

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/82421>

This paper must be cited as:

Ribadeneira-Ramírez, JA.; García Pardo, C.; Fuentes Muela, M.; Gómez Barquero, D.; Cardona Marcet, N. (2016). Interference Analysis for DVB-T2 Network Planning in Colombia with other Television Broadcasting Technologies. IEEE Latin America Transactions. 14(3):1162-1168. doi:10.1109/TLA.2016.7459594.



The final publication is available at

<http://dx.doi.org/10.1109/TLA.2016.7459594>

Copyright Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

Additional Information

"(c) 2016 IEEE. Personal use of this material is permitted. Permission from IEEE must be obtained for all other users, including reprinting/ republishing this material for advertising or promotional purposes, creating new collective works for resale or redistribution to servers or lists, or reuse of any copyrighted components of this work in other works."

Interference Analysis between ISDB-Tb and 4G LTE networks in the 700 MHz Band and APT channelization

Jefferson Ribadeneira-Ramírez, Eduardo Garro, David Gomez-Barquero, Narcis Cardona

Abstract— With the introduction of Digital Terrestrial Television (DTT), in addition to analog television switch off. The release of some band of the UHF spectrum had been possible. This spectrum released is known as Digital Dividend (DD), In Americas the first DD comprises the 700 MHz band (698 MHz to 806 MHz). Some countries had already auctioned this bands for the use of International Mobile Telecommunications IMT (4G), and other countries are taking further steps in the auctioned process. Therefore, coexistence conditions for both technologies (DTT and IMT) must be presented. In this paper, interferences on Integrated Services Digital Broadcasting Brazilian (ISDB-Tb), and Digital Video Broadcasting – Terrestrial second generation (DVB-T2) from 4G LTE networks are study. First protection ratios that ensure coexistence are introduce, then critical coexistence scenarios are introduced and specific interference scenarios are studied. Finally, coexistence recommendations are presented.

Index Terms— Digital Terrestrial Television Broadcasting, Interferences, Digital Dividend, 700 MHz band, ISDB-Tb, DVB-T2, LTE.

I. INTRODUCTION

Tradicionalmente los servicios de Televisión analógica han utilizado parte de la banda de UHF (470 a 862 MHz) para transmisión de contenidos. Con la introducción de la Televisión Digital Terrestre (TDT) y gracias a mejoras en las técnicas de compresión de video, los estándares de TDT permiten transmitir hasta 6 canales de televisión (en lugar de solo uno en televisión analógica) en el mismo ancho de banda. Por tanto, se reduce el espectro radioeléctrico necesario para la transmisión de servicios de televisión. Esto, aunado al proceso de apagón analógico, han permitido la liberación de parte de la banda UHF, el espectro liberado como resultado de este proceso se conoce como Dividendo Digital (DD)[1].

Con el fin de armonizar el uso del espectro radioeléctrico la UIT ha dividido el mundo en 3 regiones: Región 1 (Europa and África), Región 2 (Américas) and Región 3 (Asia and Oceanía).

En la región 2, en primera instancia el primer DD comprendido por la banda 698 a 806 MHz (Conocida como la

banda de 700 MHz), fue destinado a extender los servicios de televisión, Pero, debido a la creciente demanda de servicios de banda ancha, en la Conferencia Mundial de Comunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones IUT de 2007 [2], se atribuye dicha banda para servicio co-primario de comunicaciones móviles de banda ancha como LTE.

Los países de cada región han optado por un por un estándar de TDT. En la región 1 el estándar más difundido es *Digital Video Broadcasting – Terrestrial* (DVB-T) y *Digital Video Broadcasting-Terrestrial second generation* (DVB-T2). Por otro lado en la región 2 varios estándares han sido adoptados e.g. Estados Unidos y México utilizan *Advanced Television System Committee* (ATSC), la mayoría de países en Suramérica han elegido *Integrated Services Digital Broadcasting Brazilian* (ISDB-Tb), con excepción de Colombia que seleccionó DVB-T2.

Brasil ha sido pionero en la licitación de la banda de 700 MHz, generando ingresos de 1 975 millones de dólares. México Otorgó la concesión experimental de 90 MHz en la banda de 700 MHz a favor de la *Secretaria de Comunicaciones y Transportes* (CNT), En Chile, la subasta de la Banda 700 MHz finalizó en 2014, teniendo 3 adjudicatarios (Entel, Claro y Movistar), la primera transmisión en la banda 700 MHz se planea realizarla en el transcurso de 2015. Colombia subastará 90 MHz del DD en Agosto de 2015. En Perú, se planea subastarán tres bloques del DD en el segundo trimestre de 2015. En Honduras la subasta del DD será en 2015. En los demás países de la región la licitación del DD está también en marcha.

Para el uso del espectro del DD, en la región 2 se ha elegido la canalización sugerida por la Asia-Pacific Telecommunity (ATP) [3]. Se considera que el arreglo FDD (Duplexación por División de Frecuencia) será utilizado para LTE. La canalización ATP considera una banda de guarda de 5 MHz entre el último canal TDT (canal 51) y el primer bloque LTE como se muestra en la Fig. 1. Esta banda de guarda ha sido considerada suficiente para mitigar interferencias, sin embargo se han reportado interferencias sobre la señal TDT. Interferencias de la señal de TDT sobre señales LTE no han sido reportadas, por lo que no se consideran en el presente estudio.

Con respecto a la banda de 700 MHz. En [4], mediante simulaciones basadas en la metodología Montecarlo, *el Comité Europeen des Postes et Telecommunications* (CEPT)

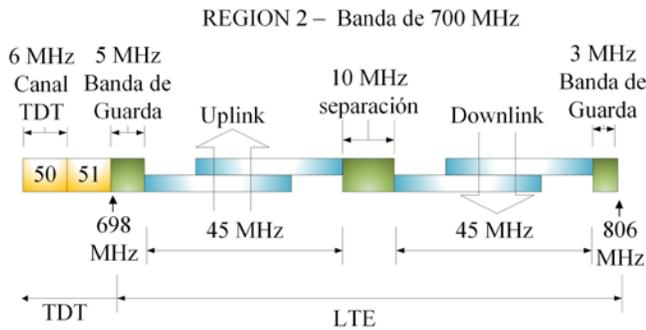


Fig. 1. Canalización ATP para 4G LTE para la región 2 de la ITU.

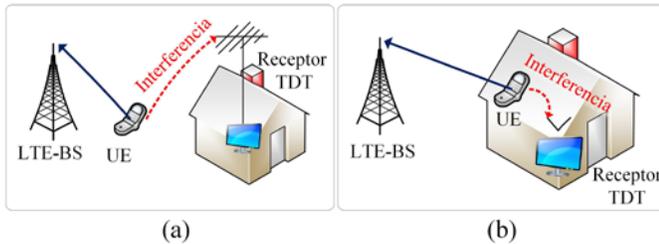


Fig. 2. Escenarios de coexistencia críticos para LTE-UL para recepción fija en exteriores (a) y recepción portable en interiores (b).

establece los requerimientos mínimos para la coexistencia entre DVB-T2 y LTE en recepción fija en exteriores y recepción potable en interiores. En [5] son presentados diferentes límites para las emisiones fuera de banda (OOBE) de los equipos de usuario LTE (LTE-UE). En [6] se analiza la coexistencia entre IMT (*International Mobile Telecommunications*) y ATSC (*Advanced Television Systems Committee*). En [7] se estudia la influencia de sistemas Digital DTMB (*Terrestrial Multimedia Broadcast*) Sobre los sistemas LTE, obteniendo el valor de Adjacent Channel Interference Ratio en función de la distancia entre las celdas LTE y los transmisores de TDT. En [8] se han presentado relaciones de protección y estudios de convivencia entre LTE e ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting*). En [9] se propone el uso de filtros anti-LTE a la entrada del receptor TDT. Relaciones de protección para DVB-T (*Digital Video Broadcast – Terrestrial*) e ISDB-T se pueden encontrar en [10], para DVB-T2 (*Terrestrial 2nd Generation*) las relaciones de protección son presentadas en [11].

En la literatura, en general se presentan resultados genéricos, pero no se ha evaluado el efectos de los parámetros físicos de la señal LTE, ni el desempeño de los filtros existentes en el mercado. En este artículo se estudia la convivencia entre ISDB-Tb y LTE en la banda de 700 MHz usando medidas de márgenes de protección y balances de enlace. Los resultados se presentan en función de la banda de guarda entre las dos tecnologías y para diferentes parámetros de la señal LTE.

El resto del artículo está estructurado como sigue: En la sección II se presentan los escenarios de coexistencia. La metodología utilizada es presentada en la sección III. Los resultados de las medidas de márgenes de protección son presentados en la sección IV. En la sección V, La coexistencia entre ISDB-Tb y LTE en la banda de 700 MHz es analizada. Finalmente, las conclusiones son presentadas en la sección VI.

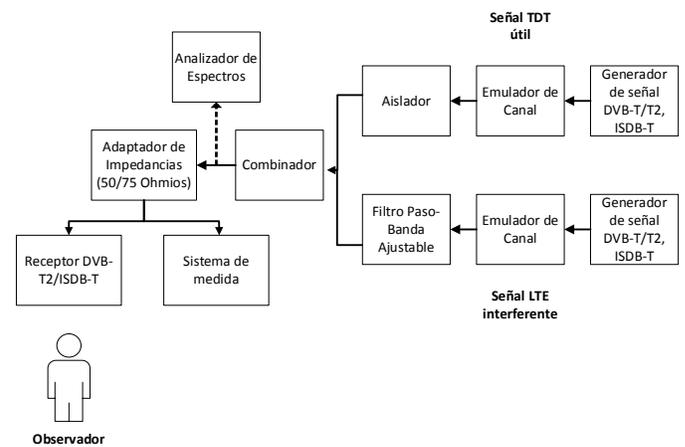


Fig. 3. Montaje experimental para medidas de relaciones de protección entre señales TDT y LTE

II. ESCENARIOS DE COEXISTENCIA ENTRE TDT Y LTE

En América, el uso de canalización ATP implica que la señal LTE Uplink (LTE-UL) esté adyacente a la TDT. Además, debido a la no masificación de antenas receptoras comunitarias para edificios, el tipo de recepción predominante es la recepción portable en interiores, En el caso de recepción fija en exteriores el peor caso se da cuando el equipo de usuario LTE (LTE-UE) está a una distancia horizontal de 22 metros, tomando en cuenta la discriminación vertical de la antena receptora de TDT (ver Fig. 2(a)). En el caso de Recepción portable en interiores el peor caso se da cuando el receptor de TDT y el LTE-UE están en el mismo cuarto, i.e. no existen pérdidas adicionales de propagación por penetración en muros (Fig. 2(b)).

III. METODOLOGÍA

A. Medida de Relaciones de Protección

Las relaciones de protección se definen como la relación entre la señal útil y la señal interferente que aseguran una determinada calidad de la señal [10]. El criterio de calidad depende de la tecnología a evaluar. Para sistemas de primera generación (DVB-T, ATSC e ISDB-T) se usa el criterio Quasi-Error-Free (QEF), este consiste en asegurar una tasa máxima de Bit Error Rate (BER) de 2×10^{-4} después del decodificador interno, antes del codificador externo [10]. En sistemas de segunda generación (DVB-T2) se usa el criterio Picture Failure Point (PFP2), que. Consiste en asegurar que como mínimo 2 de 3 periodos de 20 segundos consecutivos están libres de errores [11].

Para las medidas de márgenes de protección se ha seguido la metodología descrita en [10]. Utilizando el montaje de la Fig. 3, la señal útil de TDT se han fijado a -60 dBm de potencia y se varía la potencia de la señal interferente LTE en intervalos de 0.1 dB hasta alcanzar el criterio de calidad. Para modelar las características de recepción fija se ha utilizado un canal Rice, mientras que la recepción portable en interiores se ha modelado con un canal Rayleigh.

Las características de las señales TDT y LTE utilizadas son mostradas en la Tabla I.

TABLA I
PARÁMETROS DE LAS SEÑALES TDT Y LTE

SEÑAL TDT	
Estándar	ISDB-Tb
Modulación	64QAM
Tasa de codificación(CR)	3/4
Intervalo de Guarda (GI)	1/8
FFT	8K
Tasa Binaria	18.1 Mbps
SNR (dB)	AWGN 20.1 RICE 21.1 RAYLEIGH 22.8
Emin (dBμV/m)	43.8
Ancho de Banda	6 MHz
SEÑAL LTE	
TIPO DE ENLACE	UPLINK (UL)
Multiplex	SC-FDMA
FFT	1024
Intervalo de Guarda (GI)	(4.7 μs first symbol, 5.2 μs rest)
Ancho de Banda	5, 10, 15, 20 MHz
Carga de Tráfico	1, 10, 20 Mbps

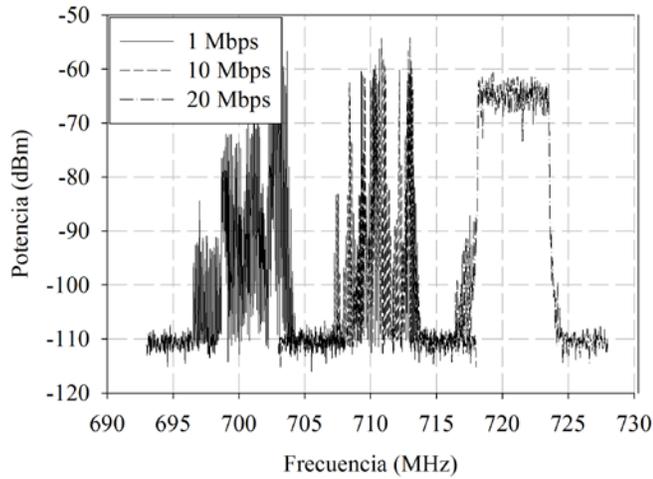


Fig. 3. Señales LTE-UL utilizadas en las medidas.

La Fig. 3 muestra las señales LTE utilizadas en las medidas, las diferentes cargas de tráfico en UL son caracterizadas como 1 Mbps (carga baja), 10 Mbps (carga media) y 20 Mbps (carga alta). En DL se caracterizan como idle (baja carga, solo canales de control), 50% (carga media) y 100% (carga alta). Debe notarse que cuanto mayor es la carga, La señal LTE se parece más al ruido térmico. Cuanto menor es la carga, mayor es la variabilidad temporal de la señal LTE.

B. Balance de enlace

Los escenarios críticos de coexistencia pueden verse en la Fig. 2. Como se mencionó anteriormente, el caso crítico en la región ITU es recepción portable en interiores (ver Fig. 2(b)), pero en el presente artículo también se estudia el caso de recepción fija en exteriores. En los dos casos, para el cálculo

TABLA II
PARÁMETROS DEL BALANCE DE ENLACE. [4] Y [12]

TDT		LTE	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Ancho de Banda	6 /MHz	Ancho de Banda	5/10/15/20 MHz
Ancho de Banda equivalente del ruido	5.71 MHz	ESTACIÓN BASE	
Figura de Ruido	6 dB	EIRP rural / urbana (limitado por el ruido)	67 / 64 dBm
TRANSMISIÓN		EIRP urbana (limitado por el balance UL/DL)	59 dBm
EIRP rural/urbana	79.15 / 72.15 dBm	Figura de Ruido	5 dB
Ganancia de antena	15 dBi	Patrón de radiación	Directiva
Altura de antena rural/urbana	200 / 100 m	EQUIPO DE USUARIO	
Patrón de radiación	Directiva	Máxima potencia de transmisión	23 dBm
RECEPCION		Potencia de transmisión típica rural/urbana	3 / -9 dBm
Ganancia de antena Exterior/Interior	9.15 / 2.15 dBi	Figura de Ruido	9 dB
Altura de antena	10 m	Ganancia de antena	-3 dBi
Patrón de radiación	Directiva	Altura	1.5 m
		Patrón de radiación	Omni

del balance de enlace se han utilizado los valores presentados en la Tabla II.

Con respecto a la recepción fija en exteriores, en primer lugar se calcula la Adjacent Channel Selectivity (ACS), para después determinar el Adjacent Channel Interference Ratio (ACIR). Se debe cumplir que el ACIR sea menor que el ACS, de no cumplirse este criterio, para evitar interferencias un filtro anti-LTE adicional debe ser utilizado.

En el caso de recepción portable en interiores, el cálculo del balance de enlace permite determinar la distancia mínima de protección, que es la distancia mínima que debe exigir entre el equipo de usuario LTE (LTE-UE) y el receptor TDT para evitar interferencias.

1) Cálculo de balance de enlace para LTE-UL y recepción fija en exteriores

Primero, se calcula el ACS del receptor TDT, ACS_{RX} , como:

$$ACS_{RX} = -10 \log_{10} \left(10^{\frac{-(PR_{co-ca} - PR_{ady-ca})}{10}} - 10^{-\frac{ACLR}{10}} \right), \quad (1)$$

donde PR_{co-ca} and PR_{ady-ca} son respectivamente las relaciones de protección cocanal y canal adyacente del receptor TDT, $ACLR$ es el adjacent-channel leakage ratio del generador de señales LTE utilizado en las medidas (75 dB en nuestro caso). El utilizar un filtro externo anti-LTE mejora el ACS_{RX} . Teniendo que ACS_{filtro} es la atenuación adicional otorgada por

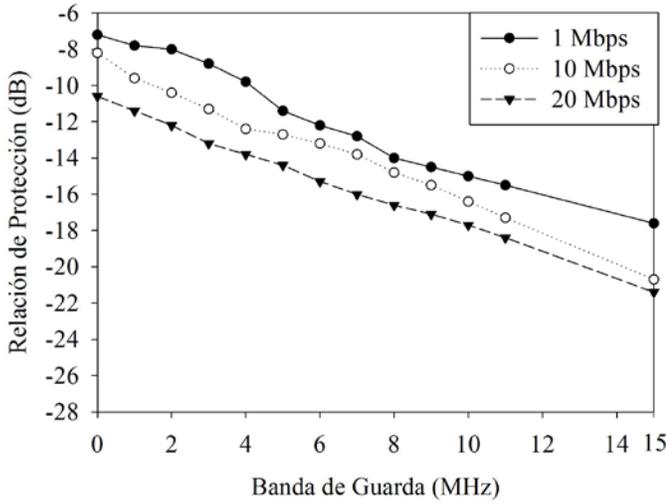


Fig. 4. Relaciones de protección para ISDB-Tb interferida por LTE-UL para diferentes cargas de tráfico. Ancho de banda de la señal LTE de 10 MHz.

el filtro, la ACS total puede obtenerse con:

$$ACS_{Total} = ACS_{RX} + ACS_{filtro} \quad (2)$$

Luego, el ACIR generada por el LTE-UE puede ser calculado con:

$$ACIR = PR_{co-ca} - PR_{ady-ca-req} \quad (3)$$

donde $PR_{ady-ca-req}$ es la relación de protección requerida, calculada con:

$$PR_{ady-ca-req} = P_{DTT,min} - I_{RX} + \delta \quad (4)$$

En (4), $P_{DTT,min}$ es la potencia mínima de la señal TDT requerida al receptor calculada con (5), I_{RX} es la interferencia recibida en el receptor TDT calculada con (6), y δ es el nivel de desensibilización permitido en el receptor, en nuestro caso se permite una pérdida de sensibilidad de un 1 dB ($\delta = 5.78$ dB, [12]).

$$P_{DTT,min} = 10 \log_{10}(KTB) + NF + 30 + SNR_{min} \quad (5)$$

donde, K es la constante de Boltzmann (1.38×10^{-23} J/K), T es la temperatura ambiente (290 K), B es el ancho de banda equivalente del ruido del receptor TDT (5.7 MHz para canales TDT de 8 MHz de ancho de banda), y NF es la figura del ruido del receptor TDT (cuyo valor típico es 7 dB, [12]).

$$I_{RX} = P_{UE,TX} + G_{UE,TX} - L \quad (6)$$

En (6), $P_{UE,TX}$ es la máxima potencia de transmisión del LTE-UE (23 dBm [12]), $G_{UE,TX}$ es la ganancia de antena del LTE-UE (-3 dBi [12]), y L son las pérdidas de acoplo calculadas con:

$$L = FSL + G_{DTT,DIR} - G_{DTT,RX} + L_{BODY} \quad (7)$$

donde, FSL son las pérdidas en espacio libre calculadas a 22 m (peor caso) de separación horizontal entre la antena de recepción TDT y el LTE-UE (Sección II), $G_{DTT,RX}$ es la ganancia de la antena receptora de TDT incluido Feeder lost (9.15 dBi, [12]), $G_{DTT,DIR}$ es la ganancia debido a la discriminación de la antena TDT asociada con el patrón de radiación vertical, a la distancia de mayor interferencia (-0.45 dB, [13]), y L_{BODY} son las pérdidas de cuerpo en el LTE-UE (4 dB, [4]).

Por último, el adjacent-channel leakage ratio requerido del LTE-UE puede ser calculado con:

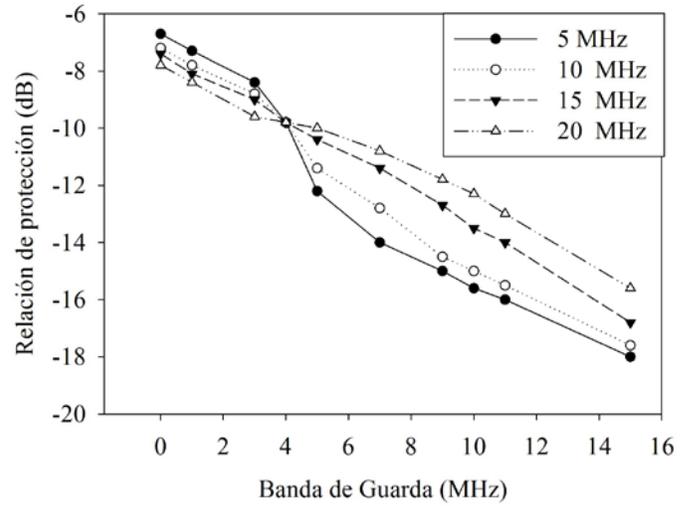


Fig. 5. Relaciones de protección para ISDB-Tb interferida por LTE-UL para diferentes anchos de banda LTE. Carga de la señal LTE 1 Mbps.

$$ACLR_{REQ} = -10 \log_{10} \left(10^{\frac{PR_{co-ca} - PR_{adj-cj-REQ}}{10}} - 10^{\frac{ACS_{Total}}{10}} \right) \quad (8)$$

También las emisiones fuera de banda OOB_{Max} del LTE-UE se pueden obtener con:

$$OOB_{Max} = P_{UE,TX} + G_{UE,TX} - ACLR_{REQ} \quad (9)$$

2) Calculo de balance de enlace para LTE-UL recepción portable en interiores

En este caso, se puede calcular la distancia de protección mínima requerida en entre el LTE-UE y el receptor TDT con:

$$d_{min} = 10^{\frac{147.56 - 20 \log_{10}(f) - G_{CG} + G_{WL} + L_{BODY} + G_{DTT,RX}}{20}} \quad (10)$$

En (10), L_{BODY} son las pérdidas de cuerpo en el LTE-UE (4 dB), G_{WL} son las perdidas por penetración (0 dB si se asume que el LTE-UE y el receptor de TDT están en la misma habitación), $G_{DTT,RX}$ es la ganancia de la antena receptora de TDT (2.15 dBi para recepción portátil), y G_{CG} es la ganancia total de acoplo calculada con:

$$G_{CG} = P_{DTT,min} + \delta - PR_{co-ca} - 10 \log_{10} \left(10^{\frac{P_{TX} - ACS_{RX}}{10}} - 10^{\frac{OOB_{UE}}{10}} \right) \quad (11)$$

donde, OOB_{UE} son las emisiones fuera del banda del LTE-UE (-56 dBm/6 MHz) y un ACS_{RX} de 80 dB han sido asumidos.

IV. MEDIDAS DE RELACIONES DE PROTECCIÓN

A. Influencia de la carga de tráfico LTE

En la Fig. 4 se muestran el efecto de la carga de tráfico de la señal LTE-UL, cuanto menor es la carga de tráfico, mayor es la interferencia sobre la señal TDT. Esto se debe a que a menor carga mayor es la variabilidad temporal de la señal LTE (ver Fig. 3), lo que se traduce en mayores interferencias.

B. Influencia del ancho de banda de la señal LTE

En la Fig. 5 se puede apreciar que, cuando la banda de guarda es menor que 4 MHz, a mayor ancho de banda, menor la interferencia de la señal LTE. A partir de este punto, el comportamiento se invierte i.e. cuanto menor el ancho de banda, menor la interferencia generada. Esto se debe a que el

TABLE III

MEJORA EN LAS RELACIONES DE PROTECCIÓN PARA ISDB-Tb INTERFERIDA POR LTE-UL 1 MBPS AND 5 MHz DE BANDA DE GUARDA DEBIDO AL USO DE FILTROS ANTI-LTE

700 MHz BAND FILTERS			
LTE Bandwidth (MHz)	PROFESSIONAL FILTERS		DOMESTIC FILTERS
	Filter 1	Filter 2	Filter 1
5	12.6	12.7	11.4
10	15.7	15.8	13.8
15	18.5	18.4	16.6
20	19.5	19.4	17.6

TABLE V

PROTECTION DISTANCE (METERS) BETWEEN LTE-BS AND DVB-T2 RECEIVER WITH USE OF FILTERS, URBAN SCENARIO

Campo Eléctrico recibido de DTD (dB μ V/m)	SIN	CON	CON
	FILTRO	FILTROS DOMESTICOS	FILTROS PROFESIONALES
Umbral	12	9.14	9.05
+10 dB	3.8	2.83	2.86
+20 dB	1.2	0.91	0.91

ancho de banda efectivo de una señal LTE es el 90% del ancho nominal. Por lo tanto, se tiene una “banda de guarda adicional” de 0.25, 0.5, 0.75 y 1 MHz para señales LTE de 5, 10, 15 y 20 MHz de ancho de banda.

C. Efecto del uso de filtros anti-LTE

En la Tabla III se puede observar que la utilización de filtros profesionales y domésticos disminuyen las interferencias en 16 y 13 dB, respectivamente. Se debe notar que a mayor ancho de banda de la señal LTE, mayor es la disminución de las interferencias. Esto se debe a que, mientras mayor es el ancho de banda de la señal, más lenta es la caída a los bordes de la misma.

V. ANALISIS DE COEXISTENCIA

En la región 2 de la ITU (América) la canalización ATP se ha elegido como canalización preferida para el despliegue de redes 4G LTE como se muestra en la Fig. 6. La canalización APT considera una banda de guarda de 5 MHz entre el último canal TDT y el primer bloque LTE. Para LTE se ha preferido el uso de Duplexación por División de Frecuencia (FDD). Los bloques UL y DL constan de 45 MHz cada uno una separación entre ellos de 10 MHz.

Para los análisis de convivencia se han estudiado los tres últimos canales de TDT: canal 51 (692 MHz a 698 MHz), canal 50 (686 MHz a 692 MHz) y el canal 49 (680 MHz a 686 MHz). Con respecto a la canalización LTE, en el presente estudio se ha considerado el uso de canales LTE de 15 y 10 MHz de ancho de banda (ver Fig. 6). Adicionalmente, se ha estudiado el uso de canales LTE de 5 MHz de ancho de banda.

A. Relaciones de protección

En la Tabla IV se puede observar que el uso de canales LTE de 10 MHz y 5 MHz, disminuye en 1 dB y 2 dB las

TABLA IV

RELACIONES DE PROTECCIÓN PARA ISDB-Tb INTERFERIDA POR LTE-UL 1 MBPS EN LA BANDA DE 700 MHz. CANAL AWGN

DTT Channel	LTE Channelization 1	LTE Channelization 2	LTE Channelization 3 (5 MHz)
49	-17.2	-18.3	-19.1
50	-14	-15.5	-16
51	-10.4	-11.4	-12.2

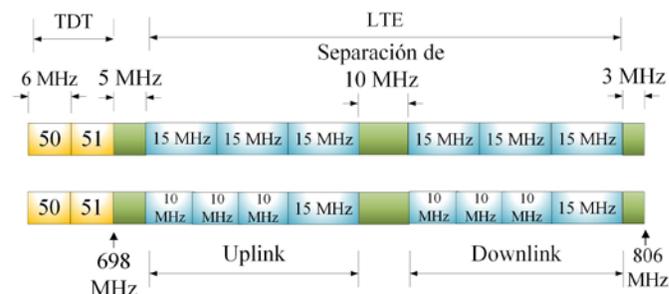


Fig. 6. Arreglo preferido para canalización LTE en la banda de 700 MHz utilizando la canalización ATP.

interferencias con respecto al uso de canales de 15 MHz, respectivamente. Por tanto el uso de bloques LTE del menor ancho de banda posible es recomendado i.e. bloques LTE de 5 MHz. Para los canales 50 y 49 las relaciones de protección mejoran en 4 dB y 7 dB respectivamente comparadas con el canal 51.

En la Tabla IV se presentan las relaciones de protección para las dos canalizaciones especificadas en la Fig. 6, y para el uso de bloques LTE de 5 MHz. Las medidas se han realizado para el modo TDT especificado en la Tabla 1, y una señal LTE-UL con una carga de 1 Mbps, utilizando un canal AWGN. Para obtener el valor de las relaciones de protección para recepción Fija en exteriores y portable en interiores, las cuales son modelados con un canal Rice y Rayleigh respectivamente, a los valores presentados en la Tabla IV se debe sumar 1 dB (para canal Rice) y 3 dB (para canal Rayleigh).

B. Balance de Enlace

1) Recepción portable en interiores

Como se menciona en la sección II, este es el tipo de recepción más extendido en América. Para el peor caso, con el LTE-UE transmitiendo a máxima potencia (23 dBm) y la potencia recibida de TDT igual al umbral de recepción (ver Tabla I), la distancia mínima entre el receptor de TDT y el LTE-UE es 12.01 m. Para potencias de transmisión típicas rural (3 dBm) y urbana (-6 dBm), las distancias se reducen a 9 m y 8.9 m, respectivamente. Para el peor caso y con el uso de filtros profesionales y domésticos la distancia se reduce a 9.05 m y 9.14 m, respectivamente. En la Tabla V se muestran las distancias de protección para diferentes potencias recibidas TDT y la mejora debido al uso de filtros anti-LTE. Para evitar interferencias la potencia recibida de la señal LTE debe ser mayor que 104 dB μ V/m.

TABLE VII
MINIMUM LTE-UE REQUIREMENT TO AVOID INTERFERENCES OVER DTT,
700 MHz BAND EUROPA, OUTDOOR SCENARIO

Potencia de Transmisión LTE-UE	Potencia Recibida TDT	Rechazo requerido del filtro (dB)	LTE-UE nivel de emission OOB (dBm/6MHz)
Max Power: 23 dBm	Umbral	44	-61.71
	+10 dB	34	-55.67
Rural: 3 dBm	Umbral	23.5	-65.67
	+10 dB	13.5	55.67
Urban: -9 dBm	Umbral	12	-61.71
	+10 dB	1.5	-55.67

2) Recepción fija en exteriores

Para una relación de protección canal adyacente de 10 dB para recepción fija en exteriores y un canal LTE de 10 MHz (ver Sección 5.a), y una relación de protección cocanal de 20.8 dB. Para el peor caso, con el LTE-UE transmitiendo a máxima potencia (23 dBm) y la señal recibida TDT igual al umbral de recepción (43.8 dB μ V/m), se tiene un ACS del receptor de 30.8 dB y un ACIR de 73.99 dB. Para evitar interferencias, debe cumplirse que el ACS sea mayor que el ACIR, esto quiere decir que, en este caso un filtro con un rechazo fuera de banda de al menos 44 dB debe ser utilizado para evitar interferencias. Los filtros Domésticos y profesionales ofrecen un rechazo de 30 y 40 dB, respectivamente. Por lo tanto solo los filtros profesionales pueden cumplir con este requerimiento. Asumiendo un filtrado adicional de 44 dB de rechazo fuera de banda. Bajo estas condiciones las emisiones máximas del LTE-UE deben ser de -61.71 dBm/6MHz. En la Tabla VI se muestra la necesidad del uso de filtros y emisiones OOB máximas para diferente potencia de transmisión del LTE-UE y de recepción TDT. Sin embargo, no existirán interferencias si:

- La potencia de transmisión del LTE-UE es menor que -20.2 dBm.
- La potencia recibida de la señal TDT es mayor que 90 dB μ V/m.

VI. CONCLUSIONES

En el presente artículo se analiza la coexistencia entre redes ISDB-Tb y redes 4G LTE en la banda de 700 MHz. Para ello se han realizado medidas de relaciones de protección y balances de enlace para determinar las condiciones mínimas de coexistencia entre las dos tecnologías.

En el caso de recepción portable en interiores el peor caso se da cuando ambos, el LTE-UE y el receptor de TDT se encuentran en la misma habitación. Para el peor caso, con el LTE-UE transmitiendo a máxima potencia (23 dBm) y estando al borde de la cobertura TDT (potencia recibida TDT igual al umbral de recepción), la distancia mínima entre el LTE-E y el receptor TDT para evitar interferencias es de 12.01 m, al utilizar filtros domésticos y profesionales esta distancia disminuye a 9.14 m y 9.05 m respectivamente.

En el caso de recepción fija en exteriores, es necesaria la

utilización de un filtro externo con al hasta 44 dB de rechazo fuera de Banda para el peor caso. Solo los filtros profesionales son capaces de cumplir con este requisito. Sin embargo, no existirán interferencias si:

- La potencia de transmisión del LTE-UE es menor que -20.2 dBm.
- La potencia recibida de la señal TDT es mayor que 90 dB μ V/m.

REFERENCIAS

- [1] W. Sami, "How Can Mobile and Broadcasting Networks use Adjacent Bands" DIGITAL DIVIDEND, 2012.
- [2] ITU-R WWC-07, "Final acts, World Radiocommunication Conference", 2007.
- [3] HAPT/AWF/REP-14. Harmonized Frequency Arrangements for the band 698-806 MHz, "Asia-Pacific Telecommunity, Report, 2010.7
- [4] "WRC-15 agenda item 1.2: Lower Edge of Mobile Allocation and Adjacent Band Compatibility". CPG-PTD (13)010, Jan. 2013.
- [5] EBU Fact sheet, "Protection of DTT from LTE 700", Feb. 2015.
- [6] D.-H. Kim, S.-J. Oh, and J.S. Woo, "Coexistence Analysis Between IMT System and DTV System in the 700 MHz Band," 2012 International Conference on ICT Convergence (ICTC), Oct. 2012.
- [7] W. Li, J. Chen, H. Long, and B. Wu, "Performance and Analysis on LTE System under Adjacent Channel Interference of Broadcasting System," IEEE 12th International Conference on Computer and Information Technology (CIT), Oct. 2012, pp.290-294.
- [8] Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão, "Pruebas de Interferencia de la Señal LTE en la Recepción de Tv Digital en la Banda De UHF",
- [9] ATDI, "Report for GSMA on the Coexistence of ISDB-T and LTE", Nov. 2015.
- [10] UIT-R, "Planning Criteria for Digital Terrestrial Television Services in the VHF/UHF Bands", Recommendation ITU-R BT.1368-11 Apr. 2014.
- [11] ITU-R, "Planning Criteria, Including Protection Ratios, for Second Generation of Digital Terrestrial Television Broadcasting Systems in the VHF/UHF Bands". Recommendation ITU-R BT.2033, Jan. 2013.
- [12] CEPT, "The Identification of Common and Minimal (least restrictive) Technical Conditions for 790 - 862 MHz for the Digital Dividend in the European Union," CEPT Report 30, Oct. 2009.
- [13] "WRC-15 agenda item 1.2: Lower Edge of Mobile Allocation and Adjacent Band Compatibility". CPG-PTD (13)010, Jan. 2013.