son las más fáciles de reconocer mediante el tacto y todos los mandos las tienen.
- Las opciones de configuración son adecuadas y suficientes para lo que la televisión ofrece.
- Valoración positiva de la accesibilidad y usabilidad.
- Es un sistema que puede ser utilizado fácilmente por personas poco familiarizadas con la tecnología gracias a las teclas escogidas para la navegación.
- Tras la experiencia de usuario concluye que el sistema abierto de TDT accesible cumple las expectativas generadas a priori.

Enrique Valera destaca que la principal virtud del sistema es: *“Él en sí mismo, ya que hace accesible una cosa que no lo es”*. Lo recomendaría y utilizaría en su vida cotidiana, ya que lo considera mejor y más usable que otros sistemas implementados recientemente, por supuesto, siempre que se encuentre a un precio competitivo.

## 6. Conclusiones

La Televisión Digital Terrestre ofrece numerosas posibilidades y nuevos servicios, pero también representa una gran barrera de accesibilidad para las personas que sufren ceguera o deficiencias visuales. El principal motivo se encuentra en la escasa o nula accesibilidad de la interfaces gráficas que ofrecen la mayoría de los decodificadores TDT, ya que son complicadas de usar y no atienden a las recomendaciones del diseño para todos.

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación se ha llegado a la conclusión principal de que es factible el acceso a un sistema como éste para ofrecer una solución al derecho legítimo de la personas con discapacidad visual y, en general, al colectivo de personas con diversidad funcional demandante de soluciones al alcance de todos.

El sistema resultante es interoperable e integrable debido a su diseño modular y al uso de tecnologías de libre distribución lo que le hace también ser un sistema asequible en cuanto al ámbito económico se refiere siempre que las economías del mercado de STB lo faciliten. Es importante destacar también el bajo coste humano, ya que gracias a su alto grado de usabilidad la curva de aprendizaje es mucho más eficiente que otros sistemas similares que existen en la actualidad.

En cuanto al hardware utilizado, Dreambox ofrece numerosas posibilidades para la I+D en el área de la TDT gracias a que sus características técnicas que lo convierten, además de un descodificador TDT, en un “ordenador de salón”. Sin embargo, su penetración comercial no es todavía todo lo competitiva que se requiere para una economía de escala.

Respecto al uso de Flite como motor de síntesis te voz de libre distribución, el resultado ha sido satisfactorio, ya que ha sido fácilmente integrable en un hardware limitado como es un STB y cumple con las expectativas esperadas.

En definitiva en el presente trabajo se describe una solución accesible y usable no sólo para personas con discapacidad visual, si no que puede ser utilizado por personas mayores o poco familiarizadas con la tecnología, ya que ofrece una alternativa a las interfaces complejas que presentan la mayoría de las soluciones de televisión presentes en el mercado.

## Agradecimientos

Los autores queremos agradecer a los voluntarios participantes, en particular a Enrique Varela, de la FTS, por su interés en el desarrollo y evaluación del sistema descrito en este artículo; y al proyecto APG (Guía accesible para personas con discapacidad visual), financiado por el Plan Avanza I+D 2008 (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).

## 7. Referencias

- [1] Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España. Ley 56/2007, de 28 de diciembre, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información. BOE núm. 312 de 29/12/2007, pp. 53701 a 53719.
- [2] Instituto Nacional de Estadística, “Viviendas que disponen de Televisión Digital Terrestre por tamaño del hogar, hábitat, ingresos mensuales netos del hogar y forma de recepción de la señal de TDT”, Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en los hogares 2010.
- [3] Instituto Nacional de Estadística, “Población con discapacidad o limitación según tipo de deficiencia de origen por edad y sexo”, Encuesta de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia 2008 (EDAD 2008).
- [4] World Wide Web Consortium, “Web Content Accessibility Guidelines 2.0”, Recomendación W3C, 11/12/2008, <http://www.w3.org/TR/WCAG20>
- [5] World Wide Web Consortium, “Implementation Plan for Web Accessibility”, Web Accessibility Initiative, consultado en marzo de 2011, <http://www.w3.org/WAI/impl/Overview>
- [6] ONCE, “Investigación, Desarrollo y Tecnología: Claves en la mejora de la calidad de vida de ciegos y deficientes visuales”. Dossier de Prensa, 2010.
- [7] Ministerio de educación, política social y deporte, Gobierno de España, “Observatorio tecnológico: reconocimiento y síntesis de voz”. <http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=689>. Consultado en septiembre de 2010.
- [8] Todo Dream. <http://www.tododream.com/>. Consultado en septiembre de 2010.
- [9] Web Oficial Fundación Tecnología Social (FTS) <http://fts.org.es/web/guest>. Consultada en septiembre de 2010.