

ESQUEMA PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE LA SEÑAL DTV UTILIZANDO LA PLATAFORMA RASPBERRY PI

Marla Gabriela Hernández Arteaga¹, Irina Siles Siles², Roberto Morffi Ramos³, Reinier Millo Sanchez⁴, Héctor Cruz Enríquez⁵

^{1,2,4,5} Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní Km 5 ½.

¹e-mail: marla.gabicho@nauta.cu, ²e-mail: irinass@uclv.edu.cu, ³e-mail: rmorffi@nauta.cu ⁴e-mail: rmillo@uclv.edu.cu, ⁵e-mail: hcruz@uclv.edu.cu

RESUMEN

Las oportunidades que brinda la televisión digital han captado la atención tanto de proveedores como de televidentes pues abre el camino a servicios que la televisión analógica tradicional no podía ofrecer al permitir al usuario convertirse en una parte más activa del mundo de la televisión. Luego de varios años del proceso de despliegue de la televisión digital en el contexto nacional no se cuenta aún con STB (Set Top Box) autóctono y se constata que las bondades que ofrece están sin aprovecharse a plenitud. Debido a esta situación en la presente investigación se diseñan esquemas que utilicen la Raspberry Pi como plataforma base de STB para alcanzar un mayor nivel de interactividad en la señal televisiva. Para ello se confecciona una estructura de datos basada en casos de estudio de interés para empresas proveedoras de servicios para la comunicación entre la Raspberry Pi como cliente STB y el proveedor de servicios interactivos. Las pruebas realizadas demuestran que la Raspberry Pi es una opción válida como plataforma de hardware base del STB cubano que puede soportar como canal de retorno las tecnologías que brinda la empresa ETECSA para la informatización de la sociedad.

PALABRAS CLAVES: Raspberry Pi, STB, canal de retorno.

SCHEME TO INCREASE THE INTERACTIVE LEVEL OF THE DTV SIGNAL USING THE RASPBERRY PI PLATFORM

ABSTRACT

The opportunities offered by digital television have captured the attention of both providers and viewers as it opens the way to services that traditional analogue television could not offer by allowing the user to become a more active part of the world of television. After several years of the process of deployment of digital television in the national context there is still no STB (Set Top Box) native and it is found that the benefits offered are not fully exploited. Due to this situation in the present investigation, schemes are designed that use the Raspberry Pi as the base platform of STB to reach a higher level of interactivity in the television signal. To this end, a data structure is prepared based on case studies of interest to companies that provide services for communication between the Raspberry Pi as a STB client and the interactive services provider. The tests carried out show that the Raspberry Pi is a valid option as a base hardware platform of the Cuban STB that can support as a return channel the technologies provided by the company ETECSA for the computerization of society.

KEY WORDS: Raspberry Pi, STB, return channel.

1. INTRODUCCIÓN

La DTV (del inglés, *Digital Television*) con respecto a la televisión tradicional, permite una mejora en la calidad de la recepción al ser muy robusta a las interferencias y ampliar la oferta disponible tanto en número de canales como en versatilidad del sistema: emisión con sonido multicanal, múltiples señales de audio, teletexto, EPG (del inglés, *Electronic Program Guide*), canales de radio y servicios interactivos. La DTV proporciona servicios de multimedia interactivos, lo cual convierte a los usuarios en actores de la televisión.

Debido a obsolescencia tecnológica y escasas de los elementos del sistema analógico en el mercado internacional comenzó a desplegarse la transmisión de la DTT (del inglés, *Digital Terrestrial Television*) desde el año 2013 en Cuba; empleando la norma china GB 20600- 2006 o DTMB (del inglés, *Digital Terrestrial Multimedia Broadcast*) [1] donde es actualmente un requisito indispensable para la población contar con STB (del inglés, *Set Top Box*) o con un televisor híbrido para poder disfrutar de la señal digital. Actualmente la mayoría de los STB comercializados en la red de tiendas recaudadoras de divisas del país son provenientes de China; los cuales solo brindan bajas prestaciones

ESQUEMA PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE LA SEÑAL DTV UTILIZANDO LA PLATAFORMA RASPBERRY PI

sin acceso de insertarles nuevos servicios para aumentar su nivel de interactividad. Para mejorar esta situación y siguiendo las pautas de lograr la informatización de la sociedad que se ha propuesto el estado cubano en esta investigación se pretende diseñar esquemas que utilicen una Raspberry Pi como plataforma base de STB para incrementar el nivel de interactividad de la señal DTV utilizando el despliegue de las comunicaciones por parte de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) para la conexión a Internet.

La televisión cubana, en la etapa de simultaneidad que se encuentra actualmente, no cuenta aún con una retroalimentación del televidente; por tanto, existe una inminente necesidad de un canal de retorno para permitir la comunicación entre el receptor de TV con el operador de servicio para mejorar los servicios interactivos. En correspondencia, en esta investigación se diseñaron un conjunto de casos de estudios que combinan tanto aplicaciones que recaudan información de la señal recibida por el STB como servicios que conforman una estructura elaborada para la retroalimentación de información donde el usuario pueda interactuar para autoprogramar su consumo; basados en el modelo de flujo cliente-servidor donde se considera al STB como cliente y un centro de procesamiento de datos en el Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT) como servidor.

2. PUNTO DE PARTIDA PARA EL DESPLIEGUE DE LA TRANSMISIÓN DE DTT INTERACTIVA REMOTA

Es sabido que los primeros pasos de interactividad en el contexto nacional deben estar encausados en “perfeccionar” la señal existente y no sucumbir en cambios de gran magnitud que implicarían cuestiones más serias como el reanálisis de estándares de interactividad o un middleware más complejo; y por tanto, un importante encarecimiento del proceso de transición no viable de acuerdo a la situación actual del país. La anterior aseveración, conlleva a pensar en tratar de regenerar cuestiones técnico-social-industrial al recaudar información de los usuarios con el fin de incrementar y perfeccionar los servicios ofrecidos por parte de los proveedores; entiéndase estos como análisis de calidad e intensidad de la señal para determinar la cobertura, constatar los programas con más aceptación entre la población e incorporar aplicaciones tanto para garantizar la participación en votaciones como para la auto elección del consumo televisivo por parte del usuario.

En función de comenzar a dar estos primeros pasos este trabajo toma como antecedente o punto de partida el proyecto que se desarrolla en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV) [2] enfocado en elaborar una propuesta de basado en la plataforma de hardware Raspberry Pi para la sintonización y recepción de la señal de DTV (plataforma de hardware base de STB), según la norma [1] utilizada en Cuba. Debido que luego del estudio de las opciones válidas o prometedoras (costo/beneficio a mediano y largo plazo) de las plataformas abiertas con hardware multipropósito, la Raspberry Pi resultó una excelente opción.

Raspberry Pi

Dada su gran popularidad y el cúmulo de información disponible de forma gratuita se escogió la Raspberry Pi como plataforma de hardware para este estudio. Raspberry Pi, como se observa en la Figura 1, es una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito con posibilidades de diversas opciones de conexión con periféricos externos a través de interfaces de entrada y salida presentes en la placa [3]. El uso de esta plataforma de hardware de propósito general permite el empleo de un software más complejo con mayores facilidades de extensión como Linux, Android, RISC OS. La Raspberry Pi se puede usar en todo tipo de configuraciones y para una variedad de propósitos según el sistema operativo que se utilice y las configuraciones empleadas como se puede observar en [4-12].

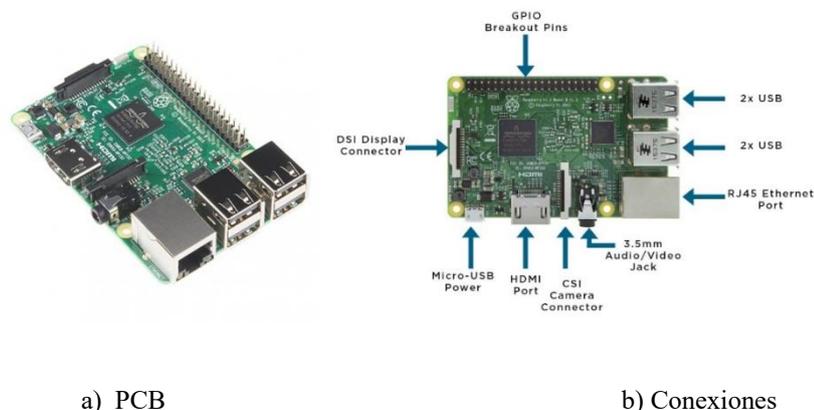


Figura 1: Plataforma Raspberry Pi.

Viabilidad de la transmisión DTT interactiva en el contexto nacional

En la televisión terrestre moderna, la interactividad necesita una conexión adicional del televisor o decodificador de televisión a una red de telecomunicaciones; como se menciona anteriormente, la existencia de un canal de retorno es vital para poder incrementar el nivel de interactividad de la señal de DTV. Este canal de retorno puede ser implementado mediante varias tecnologías existentes en el mercado (cable, red telefónica básica, red celular, WiFi (*Wireless Fidelity*), ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), vía satélite, IP (*Internet Protocol*); cada una de las cuales presentan características que pueden ser mejores para determinadas zonas, regiones o países si se toma en cuenta por ejemplo la infraestructura desplegada con anterioridad por los operadores de telecomunicaciones. En el momento tecnológico que vive Cuba se consideran la tecnología WiFi, el uso de la interfaz Ethernet para la tecnología ADSL y la posibilidad de incorporar módulos complementarios de 3G para la comunicación GSM (*Global System for Mobile communications*) como los convenientes para implementar dicho canal de retorno. Esta elección está de acuerdo a las opciones que brinda con sus interfaces la Raspberry Pi, la plataforma de hardware base de esta investigación

3. DISEÑO DE LOS CASOS DE ESTUDIO

En los experimentos se describen escenarios de posible interés en el marco de los primeros pasos de la DTT interactiva en el contexto nacional que emplean las distintas opciones de canal de retorno: tecnología WiFi, ADSL o la comunicación GSM de acuerdo a las oportunidades que ofrece tanto la empresa ETECSA como el hardware de la plataforma Raspberry Pi., posibles a utilizar en la comunicación entre el STB y el proveedor de servicios interactivos. En la Figura 2 se muestra un esquema válido empleado en los casos de estudio, para ofrecer una retroalimentación interactiva desde los televidentes y con las opciones posibles de canal de retorno necesario para la transmisión de los datos que permiten brindar los nuevos servicios interactivos que se ponen en manos de los usuarios en los experimentos diseñados.

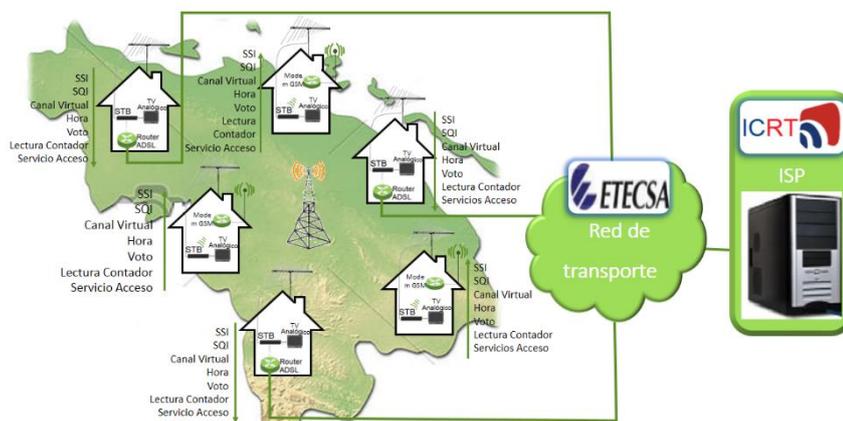


Figura 2: Arquitectura del proceso de transmisión DTT interactiva para los casos de estudio.

Caso de estudio 1: Desempeño de cobertura de la señal digital de televisión

Uno de los primeros e imprescindibles pasos en el proceso de interactividad es la comunicación entre el usuario con el proveedor de servicios, en este escenario a través de la comunicación entre la Raspberry Pi como cliente y el servidor. Específicamente en Cuba para la empresa encargada de la radiodifusión, RadioCuba, resulta necesario saber las características que posee la señal de DTV recibida por los diferentes usuarios con el fin de conocer tanto los lugares con buenas condiciones como las distintas zonas con señal digital degradada debido a que se receptiona en niveles próximos al umbral causadas por fenómenos como el multitrayecto, ensombrecimiento y obstrucción, o desvanecimiento por lluvia.

ESQUEMA PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE LA SEÑAL DTV UTILIZANDO LA PLATAFORMA RASPBERRY PI

Entonces, valdría la pena cuestionarse sobre cómo poderle enviar información relacionada con los niveles de señal recibido en cada uno de los hogares a RadioCuba; para que la empresa cumpla su objeto social brindar servicios a los consumidores en cuanto a las quejas y situaciones que se presentan desde la identificación de problemas con los bajantes, mal apuntamiento hacia las estaciones radiantes hasta situaciones relacionadas con pérdidas de potencia de señal por disímiles factores.

Una alternativa válida podría llevarse a cabo utilizando algún mecanismo que asocie a cada usuario de TV con su posición geográfica exacta sin ningún tipo de ambigüedad. Por ejemplo, entiéndase la dirección IP correspondiente a una determinada ubicación geográfica fija del receptor dentro de un dominio de subred, asignada al usuario por la empresa ETECSA tanto en el contrato de Nauta-Hogar como en la comunicación inalámbrica o un módulo GPS que puede contener el STB con el propósito de saber exactamente la localización (longitud y latitud) del lugar donde se está recibiendo la señal. Para este caso, se monitorean los niveles de intensidad (Signal Strength Indicator, SSI) y calidad de la señal (Signal Quality Indicator, SQI) (ambos parámetros en un rango entre 0-100%, el 100% representa el mejor valor), que hasta el momento son los valores más relevantes brindados por las cajas decodificadoras en propiedad de los televidentes cubanos.

El país cuenta con varias marcas de STB comercializados y dentro de estas se encuentran disímiles modelos. En ocasiones se obtiene una caracterización de la señal dada por el propio STB (señal débil, moderada o intensa) para hacer más factible la comprensión de los valores por el espectador; mientras en otras se obtienen solo valores matemáticos (los cuales son más relevantes en el momento de la retroalimentación) pero que la gran mayoría de los usuarios no comprende o no sabe interpretar.

Entonces, como se ve en la Figura 2, para cumplir con los requisitos de este primer caso se necesita enviar dos valores entre 0-100 para la intensidad y calidad de señal televisiva recibida en cada STB, representados en el cuarto y quinto campo de la estructura a enviar. Además, se deben transmitir 10 caracteres en el tercer campo de la estructura para identificar el modelo del STB (después del estudio se obtuvo que los modelos comercializados de STB en Cuba se definen con 10 caracteres como máximo); pues relativo al modelo va a ser la cuantificación de los parámetros de la señal recibida de acuerdo a los resultados arrojados por las pruebas realizadas con distintas marcas y modelos de STB. Como se mencionó anteriormente se necesita saber la localización geográfica exacta del receptor, para ello se reservan doce dígitos en el sexto campo de la estructura a enviar representando la dirección IP.

Caso de estudio 2: Análisis de audiencia de los canales

Las audiencias televisivas se han convertido en una herramienta esencial para los distintos sectores implicados en el negocio televisivo, uno de los más importantes tanto económico como social; porque permiten conocer las preferencias de los espectadores, y por tanto adecuar los contenidos a los gustos de dichos espectadores. Esta información constituye la fuente de datos principal para obtener los consumos televisivos y permitir conocer la audiencia de los diferentes canales. Por tanto, es de vital importancia que los datos arrojados sean fiables por lo que debe existir una continua comunicación entre los usuarios y la empresa encargada de realizar las mediciones. Al mismo tiempo, es necesario que el método utilizado para medir las audiencias permanezca totalmente transparente para los usuarios. En cuanto a la información a medir, destaca la audiencia total o rating, es decir, el número de hogares que sintonizan un evento televisivo de un determinado canal en la unidad de tiempo especificada (minuto, segundo u otra).

Una necesidad que surge, a la hora de realizar una cuantificación del consumo de aplicaciones interactivas y servicios, es la precisión temporal; tanto a la hora de medir dicho consumo como a la hora de tomar la decisión de si se debe realizar medición o no, dado que el tiempo de visualización no ha sido suficiente como para ser considerado consumo (casos de “zapeo” entre servicios). Esto no es un problema pues las tablas de señalización temporal de la señal digital ofrecen dicha información con una precisión de segundos, de modo que la medición también tendría precisión de segundos (inferior a la precisión de minutos exigida en televisión analógica) [13].

En el caso de Cuba la medición de la audiencia a un programa supone un reto pues en ocasiones la programación mostrada en la EPG no se corresponde con la programación televisada realmente en los horarios establecidos. La Figura 3 prueba este error, donde en la EPG que se muestra en la Figura 3a) presenta que se transmite en desde las 8:30 La Gran Escena, pero con la situación que provocaron las intensas lluvias de la tormenta subtropical Alberto el Noticiero Estelar tiene duración de una hora (hasta las 9:00pm) y se suspende el programa establecido para las 8:30 pasando a la novela directamente cuando se acaba el noticiero. En ocasiones sí se mantiene íntegra la programación, pero se atrasa treinta minutos a todos los programas después del noticiero. Pero esta situación no es atípica, no se da solamente en eventos climáticos, sino se observa constantemente que en la EPG el Canal Educativo 3 durante la transmisión de teleSUR donde no especifican los programas ni su hora de presentación [ver Figura 3b)] y el Canal Infantil/Habana solo muestran desde horas de la mañana la programación para después de las 4:00pm [ver Figura 3c)]

Este obstáculo es imprescindible resolverlo para que las estadísticas obtenidas sean confiables. Entonces es prioritaria que el servidor sí tenga el conocimiento del programa real que se está transmitiendo sin lugar a errores. Otra de las circunstancias que hacen engorrosa esta medición es que un programa puede ser transmitido por diferentes canales en el mismo o en diferente horario por ende se necesita que el servidor tenga la capacidad de cuantificar la audiencia de un determinado programa tomando en consideración todos los espacios en que es transmitido.



a)

b)

c)

Figura 3: Canales de DTV en Cuba.

Los valores a transmitir, como consecuencia para este caso son tres números correspondientes con el canal virtual que está sintonizado y seis números (hh:mm:ss) pertenecientes a la hora en que ocurre la muestra para que el servidor pueda correlacionar el programa; ubicados en el octavo y el séptimo campo de la estructura a enviar respectivamente. En la arquitectura presentada en la Figura 2 también se refiere a este caso con el fin de poder cuantificar las preferencias de los televidentes en cuanto a los contenidos emitidos.

Caso de estudio 3: Participación de los televidentes en los servicios interactivos propuestos por determinados programas

Los servicios interactivos, como su nombre lo indica, permiten al usuario interactuar con el contenido del programa de televisión. Entre los ejemplos de servicios interactivos para el usuario se pueden mencionar visualizar las estadísticas, que el usuario quiera ver, de los jugadores en un evento deportivo, participar en concursos y votaciones de televisión o escoger el idioma del subtítulo o audio de una película entre todos los disponibles. El modo de participar para seleccionar la opción deseada es mediante el mando a distancia pulsando un botón determinado para esa aplicación. Este proceso es conveniente que sea lo más sencillo posible, para de esta forma causar las mínimas molestias y, por tanto, la mayor participación. Para esta opción es necesario que todos los usuarios de las audiencias tengan acceso a las aplicaciones interactiva de igual forma como una manera de garantizar su fiabilidad sea tanto para una votación, transferencias comerciales como para servicios de alertas tempranas.

En el caso de Cuba sería atrayente utilizarlo para la votación de la popularidad en programas como Lucas, Sonando en Cuba y Bailando en Cuba, que gozan de gran audiencia. Además, podría ser vía de poner en práctica servicios de VoD de un modo teledirigido, una oportunidad que brinda DTV, al poner en manos de los televidentes los temas propuestos a tratar de un programa como Vale la Pena del profesor Calviño y que determinen él de su mayor interés a abordar. Igualmente se puede aprovechar dando la posibilidad al usuario de elegir desde su control remoto la hora de proyección de las distintas películas a presentar en un determinado canal. Como puede ser en el Canal Multivisión o en el Canal Prueba HD2 que ofrecen el domingo, todo el día, películas en su programación; entiéndase que para este caso de modo previo el proveedor de servicios tendría que ofrecer una lista para su elección en el rating y que, por supuesto no sería de unidifusión, sino que por mayoreo se escogería una propuesta a transmitir.

Se debe tener en cuenta para esta situación, como en el caso anterior, que al calcular los valores en la votación referente a un programa se requiere sumar los votos de todos los espacios donde es transmitido dicho programa para obtener y garantizar las estadísticas globales. En consecuencia, para transmitir la opción escogida por el televidente; en el caso específico de programas para votar por la popularidad como Lucas, Sonando en Cuba y Bailando en Cuba, se necesitan dos cifras que identifiquen la pareja o el videoclip de preferencia.

A pesar que en estos momentos se utiliza una aplicación desarrollada por la empresa DESOFT con servicio de SMS, la población debe contar con un dispositivo que utilice el servicio de telefonía móvil de ETECSA y pagar si quiere votar; lo que implica que no todos los televidentes tienen acceso a esta vía por los altos costos de dichos dispositivos y el pago para contratar el servicio de ETECSA. Sin embargo, la alternativa abordada en esta investigación, expuesta en la Figura 2, permite contar con mayor audiencia pues se capta mayor atención de los receptores para votar debido a que puede ejercer su criterio justamente por donde disfrutaban de la emisión televisiva durante o inmediatamente después la propia transmisión del programa.

ESQUEMA PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE LA SEÑAL DTV UTILIZANDO LA PLATAFORMA RASPBERRY PI

En fin, para este caso se ha reservado el noveno campo de la estructura de datos, el cual contiene los dos dígitos a enviar correspondientes al número de una pareja, un video clip o el proveedor de servicios lo puede utilizar para que los televidentes den respuesta a encuestas lanzadas por el canal de radiodifusión.

Caso de Estudio 4: Transacciones fuera del ambiente controlado por el *broadcaster*

La interactividad es una herramienta que sin dudas puede atraer interés al sector comercial, conectar con sectores específicos de las audiencias y ofrecer actividades comerciales particularizadas. Esto permite fomentar y motivar la inclusión de nuevos actores al mercado y la penetración de la televisión digital en los hogares con servicios comerciales. Coherentemente con esta intención es interesante para la Empresa de Energía Eléctrica (UNE, Unión Nacional de Electricidad) una aplicación donde el usuario pueda enviar la lectura de su contador.

Esta propuesta podría hacer más raudo y eficaz los servicios que brindan los trabajadores de dicha empresa, como es el cobro a domicilio de la cuota consumida. Esto se debe a que en muchos hogares todos sus integrantes trabajan, estudian o realizan actividades conllevando a no encontrarse en la casa hasta horarios nocturnos; lo que interpone un obstáculo al trabajador de la UNE para acceder a leer o cobrar el contador. En este contexto la aplicación propuesta es una alternativa para resolver este problema y se convierte en una fuente para alentar a la industria en la producción de instrumentos y servicios digitales a través de aplicaciones interactivas. Entonces para este caso el STB debe enviar cinco dígitos correspondientes a la lectura del contador en el último campo de la estructura de datos. También, el proveedor de servicios precisa conocer a que contador pertenece dicha lectura que se puede solucionar con una herramienta GPS para definir la localización geográfica exacta o enviando la identificación del contador. Específicamente en este proyecto se va a transmitir, en el penúltimo campo de la estructura de datos la identificación, de dicho contador con otros seis dígitos. La arquitectura propuesta para ello se muestra en la Figura 2.

Caso de Estudio 5: Servicios de acceso relevantes para la radiodifusión televisiva

Según estudio de [14] existen más de mil millones de personas en la Tierra que sufren discapacidades físicas o mentales. Más o menos graves que dificultan su acceso a los servicios de telecomunicaciones; del mismo muchos adultos tienen problemas de salud que dificultan o imposibilitan el acceso y el uso de programas de radiodifusión. Naturalmente, con la edad, un número creciente de personas tiene problemas de audición y / o visión, así como también reducciones en la movilidad que pueden dificultar el control de los aparatos, dígame por ejemplo operando el control remoto del televisor. En el contexto nacional para el año 2020, el 50% de la población cubana tendrá más de 50 años.

Las organizaciones internacionales han estado actuando durante muchos años para poner a disposición servicios de acceso adicionales y medios técnicos que alivian o permiten, para las personas con discapacidad, para las personas mayores, pero también para las minorías, el acceso a los servicios de televisión. En muchos países, los organismos de radiodifusión están obligados (o se obligan a sí mismos) a ofrecer servicios de acceso específicos para personas con discapacidad, es decir, personas con discapacidad, incluidas las personas mayores, para permitir (o al menos mejorar) su acceso a los servicios de radiodifusión por aire y en línea. Como órgano de las Naciones Unidas, la UIT está naturalmente vinculada por la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (UNCRPD). La UIT emitió una serie de Resoluciones pertinentes: Resolución 70 [15] de la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, Resolución 58 [16] de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones y la Resolución 175 de la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT [17]. Este último se titula "Accesibilidad de las telecomunicaciones / tecnologías de la información y la comunicación para las personas con discapacidad, incluidas las discapacidades relacionadas con la edad", y ordena a los tres Sectores de la UIT "que tengan en cuenta las necesidades de las personas con discapacidad en la labor de la UIT". La UIT coopera con otras organizaciones en el desarrollo de normas para personas con discapacidad, que tienen necesidades especiales para el consumo / uso de medios electrónicos. Ejemplo de ello es la publicación conjunta con G3ict "Making Television Accessible" [18] y más general está el llamado Informe Rosa "La Oportunidad de las TIC para un Marco de Desarrollo Incluido en Discapacidad" al desarrollo del cual la UIT contribuyó como miembro de la Comisión de Banda Ancha. En su documento de posición más reciente, los Nuevos Medios Europeos La Iniciativa NEM54 ha compilado una extensa lista de aspectos sociales y de políticas para los servicios de acceso a medios audiovisuales (con una visión específica de Europa) [19].

Tomando en consideración estas ideas, el informe de [20] y haciendo eco de ellas en el contexto nacional para este caso de estudio estarían enfocados en la petición o la solicitud de los siguientes servicios de acceso:

- Subtítulos para personas con problemas de audición (así como para minorías).
- Audiodescripción para personas con discapacidad visual.
- Audio limpio (inteligibilidad mejorada del diálogo) para los ancianos y para las personas con agudeza auditiva reducida).
- Pistas de sonido adicionales para minorías.

- Conversión de la tasa de voz para personas adultas y mayores.
- Sistema de navegación multimedia para personas con discapacidad visual.
- Traducción automática a lenguaje de señas con animación CG (computadora-gráfica).
- Balance de sonido de fondo de transmisión para oyentes ancianos (mejora de la inteligibilidad ajustando el volumen de sonidos de fondo [ruido y / o música] a un nivel apropiado).
- Servicio de transmisión de idiomas de fácil lectura y soporte de conversión de idiomas en la comprensión de textos complejos.

Para una correcta organización en la estructura a confeccionar se reserva el campo diez a continuación del campo Votar para la asignación de dichos servicios de acceso con un total de dos dígitos, válidos entre uno y nueve correspondiente al servicio que solicite el usuario utilizando el esquema de transmisión mostrado en la Figura 2. En este caso se estaría dando un enfoque bidireccional pues se estaría solicitando servicios de accesos por parte de los usuarios al servidor y luego de algún modo el servidor de contenido de modo transparente para los usuarios tendría que enviar la información por difusión.

Estructura a enviar al centro de procesamiento de datos

En resumen, el decodificador debe recoger la información del usuario para enviarla hacia el servidor por el canal de retorno, a través del router que está conectado a un puerto del STB. La información a enviar desde el STB al centro de procesamiento de dichos datos debe estar estructurada y contener los campos que se muestran en la Figura 4, los cuales responden a los servicios interactivos que se quieren brindar.

Flags	Fuente Señal	Modelo STB	SSI	SQI	IP	Hora	Canal Virtual	Votar	Servicios Acceso	ID Contador	Lectura Contador
11	1	10	3	3	12	6	3	2	2	6	5

Figura 4: Estructura que debe enviarse desde el STB hacia el servidor.

Además, en esta estructura es necesario conocer si el STB visualiza DTV o si la señal procede de un dispositivo externo como una memoria flash. En caso de que no esté viendo DTV los restantes elementos se descartarían porque estos son para medir el comportamiento de los usuarios con la señal de televisión digital. Esto está definido por un dígito: que toma valor 1 cuando está sintonizada DTV y valor 0 cuando se visualiza un dispositivo externo. Por otra parte también, se protege la información al agregar un campo corrector de errores (chequeo de suma) pero se propone para estudios futuros el desarrollo e incorporación en la estructura de dicho campo porque este solo sería útil cuando el STB cuente con la API para extraer sus datos. Pero como una “opción” de proteger de los datos, se decide enviar hacia el servidor caracteres que corroboren los campos específicos con información real y útil (campo Flags).

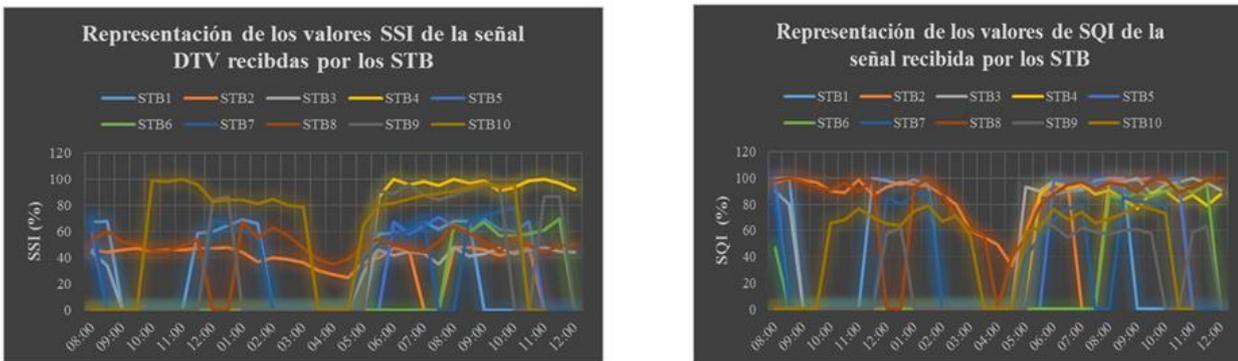
Comunicación entre el STB y el proveedor de servicios interactivos (ISP)

Como resultado de los casos de estudio y para demostrar que es viable en el contexto nacional la interactividad con canal de retorno en la DTT se elabora una aplicación (programada en el lenguaje de programación Python3, por poseer gran adaptabilidad, sencillez y extendido uso) para la comunicación entre el cliente STB y el servidor a través del envío de la estructura de datos construida. Para la emulación de STB, como se menciona se utiliza la Raspberry Pi; específicamente para implementar el canal de retorno ADSL se emplea la Raspberry Pi 2 modelo B y para el canal de retorno WiFi, la Raspberry Pi 3 modelo B. Estas plataformas tienen instalado el sistema operativo Raspbian que es una distribución de Linux. El programa está escrito de forma sencilla y consta de dos ficheros: uno para la Raspberry Pi como cliente STB y otro para el servidor de servicios interactivos (ISP) como servidor. En esta investigación se permitió instalar el código correspondiente al servidor en el Data Center de la UCLV, para utilizarlo como un ejemplo de ISP, ubicado en el edificio de la Facultad de Matemática, Física y Computación.

En la aplicación el programa en el cliente envía los datos de las características de la señal recibida, la preferencia de los usuarios, entre otras estadísticas, al servidor. Mientras que, el programa en el servidor permanece pasivo escuchando hasta que llegue información proveniente del usuario de DTV; cuando se recibe la información se guarda de forma organizada en la base de datos, con el fin de que estos puedan ser utilizados posteriormente.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES DISEÑADAS

Para validar las propuestas de canal de retorno respondiendo a los casos de estudio con el envío de la estructura de datos mediante el programa cliente-servidor creado se procesan los valores de la señal recibida por 10 STBs situados en distintos lugares de la ciudad de Santa Clara para emular el comportamiento de los receptores en la retroalimentación mediante el canal de retorno. Estas pruebas se realizaron remotamente, permitiendo obtener el rendimiento del sistema en un ambiente real. Durante la ejecución de las pruebas se emplearon equipos con los siguientes roles: la Raspberry Pi para emular el comportamiento del STB como cliente generador de información en un extremo de la transmisión, un router para encaminar los datos por el canal de retorno y en el otro extremo de la transmisión el servidor con una base de datos. Para la validación de los resultados, la información fue emulada durante el período de tiempo es de las 8:00am hasta las 12:00am del día para cuantificar los obtenidos se confeccionaron varias tablas que muestran el comportamiento tanto de la señal DTV como del televidente en la selección de los canales. Donde en la Figura 5a) y Figura 5b) expresa los resultados obtenidos del comportamiento de la señal recibida por los 10 STBs examinados en cuanto a la SSI y SQI respectivamente de acuerdo a los momentos donde el televidente está visualizando la DTV. En el Figura 6 representa el comportamiento del usuario en cuanto a la visualización de la señal donde demuestra que el momento donde tiene la mayor audiencia la DTV es de las 5:30pm a las 10:30pm por tanto puede ser la más indicada para hacer encuestas o se puede utilizar que la información transmitida tenga impacto en gran parte de la población.



a) SSI

b) SQI

Figura 5: Representación de los parámetros de la señal DTV recibida por los STBs examinados.

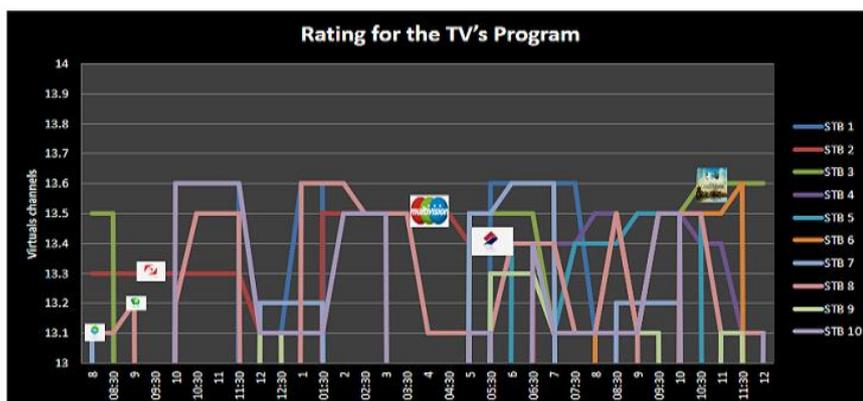
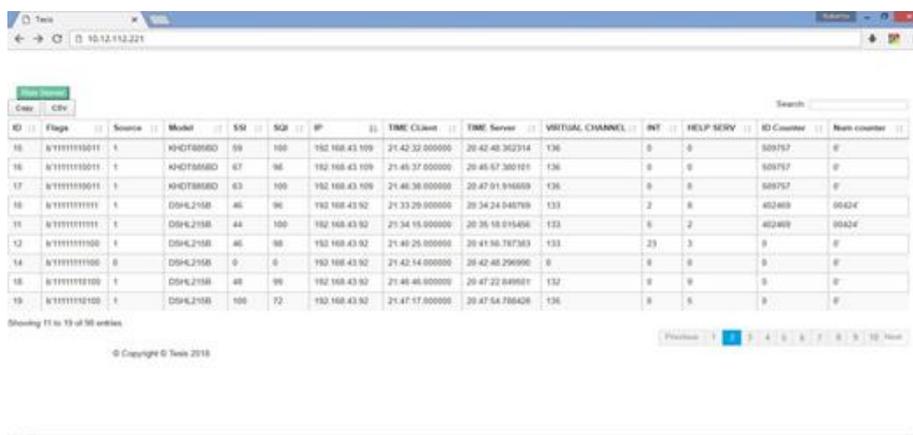


Figura 6: Teleaudiencia de los STBs examinados de acuerdo con el período de tiempo examinados.

La Figura 7 revela una sección de la tabla DataDTV que se obtuvo en la base de datos creada en el server_dtm como resultado en la emulación de las respuestas de los STBs. en estas pruebas, se estableció la transmisión periódica cada un minuto que se considera proporcionada y demuestra que es posible en un ambiente real la retroalimentación reiterada, donde se deberá modificar a treinta minutos.



ID	Flags	Service	Model	SSI	SQP	SP	TIME Client	TIME Server	VIRTUAL CHANNEL	INT	HELP SERV	ID Counter	Num counter
16	S/1111110011	1	XHDTM880	59	100	192 168 43 109	21 42 32 000000	20 42 40 302314	136	0	0	509757	0
16	S/1111110011	1	XHDTM880	67	96	192 168 43 109	21 46 37 000000	20 45 47 300100	136	0	0	509757	0
17	S/1111110011	1	XHDTM880	63	100	192 168 43 109	21 46 38 000000	20 47 01 946889	136	0	0	509757	0
16	S/1111110011	1	DSH2158	46	96	192 168 43 92	21 33 29 000000	20 34 24 048769	133	2	0	402469	00424
16	S/1111110011	1	DSH2158	44	100	192 168 43 92	21 34 15 000000	20 35 10 015406	133	6	2	402469	00424
12	S/1111110000	1	DSH2158	46	96	192 168 43 92	21 40 25 000000	20 41 58 787363	133	23	3	0	0
14	S/1111110000	0	DSH2158	0	0	192 168 43 92	21 42 14 000000	20 42 40 290990	0	0	0	0	0
16	S/1111110000	1	DSH2158	48	96	192 168 43 92	21 40 46 000000	20 47 22 046007	132	0	0	0	0
19	S/1111110100	1	DSH2158	100	72	192 168 43 92	21 47 17 000000	20 47 54 706426	136	0	0	0	0

Figura 7: Tabla DataDTV resultado de la comunicación entre la Raspberry Pi y el servidor.

5. CONCLUSIONES

Como resultado de la presente investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

El estudio bibliográfico llevado a cabo constató que el tema tratado resulta de interés y constante evolución a nivel mundial; para el caso del contexto nacional tras el análisis de la situación actual se podría considerar como un aporte y una alternativa prometedora para la mejora de la señal interactiva. Se confeccionó una estructura de datos siempre basada en casos de estudio que resultaron de interés de un modo concreto y eficiente a la hora de la determinación de los campos que la componen. Esta estructura se puede modificar en función de otras necesidades identificadas por los proveedores de servicio o nuevos servicios interactivos a ofrecer.

El programa cliente-servidor elaborado demuestra a través de los experimentos diseñados que es una aplicación factible a recurrir en el momento que se decida aumentar el nivel de interactividad y que el ISP necesite retroalimentarse con cualquier tipo de información proveniente de los usuarios. La Raspberry Pi es una opción válida como plataforma de hardware base del STB cubano con soporte de canal de retorno para dotar de un mayor nivel interactividad a la señal de televisión digital.

En el marco de la informatización de la sociedad las tecnologías que brinda la empresa ETECSA en Cuba resultaron viables su empleo como canal de retorno, ya sea tanto la tecnología GSM, WiFi, ADSL así como red PSTN. Para los días de hoy resulta muy factible el tratar de implementar tecnologías soberanas que estén acorde a las necesidades y las tendencias IBB que resulten tentativas económicamente.

Por lo que se puede concluir que la creación de un computador del hogar que permita visualizar la DTV es una alternativa realizable a través de la Raspberry Pi, utilizando una de las tecnologías que brinda ETECSA para la conexión a Internet. Esta solución permite aprovechar las oportunidades que brinda la DTV y no se han comenzado a explotar en Cuba brinda la DTV; mediante la retroalimentación usando el programa cliente-servidor elaborado.

REFERENCIAS

- [1] S. A. o. t. P. s. R. o. China, "Chinese National Standard GB 20600—2006. Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Television Terrestrial Broadcasting System (DTMB)," ed, 2007.
- [2] C. M.-P. Reinier Millo-Sánchez, Irina Siles-Siles, Carlos García-González, Waldo Paz-Rodríguez, "Propuesta de SET-TOP BOX cubano empleando alternativas de software libre " presented at the Foro Internacional de Televisión Digital, Habana, Cuba, 2015.
- [3] I. ada, *Introducing the Raspberry Pi 2 - Model B*: Adafruit Industries, 2015.
- [4] O. Barajas. (2017) Top-6 de proyectos creados en 2016 con Raspberry Pi 3. *ElectronicosOnline.com Magazine*. Available: <https://www.electronicosonline.com/categoria/industria-y-negocios/>
- [5] C. Cawley. (2017, 15-03). 4 Best Raspberry Pi Smart TV Projects We've Seen So Far. Available: <https://www.makeuseof.com/tag/raspberry-pi-smart-tv-projects/>

- [6] J. J. Cheah Wai Zhao, Son Chee Loon, "Exploring IOT Application Using Raspberry Pi," International Journal of Computer Networks and Applications, vol. 2, 2015.
- [7] W. Maaz. (2017). How to build your own Smart TV box with a Raspberry Pi and Kodi.
- [8] B. Nuttall. (2017, 15 marzo). 5 projects for Raspberry Pi at home
- [9] R. P. Proyects. (2015). Child Safety: How to sandbox your children's web traffic cheaply using a Raspberry Pi. Available: <http://projects-raspberry.com/wp-content/uploads/2015/08/Child-Safety-How-to-sandbox-your-childrens-web-traffic-cheaply-using-a-Raspberry-Pi.html>
- [10] B. Sonnino. (2017) Internet de las cosas: trabajar con Raspberry Pi y Windows 10. Microsoft. Developer Network Available: <https://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/mt808503.aspx>
- [11] R. Velasco. (2017, 22 abril). Manual para configurar Raspberry Pi como router WiFi. Available: <https://www.redeszone.net/raspberry-pi/manual-para-configurar-raspberry-pi-como-un-router-wi-fi/>
- [12] Y. H. S. Yosvany Hervis Santana. (2015) HERRAMIENTA DE MONITOREO DE SEÑALES DTMB BASADA EN LA PLATAFORMA RASPBERRY PI. Revista Telem@tica. 1-8.
- [13] M. Á. G. G. Carlos Cano Inés, Ignacio Pedraza Villarrubia, "Estudio de una solución para la medición de audiencias en la Televisión Digital Terrestre (TDT)," Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 2006.
- [14] W. H. Organization, "World report on disability-World Health Organization," 2011.
- [15] Resolución 70 2008.
- [16] "Resolución 58," presented at the Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones, Hyderabad, 2010.
- [17] "Resolución 175," presented at the Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT, Guadalajara, 2010.
- [18] P. O. Looms, "'Making Television Accessible'," ITU Telecommunication Development Bureau and G3ict, Geneva 2011.
- [19] . "NEM Position Paper on Access Policy Suggestions – Opening doors to Universal Access to the Media," 2016.
- [20] I. T. Union, " Informe UIT-R BT.2207: Accesibilidad a los servicios de radiodifusión para personas con discapacidad."

SOBRE LOS AUTORES

Marla Gabriela Hernández Arteaga graduada de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica en el 2018 en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Irina Siles Siles, graduada de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica en el 2007 en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, perteneciente al claustro de profesores del Departamento de Telecomunicaciones, profesor asistente del colectivo de Radiocomunicaciones, Máster en Telemática (UCLV, 2016). Sus intereses de investigación se centran en: codificación de fuente y canal, asignación dinámica del espectro, televisión digital, nueva generación de redes de comunicaciones.

Roberto Morffi Ramos, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, graduado en el 2015 de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villa (UCLV). Sus intereses de investigación se centran en electrónica aplicada.

Reinier Millo Sánchez , graduado en Ciencias de la Computación en el 2008 en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, perteneciente al claustro de profesores del Ciencias de la computación, profesor asistente del colectivo de SO , Máster en Telemática (UCLV, 2017). Sus intereses de investigación se centran en: computación aplicada, Machine Learning.

Héctor Cruz Enríquez, graduado de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica en el 1999 en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, perteneciente al claustro de profesores del Departamento de Telecomunicaciones, profesor titular del colectivo de Sistemas de Telecomunicaciones, Máster en Telemática (UCLV, 2001), Doctor en Ciencias Técnicas(UCLV, 2007),. Sus intereses de investigación se centran en: centros de datos y redes de Telecomunicaciones.