



XVII SIMPOSIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA (SIE-2017)

Representación de los parámetros Intensidad y Calidad de señal en la propuesta de STB

Representation of Intensity and Quality parameters of signal in the proposal of STB

Msc. Reinier Millo Sánchez, Leonardo Flores Hernández, Msc. Irina Siles Siles

- 1- Reinier Millo Sánchez. UCLV Marta Abreu, Cuba. email: rmillo@uclv.cu
- 2-Leonardo Flores Hernández. UCLV Marta Abreu, Cuba. email: fhernandez@uclv.cu
- 3- Irina Siles Siles. UCLV Marta Abreu, Cuba. email: irinass@uclv.cu

Resumen:

Actualmente el país recibe los STB fabricados en China con un software desarrollado por los propios fabricantes, que tienen un enfoque privativo. Esto limita la adaptación de dicho software a las características nacionales y la solución de problemas que se presentan durante la implantación por lo que es necesario un desarrollo enfocado en pos de lograr una determinada independencia tecnológica. En el presente trabajo se contribuye a la representación de los parámetros intensidad y calidad en la propuesta de nuevo hardware para STB desarrollado en Cuba, utilizando el código del kernel de Linux. Se realiza una revisión bibliográfica técnico-especializada para la construcción del marco teórico de referencia general de la pesquisa y la delimitación y caracterización del TS de la señal DTMB transmitida en Cuba, así como la selección de las herramientas (softwares y librerías) necesarias para realizar las pruebas del código del kernel de linux que brinde la información de intensidad y calidad de señal para confirmar la eficiencia del mismo mediante el análisis de los resultados. Para las pruebas se realiza un primer análisis utilizando la Raspberry pi, un segundo análisis utilizando un tv híbrido modelo 32L14D de la marca ATEC y un tercer análisis en el que se miden los resultados de intensidad obtenidos con el equipamiento DEVISER. Obteniéndose como resultado que las





características de la propuesta de nuevo hardware para STB desarrollado en Cuba le permiten replicar las prestaciones de los equipos actualmente comercializados.

Palabras Clave: Stb, intensidad, calidad, kernel de linux

Abstract: *Currently Cuba receives STBs manufactured in China with software developed by the manufacturers themselves, which have a unique approach. This limits the adaptation of software to the national characteristics and the solution of problems that are presented during the implantation reason why it is necessary a development focused in pursuit of a determined technological independence. In this paper we contribute to the representation of the parameters intensity and quality in the proposed new hardware for STB developed in Cuba, using the Linux kernel code. A technical-specialized bibliographic review is carried out for the construction of the theoretical framework of general reference of the research and the delimitation and characterization of the TS of the transmitted DTMB signal in Cuba, as well as the selection of the tools (softwares and libraries) necessary to carry out The tests of the linux kernel code that provides the information of intensity and quality of signal to confirm the efficiency of the same by the analysis of the results. For the tests a first analysis is made using the Raspberry pi, a second analysis is using a hybrid TV model 32L14D of ATEC and a third analysis in which the intensity results obtained with the DEVISER equipment are measured. As a result, the characteristics of the proposed new hardware for STB developed in Cuba allow it to replicate the performance of the equipment currently commercialized.*

Keywords: Stb, intensidad, calidad, kernel de linux

1. Introducción

El Servicio de Radiodifusión de Televisión Digital en Cuba sigue perfeccionándose con el paso del tiempo y encaminado a un apagón analógico exitoso. Una gran parte del territorio nacional se encuentra cubierta por esta señal digital y con avances que se han alcanzado desde su comienzo en el año 2013. Con tal pretensión, existe la necesidad vertiginosa de realizar estudios acerca de las tecnologías asociadas a la Televisión Digital Terrestre (TDT) y aumentar el nivel de conocimiento respecto a la misma, con el fin de explotar las posibilidades técnicas, económicas, prácticas y de mercado de este medio de comunicación. Como parte de la asimilación de la tecnología asociada a la adopción por





Cuba del estándar DTMB los receptores de televisión digital (TVD) deben suministrar la información del nivel de señal y de calidad visible en pantalla de forma amigable y útil a los efectos del ajuste de la antena y del margen de señal disponible como establece la legislación en Cuba, mediante su Resolución No. 430/2014 del Ministerio de Comunicaciones (MINCOM), en cuanto a las especificaciones técnicas y de operación mínimas que tienen que cumplimentar las cajas decodificadoras empleadas para la recepción de la televisión digital. Por lo que en el presente trabajo se contribuye a la representación de los parámetros intensidad y calidad en la propuesta de nuevo hardware para STB desarrollado en Cuba, utilizando el código del kernel de Linux.

2. Metodología

Para cumplir los objetivos trazados en la presente investigación se ha creado un esquema de trabajo que parte de la adquisición de los conocimientos globales necesarios de la TDT y el estándar DTMB. A posteriori se estudia y analiza el campo TPS de la trama TS a partir del estudio de la recomendación ISO/IEC 13818-1 y la trama DTMB para inferir a partir de un código la lectura e interpretación de los parámetros intensidad y calidad para el STB.

Una de las principales limitantes actuales que tiene la televisión digital en Cuba, es que los dispositivos de hardware y el software que los controla son desarrollados por proveedores chinos, los cuales no brindan información ninguna que permita reutilizar estos componentes. Debido a esto, para la realización de la propuesta de STB que se presenta en este trabajo, se decidió recurrir a una plataforma de hardware de la cual se tiene conocimiento y componentes para la recepción de la señal digital que, aunque no se tiene la información técnica, se dispone de controladores de dispositivos que emplean estos componentes.

La arquitectura del hardware de un set-top box puede ser dividido en tres etapas

- Etapa inicial (Front End): interfaces de sintonización de las señales.
- Etapa intermedia: interfaces de transporte de control de sistemas.
- Etapa final: decodificadores de audio y video y la etapa de salida de las señales para la TV.

Partiendo de que la etapa inicial del hardware de un STB se encarga de sintonizar, demodulador y corregir errores, los parámetros con los que se trabaja en el código de esta investigación estarán enfocados en la obtención de los valores del sintonizador



MaxLinear MXL603 y el demodulador AltoBeam ATBM8869. Para la captura de la señal digital se hace uso del adaptador USB o dongle PadTV PT390 (contiene los elementos antes señalados) del estudio implementado por (Millo, 2016). En la Figura 1 se muestran los componentes que conforman este dispositivo

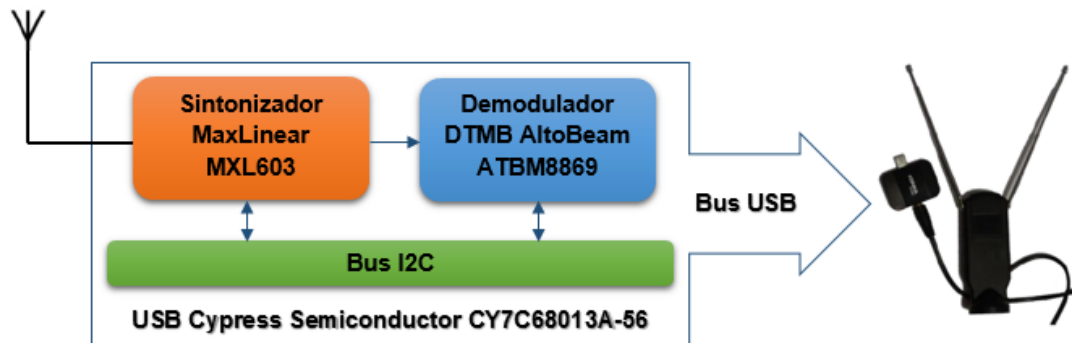


Figura 1: Componentes internos del PadTV P390 (Fuente: Millo, 2016).

Según (Chinese National Standard, 2006) la información del sistema incluye el modo de modulación, tasa de LDPC y modo de entrelazado de tiempo, entre otros; elementos todos necesarios además para la planeación de la metodología a utilizar en el código final desarrollado y la obtención por ende de los parámetros SSI y SQI. Nótese que la obtención y representación de dichos parámetros, siempre formará parte del chequeo de estado tanto básico como avanzado.

LACETEL, para estandarizar los niveles de señal de cada fabricante y de acuerdo al estándar ITU-R BT.2035-2 recomienda para un nivel de -53dBm un valor de intensidad de un 50% y expresar el resto de los valores en una escala lineal con pendiente de 1.5%, de manera que para valores inferiores a -86dBm (valor mínimo de sensibilidad del receptor) el nivel de porcentaje sea cero. Adicionalmente mostrar un calificativo de la señal en cuanto a “Mala”, “Moderada”, “Fuerte” y “Muy Fuerte” para los determinados niveles de la señal (ver Tabla 1).

Tabla 1: Indicadores de Recepción de la señal en receptores de TVD (Fuente: Cabrera et.al., 2015).



Rango de Niveles según UIT-R BT. 2035-2	Indicador según UIT- R BT. 2035-2	Palabra recomendada a mostrar en Interfaz de Usuario
> -15 dBm	Muy Intenso	Muy Fuerte
-15 dBm < nivel < -28 dBm	Intenso	Fuerte
-28 dBm < nivel < -53 dBm	Moderado	Moderada
< -68 dBm	Débil	Mala

La comunidad científica de software libre ha desarrollado códigos fuentes para medir estos niveles de intensidad y calidad de señal. En una versión de kernel de Linux desarrollada por Amlogic se encontró una implementación de un controlador para el Altobeam ATBM886X. Esta propuesta se ha tomado como punto de partida y se le han implementado un conjunto de adecuaciones, para la utilización en el nuevo STB desarrollado en Cuba de un demodulador de la misma familia, en este caso el AltoBeam 8869.

Esta implementación permitió escribir un módulo de kernel de Linux empleando el API DVB. Además, el código utilizado está en función de la arquitectura diseñada por (Millo, 2016) en su elaboración de un STB a partir de una propuesta de software “soberano”.

3. Resultados y discusión

Con el objetivo de medir el comportamiento de los parámetros intensidad (SSI) y calidad de señal (SQI) en la propuesta de STB se hizo uso del Laboratorio de DTV ubicado en el edificio del CEI de la UCLV. Dicho local es escogido pues todos los elementos del módulo de desarrollo estaban en dicho local. De acuerdo con las mediciones del *software* radio Mobile el local se encuentra a 9.64 km del centro Transmisor de TV Dos hermanas de la provincia de Villa Clara.

Para la cadena de recepción se empleó una arquitectura como la ilustrada en la figura 2 compuesta por una antena tipo log periódica ADM 010 para todos los canales de TVD, un cable coaxial del tipo RG6U, para la conexión de la antena al STB se utilizó un tramo de cable coaxial de 25m y con conectores F macho para cable coaxial RG6 en cada extremo, un atenuador variable modelo GKTS10-6-40-2.5-B, el dongle PadTV PT390 e indistintamente un decodificador de tv digital. Se dice indistintamente, pues para las pruebas se realiza un primer análisis utilizando la Raspberry pi, un segundo análisis



utilizando un tv híbrido modelo 32L14D de la marca ATEC y un tercer análisis en el que se miden los resultados de intensidad obtenidos con el equipamiento DEVISER .

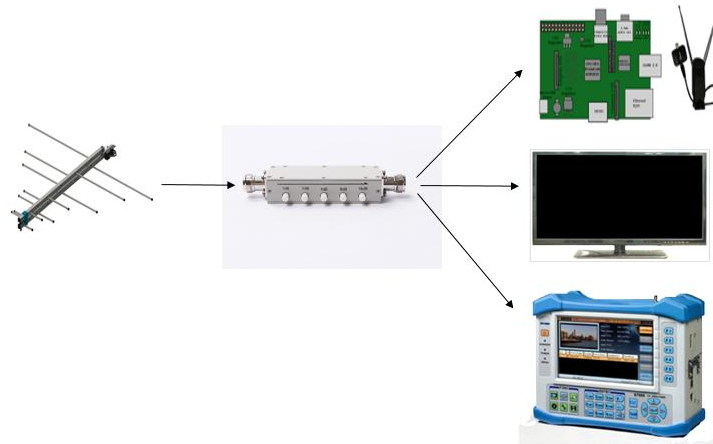


Figura 2: Diagrama del set de mediciones (Fuente: de elaboración propia).

Medición en la propuesta de STB

La interpretación de los parámetros SQI y SSI se muestra en el STB de Millo a través de una interfaz gráfica gestionada por el Kodi que muestra los parámetros representados en %. Dicha representación está en correspondencia con lo programado en las líneas de código y representan valores que fluctúan entre 0 – 100% niveles en función de la potencia recibida para el caso de la intensidad y de la relación señal a ruido y la razón de tramas con error para la calidad de señal.

Los valores mostrados de calidad e intensidad en la figura 3 a-e constituyen algunos valores representativos del conjunto de mediciones realizadas en aras de ilustrar la interfaz de trabajo. La figura 3.6 a devuelve una vista completa que muestra el demodulador Altobeam, el throughput, la frecuencia de trabajo escaneada, así como los parámetros intensidad – calidad referidos, entre otros.

Como el atenuador variable utilizado introduce atenuaciones de 1, 2, 4, 8, 10 y 16 dB a la señal digital de entrada, para diferentes combinaciones de atenuación y considerando además las pérdidas de espacio libre, de conectores, por despolarización, factores geo climáticos, etc., los resultados que a continuación se muestran ilustran las varias mediciones realizadas tanto para la frecuencia de 213 MHz (canales de definición standard) como para 581 MHz (canales de alta definición).



a) Resultado del Tvheadend



b) Para canal SD con atenuación 1dB



c) Para canal HD con atenuación 1dB



d) Para canal SD con atenuación 10dB



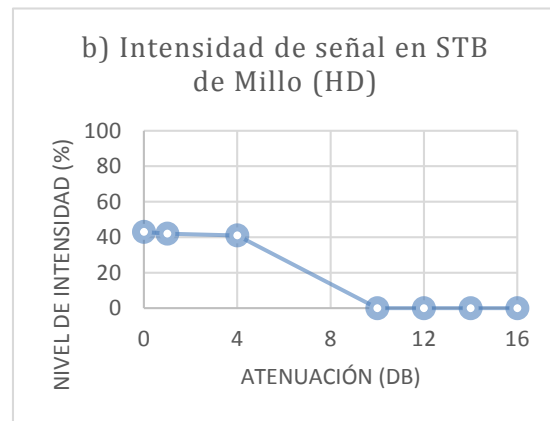
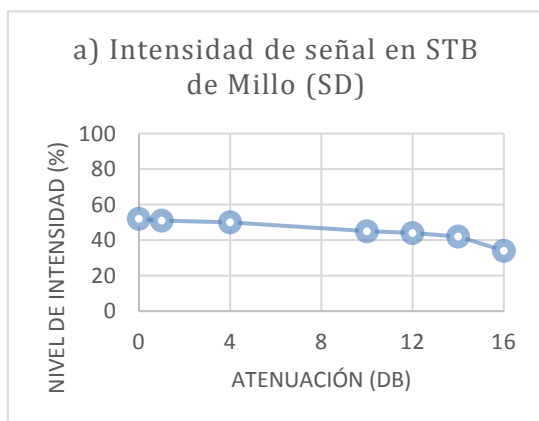
e) Para canal HD con atenuación 10dB

Figura 3: Medición en la propuesta de STB (Fuente: de elaboración propia).

Adicionalmente, se obtuvieron los gráficos de las desviaciones del comportamiento para canales HD respecto a SD pues esta gráfica tiene una tendencia a mostrar que canales de definición estándar presentan mejor comportamiento tanto para intensidad como para calidad. Para un análisis más minucioso se pudiese estimar el comportamiento “superior” de los canales SD en función de un parámetro que hemos denominado Δ_{SD-HD} . Este parámetro está definido por la ecuación 1.

$$\Delta_{SD-HD} = \frac{SD-HD}{SD}$$

Ecuación 1



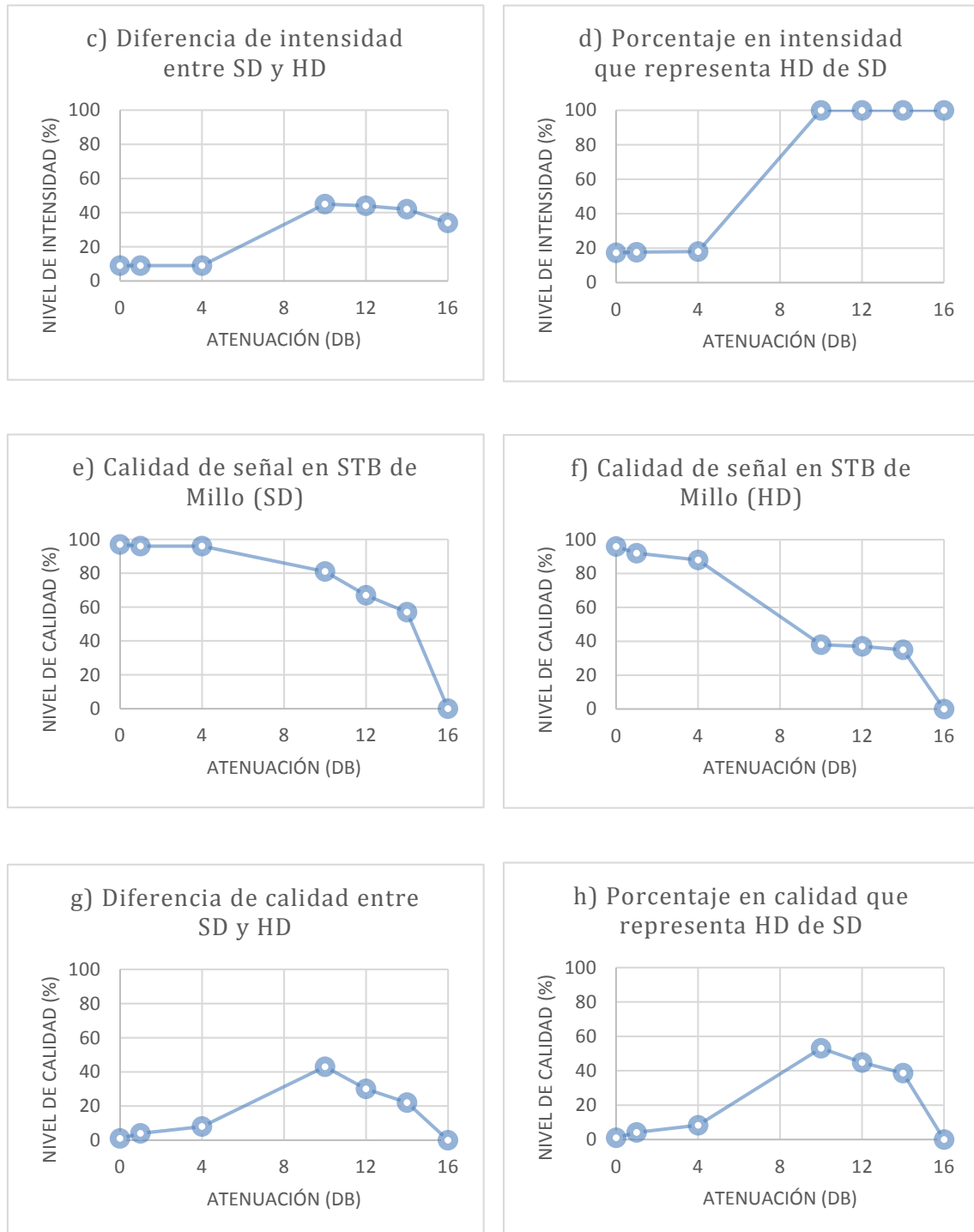


Figura 4 a-h: Mediciones en la propuesta de STB (Fuente: de elaboración propia).

Evidentemente, en todos los casos ante la influencia de atenuaciones externas en ascenso se vislumbra una degradación de la intensidad de la señal digital. Nótese que existe una degradación de ambos parámetros para HD respecto a SD.

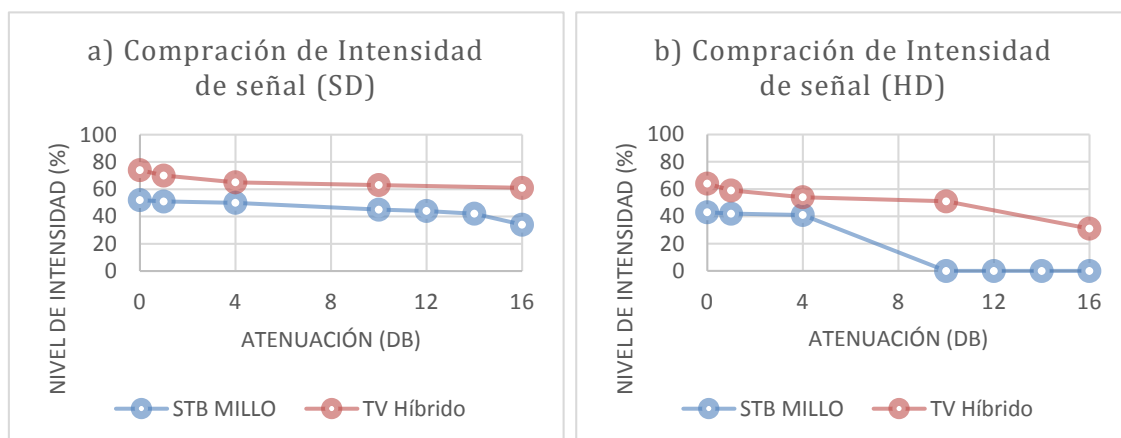
De acuerdo a lo expuesto por (LACETEL, 2016) tomando en consideración la tabla 1 y la figura 4, los valores obtenidos se ajustan del siguiente modo:

Tabla 2: Nivel cualitativo de la recepción de la señal RF por la propuesta de STB (Fuente: de elaboración propia).

Indicador según UIT-R BT.2035-2	Rango de valores de atenuación (SD)	Rango de valores de atenuación (HD)	Nivel de calidad
Intenso	< 8 dB	< 4dB	> 87%
Regular	8dB < nivel < 14dB	4dB < nivel < 8dB	87% < nivel < 50%
Débil	> 14 dB	> 8 dB	< 50%

Comparación con TV Híbrido modelo 32L14D de la marca ATEC

Con el objetivo de tener una referencia del comportamiento de los parámetros intensidad y calidad de señal en el nuevo STB respecto a los dispositivos comercializados se realizó el mismo procedimiento de medición con un televisor híbrido disponible en el local, con el fin de realizar una comparación entre ambos y tener una medida de cuanto se semejaban los resultados obtenidos en la propuesta con los del tv híbrido, obteniéndose los siguientes gráficos:



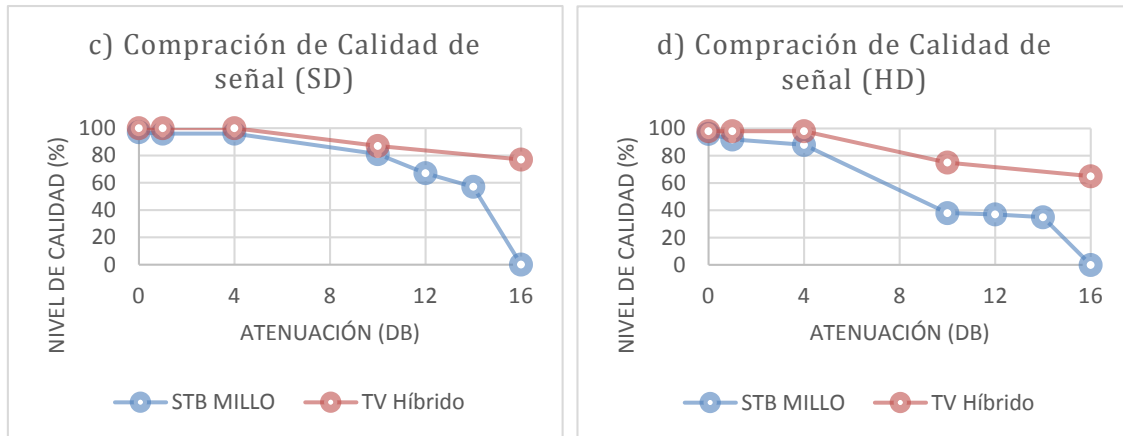


Figura 5a-d: Comparación de propuesta de STB con TV híbrido (Fuente: de elaboración propia).

De acuerdo a los resultados mostrados en la figura 5 a y b, el STB muestra un comportamiento similar en cuanto a la intensidad ante las variaciones de atenuación, pero con una diferencia respecto al TV híbrido del 15 al 22% para televisión estándar, en el caso de la alta definición las curvas se separan considerablemente a partir de atenuaciones superiores a 4dB. Si se realiza un análisis estadístico entre los comportamientos de ambos dispositivos en función del parámetro $\Delta_{\text{intensidad}}$ definido por la ecuación 2 se observa un ligero incremento de los niveles de intensidad del TV híbrido sobre el STB.

$$\Delta_{\text{intensidad}} = \frac{\text{intensidadTV}(\%) - \text{intensidadSTB}(\%)}{\text{intensidadTV}(\%)} \quad \text{Ecuación 2}$$

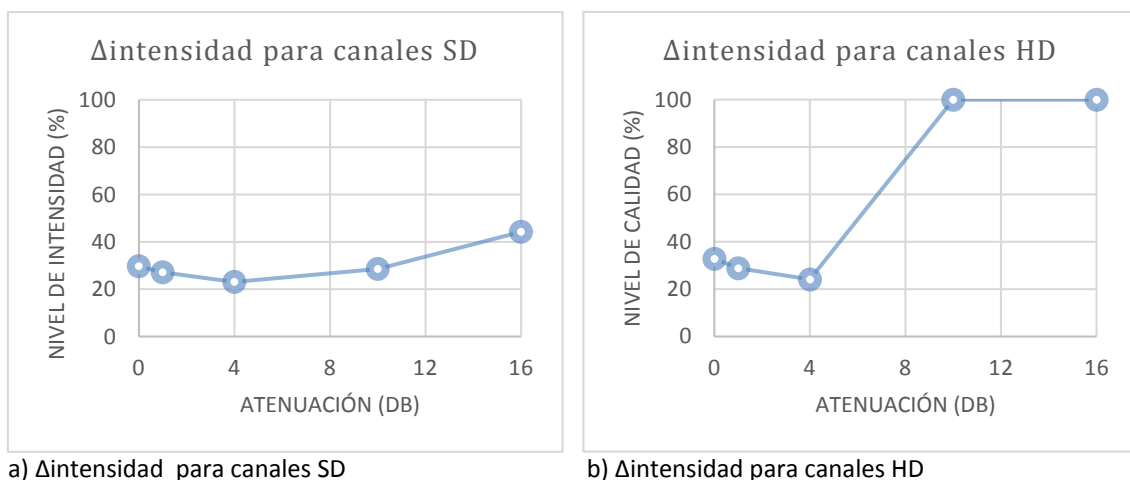


Figura 6: $\Delta_{\text{intensidad}}$ vs atenuación (Fuente: de elaboración propia).

Para la calidad de señal (ver Figura 5 c y d) el comportamiento entre ambos equipos es casi idéntico hasta un determinado nivel de atenuación, alrededor de 10dB en el caso del canal SD, y para una atenuación de 5dB para el canal HD, por lo que el STB presenta una mayor sensibilidad que provoca una caída abrupta en su comportamiento para un nivel inferior de atenuación en comparación al TV híbrido. Los resultados de la inferencia estadística en este caso están en concordancia con el parámetro Δ_{calidad} definido en la ecuación 3.

$$\Delta_{\text{calidad}} = \frac{\text{calidadTV}(\%) - \text{calidadSTB}(\%)}{\text{calidadTV}(\%)} \quad \text{Ecuación 3}$$

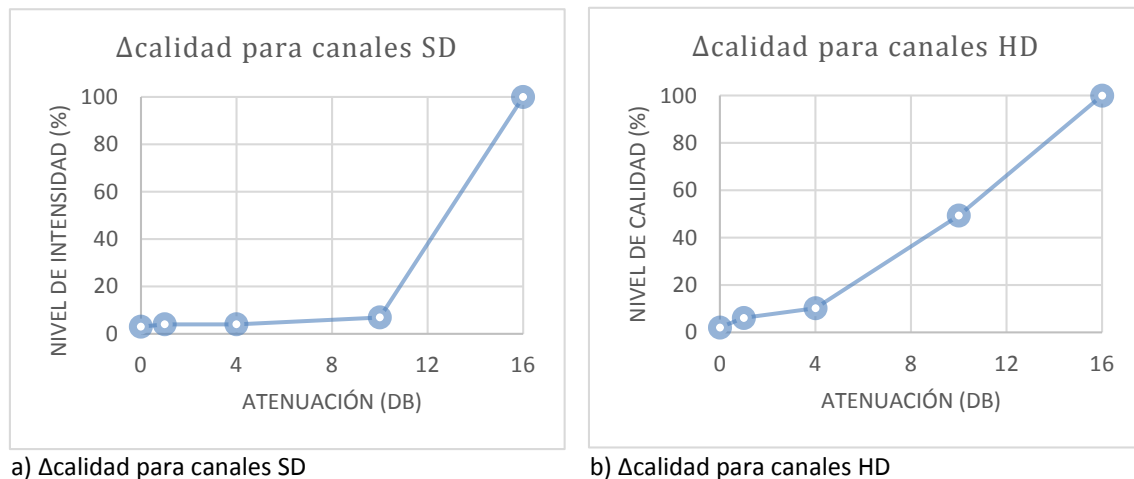


Figura 7: Δ_{calidad} vs atenuación (Fuente: de elaboración propia).

Estas desviaciones ($\Delta_{\text{intensidad}}$ y Δ_{calidad}) obtenidas para los diferentes telerreceptores se atribuyen principalmente según el autor a elementos como:

- La potencia umbral de recepción de los dos dispositivos utilizados difiere.
- El código diseñado pudiese no estar optimizado lo suficientemente debido a que el proveedor del producto no ofreció las especificaciones técnicas del mismo.
- El modo de representar los parámetros SQI y SSI de cada dispositivo difiere.

Análisis de los resultados con el analizador de TV Deviser S7000

Con el objetivo de analizar el comportamiento del nuevo STB en la evaluación de los parámetros intensidad y calidad de señal en el mismo escenario se realizaron las mediciones con el Deviser, un equipo profesional de medición. El S7000 es un analizador de televisión que permite al usuario ver y/o ajustar la configuración de la medición de

acuerdo al tipo de transmisión (TV Analógica, DVB-C/T/T2/S/S2, DTMB, y FM Analógica), grabación de vídeo, análisis de TS y análisis del espectro, tanto de señales por cable como terrestres y satelitales.

Mediante la interfaz de medición de canales se mide el valor de la intensidad de la señal digital tanto para SD como para HD en el mismo esquema de trabajo que se tenía anteriormente y con el uso del atenuador variable. Las figuras 8 a –d muestran algunos de los valores de potencia obtenidos, valores de MER, VER, así como algunos de los parámetros leídos de la tabla TPS.



a) Para canal SD con atenuación 1dB



b) Para canal HD con atenuación 1dB



c) Para canal SD con atenuación 12dB



d) Para canal HD con atenuación 12dB

Figura 8 a-d: Mediciones en el DEVISER (Fuente: de elaboración propia).

El Deviser permite obtener el nivel de potencia recibida, estos valores posibilitaron modelar los niveles de intensidad de señal como se muestra en la ecuación 4 a partir de las sugerencias de (LACETEL, 2016).

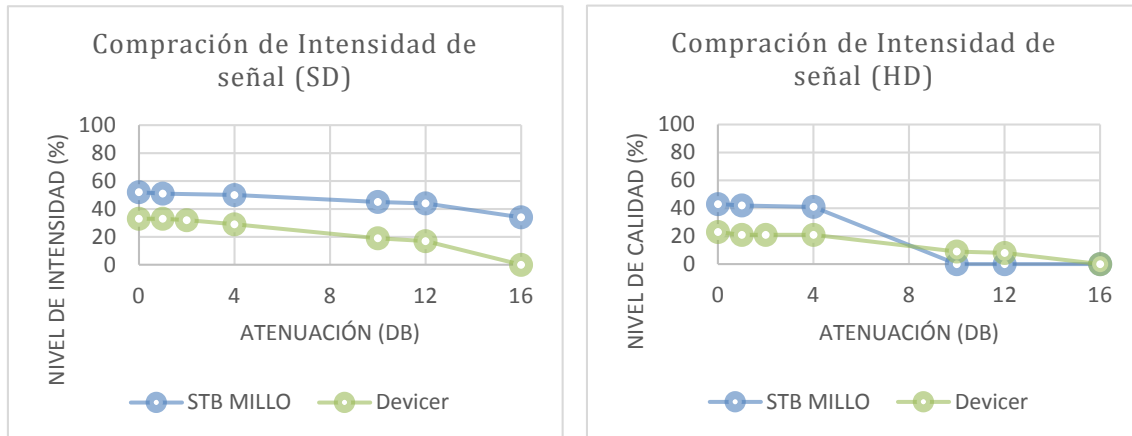
$$\text{Intensidad (\%)} = 1,5 \times (\text{Pr} + 86)$$

Ecuación 4

Donde:

- P_r : potencia recibida en dBm

Se obtuvieron los gráficos que comparan el comportamiento para evaluar la intensidad entre Devicer S7000, el nuevo STB y el TV híbrido para canales SD y HD.



a) Comparación de intensidad de señal para SD

b) Comparación de intensidad de señal para HD

Figura 9: Comparación entre propuesta de STB y DEVISER. (Fuente: de elaboración propia).

Tras el análisis se puede concluir que el STB muestra un comportamiento similar para canales SD ante las variaciones de atenuación, con una diferencia entre 15-20% de intensidad respecto al Devicer y tomando en consideración la propuesta de LACETEL para el cálculo de la intensidad. Para canales HD además de la diferencia de un 15-20% de diferencia entre ambos equipos, el nuevo STB presenta una caída abrupta ante atenuaciones un poco altas.

4. Conclusiones

- La caracterización de la propuesta de hardware para propósito general con el desarrollo del software en territorio nacional contribuiría a la soberanía tecnológica y nuevas potencialidades de los STB, los cuales se han estado adquiriendo fundamentalmente en China.
- Se constató que el valor del código TPS transmitido en el TS resulta necesario para la obtención de los parámetros de intensidad y calidad de señal, los cuales forman parte de los requisitos que deben cumplimentar los STB según la Resolución No. 430/2014.



- El análisis del código correspondiente al kernel de Linux para la representación de los parámetros intensidad y calidad de señal permitió adaptar el mismo a la nueva propuesta de hardware de STB, así como su capacidad para la obtención de los parámetros intensidad y calidad de señal siguiendo patrones similares a los de investigaciones mencionadas.
- Las características de la propuesta de nuevo hardware para STB desarrollado en Cuba, le permite replicar de forma análoga los parámetros intensidad y calidad de los equipos actualmente comercializados en la red de tiendas recaudadoras de divisas.

5. Referencias bibliográficas

- Acosta, Y., Guillén, G., 2015. Programa de despliegue de la tv digital en cuba. Estado actual y próximos retos. Revista Telem@tica 14, 78–87.
- Altobeam, n.d. ATBM8869.Combo DTMB/DVB-C demodulator.
- Blanchard, A., 2013. DTT User Interface Specification.
- Cabrera, R. et.al., 2015. Recomendaciones para el diseño de receptores de DTV para cuba. Revista Telem@tica 14, 68–77.
- Chinese National Standard, 2006. GB 20600—2006.
- XETID, 2015. Informe Técnico: Plataformas de hardware. Propuesta de software base para sistemas embebidos tomando como caso de estudio recolectores de datos en sistemas industriales Versión 1.0.
- ETSI, 1997. Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guide lines for DVB systems.
- Figueredo, O., 2017. La televisión que viene: Novedades de la TV digital (+ Fotos, Video e Infografía) [WWW Document]. Cubadebate. URL <http://www.cubadebate.cu/especiales/2017/02/09/la-television-que-viene-novedades-de-la-tv-digital-fotos-video-e-infografia/>
- LACETEL, 2017. Proceso de evaluación de cajas y televisores [WWW Document]. URL <http://www.lacotel.cu/television-digital/verificacion.html>
- LACETEL, 2016. Informaciones útiles. Centros transmisores para alta definición (HD) [WWW Document]. URL www.lacotel.cu/television-digital/informaciones-utiles.html
- ISO/IEC, 2000. Recommendation IISO/IECC 13818-1, Generic Coding of moving picture and associated audio information: Systems.
- ITU, 2012. Objective quality coverage assessment of digital terrestrial television broadcasting signals of Systems A and B. Report ITU-R BT.2252 (08/2012).





- ITU, 2009. Informe UIT-R BT.2035-2 (11/2008) Directrices y técnicas para la evaluación de sistemas de radiodifusión de televisión terrenal incluida la determinación de sus zonas de cobertura. Ginebra.
- ITU-R, 2016. Handbook on Digital Terrestrial Television Broadcasting Networks and Systems Implementation. Switzerland, Geneva.
- López, I., 2011. Set-Top-Boxes Digitales. Documento que describe el funcionamiento básico de los STBs digitales.
- Martínez, A., Martínez, R., Guillén, G. A., 2015. Evaluación de parámetros de calidad seleccionados de Cajas Decodificadoras para el estándar DTMB. RIELAC XXXVI, 62–82.
- MaxLinear Inc, 2012. More than 40 confirmed design wins for pure-play or hybrid set-top boxes with DVB-T2, DVB-T, ATSC, DTMB, ISDB-T or DVB-C tuners [WWW Document]. MaxLinear. URL <http://www.maxlinear.com/press-release-07-23-12/>
- Millo Sánchez, R. et al, 2016. Propuesta de set-top box cubano empleando alternativas de software libre. Revista Telemática. 15, 20–30.
- MINCOM, 2014. Anexo - Resolución No. 430/2014 especificaciones técnicas y de operación mínimas que tienen que cumplimentar las cajas decodificadoras empleadas para la recepción de la televisión digital.
- MohdYusof, A., 2015. DTTB Consumer label Implementation in Malaysia.
- Ojeda, R., n.d. Set-Top Box Microprocesadores para Comunicaciones.
- Ostaiza, C.M., Barragán, C. A., 2015. Desarrollo de software para datos estadísticos de fútbol para tv digital en el canal XYZ en GINGA-NCL (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.
- Raymond, L. G., 2013. Desarrollo de soluciones informáticas para la planificación de la televisión digital terrestre y otros servicios en cuba.
- Reyes San Martín, A. B., 2011. Prototipo de aplicación GINGA de apoyo al aprendizaje a través de la interacción con la televisión digital (Tesis de Grado). Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile.
- RTÉNL, n.d. Minimum Receiver Requirements Irish Digital Terrestrial Television Additions and clarifications to NorDig Unified Requirements 2.3.
- Song, J., Yang, Z., Wang, J., 2015. Digital Terrestrial Television Broadcasting. Technology and system. Wiley&Sons, Canada.
- Udroiu, I. et.al., 2009. The Analysis of DVB-C signal in the Digital Television Cable Networks.
- Yáñez, D.C., 2015. Diseño y desarrollo de guías de laboratorio para generar y manejar el flujo de transporte de televisión digital (Tesis de Grado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sogolquí.

