

EVALUACIÓN DE DOSIMETRIA DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS EN EL ENTORNO INTERIOR DOMESTICO

Fermin Esparza⁽¹⁾, Noemí Carranza⁽²⁾, Victor Torres⁽¹⁾, Francisco. Falcone⁽¹⁾ Victoria Ramos⁽²⁾

ncarranza@isciii.es, francisco.falcone@unavarra.es, vramos@isciii.es

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Pública de Navarra, Edificio Los Tejos, 1 Planta, Campus Arrosadia, Pamplona, 31006, Navarra.

⁽²⁾ Área de Telemedicina y Sociedad de la Información, Instituto de Salud Carlos III, C/ Sinesio Delgado 6, 28029 Madrid.

Abstract- In this work, the evaluation of radiofrequency exposure in a domestic environment is analyzed. 3D raytracing simulation results are compared with dosimetry measurement results in a probe household in a dense urban area in Madrid. The results reveal that a variety of electromagnetic components are present in the household, from mobile communication systems, TV, radio as well as WLAN signals. The results aim to gain insight in the observation and prediction of regulatory compliance as well as in the assessment of possible risk.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de sistemas de transmisión por ondas radioeléctricas se ha incrementado de manera notable en los últimos años. Ello ha conllevado la creación de normativa específica ligada a la exposición de campos electromagnéticos, en forma de recomendación de la UE y articulado como Real Decreto y Orden Ministerial en el caso español [1-3]. A pesar de la existencia de dicha normativa, existe percepción de riesgo por ciertos sectores de la población, lo que aconseja la elaboración de medidas y estimaciones exhaustivas con el fin de poder informar adecuadamente al ciudadano. Por otro lado, la explosión de redes WLAN/WMAN y WPAN modifican constantemente el mapa radioeléctrico, sobre todo en el interior de las viviendas.

En este trabajo se presentan resultados tanto de simulación como de medida con el fin de poder evaluar la dosimetría de campos electromagnéticos no ionizantes en el interior de las viviendas. Para ello, se realiza una estimación basada en trazado de rayos 3D y se valida con medidas efectuadas con un dosímetro multibanda en el interior de una vivienda de una zona urbana densa ubicada en Madrid.

II. VALORES ESTIMADOS Y MEDIDOS DE CAMPOS EM EN EL INTERIOR DE UNA VIVIENDA

Con el fin de poder valorar la magnitud de los campos electromagnéticos presentes en el interior de un hogar en una zona urbana densa, se ha procedido tanto a la estimación mediante trazado de rayos 3D como la posterior medición mediante un dosímetro personal.

En la figura 1 se presenta el plano esquemático de la vivienda objeto de estudio. Dicha vivienda se encuentra ubicada en una zona céntrica de Madrid, considerada una

zona urbana densa. En las inmediaciones de dicha vivienda, en un radio de 300 metros, se encuentran varias estaciones de telefonía móvil con sistemas GSM/DCS y UMTS. Además, en la vecindad hay varios hot spot WiFi operativos.

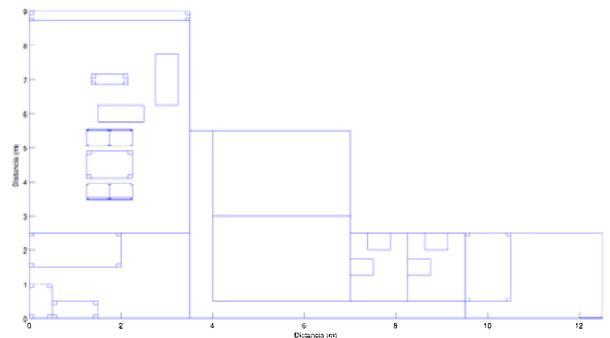


Fig. 1. Plano esquemático de la vivienda sobre la cual se ha efectuado el estudio de dosimetría.

Con el fin de poder estimar los valores de campos EM en el interior de la vivienda, se han realizado simulaciones aplicando un método de trazado de rayos 3D en el interior de la vivienda. Para ello, se han situado las fuentes de campos EM existentes tanto en el exterior de la vivienda (conjunto de estaciones base de telefonía móvil y contribuciones de redes WLAN WiFi).



Fig. 2. Posición de las antenas de telefonía móvil cercanas al domicilio medido

Los resultados de dichos cálculos se muestran a continuación:

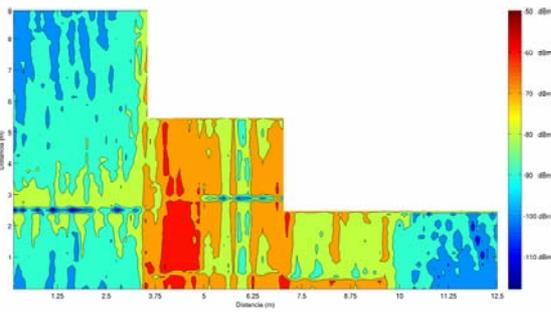


Fig. 3. Estimación de niveles de potencia recibida en el interior de la vivienda relativo al sistema GSM.

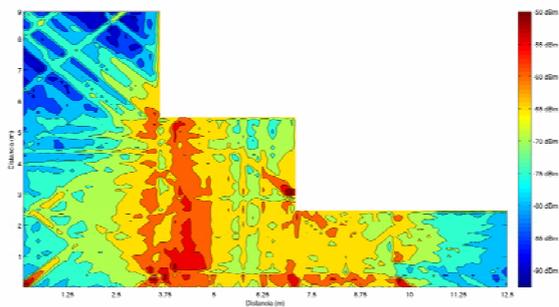


Fig. 4. Estimación de niveles de potencia recibida en el interior de la vivienda relativo al sistema UMTS

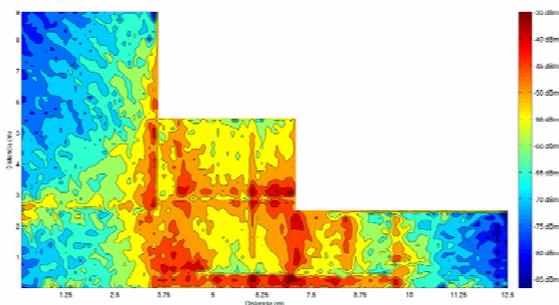


Fig. 5. Estimación de niveles de potencia recibida en el interior de la vivienda relativo al sistema WiFi.

Las figuras 3 a 5 muestran los valores de densidad de potencia para cada uno de los sistemas que se han simulado. Se ha ejecutado un algoritmo de trazado de rayos tridimensional, obteniendo los valores de campo para todo el volumen espacial de la vivienda, considerando la interacción con los elementos constitutivos en el interior de la misma [4]. Los resultados que se muestran corresponden con un plan de corte de planta a una altura promedio de 1.4m.

La distribución de potencia viene determinada por la posición relativa de cada una de las antenas en las inmediaciones de la vivienda, así como de la configuración del mobiliario y de las paredes y ventanas de la vivienda.

Se han realizado además medidas en el interior de la vivienda. El dispositivo utilizado es el ANTENNESSA EME SPY 120. Es un medidor de exposición personal isotrópico y selectivo en frecuencia que ha sido diseñado inicialmente

para estudios epidemiológicos (ver figura 6). Es portátil, lleva una batería, tiene unas dimensiones de 195 mm x 95.4 mm x 75 mm y un peso de 450 g.



Fig. 6. Equipo de medida empleado para el cálculo de dosimetría (ANTENNESSA EME SPY 120)

El dispositivo de medida tiene capacidad para medir en 12 bandas de frecuencia (FM, TV3, TETRA, TV4&5, GSM Rx&Tx, DCS Rx&Tx, DECT, UMTS Rx&Tx, Wi-Fi) y puede identificar la contribución de cada emisor. Las bandas de frecuencia que mide se recogen en la figura 7.

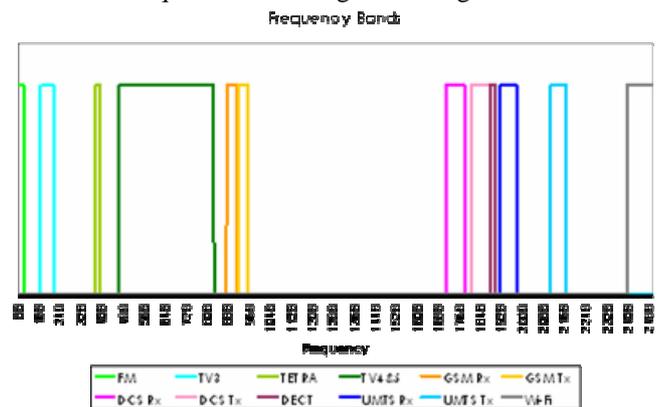


Fig. 7. Distribución de las bandas de medida del dosímetro ANTENNESSA EME SPY 120

Los límites de detección de este medidor están entre 0.05V/m y 5V/m. El resultado gráfico que se muestra en la pantalla de visualización de resultados es la evolución en el tiempo de los campos medidos para cada uno de los rangos de frecuencia previamente descritos.

El dispositivo “ANTENNESSA EME SPY 120” puede realizar un máximo de 7168 medidas. Se ha configurado para que realice una medida cada 90 segundos, con lo que el periodo de medida es de 7 días y 11 horas aproximadamente.

El protocolo de medidas realizadas en el domicilio medido ha sencillo de llevar a cabo. Durante el tiempo de medida se han ido situando los medidores en seis lugares diferentes de la casa, correspondientes a seis habitaciones diferentes (salón, dormitorio 1, dormitorio 2, cocina, baño y dormitorio 3). La posición de los medidores en cada habitación es aleatoria, aunque si existe algún aparato electrónico, se ha colocado a una distancia de entre 50 cm y 1 m del mismo.

Con el fin de caracterizar de manera adecuada el entorno radioeléctrico, se han enumerado todos los dispositivos

electrónicos que pueden emitir o recibir en alguna de las bandas de medida mostradas anteriormente, y se ha especificado su situación dentro de la casa, y con respecto al medidor. Asimismo, se han identificado las antenas de telefonía móvil y radiodifusión cercanas a dicho domicilio, tal y como ya se ha comentado anteriormente.

En la figura 4 se muestra la salida gráfica del software de ANTENNESSA EME SPY 120, donde se muestran las contribuciones del campo eléctrico medidas en cada banda de frecuencia. El campo E se expresa en V/m, y el eje de coordenadas horizontal corresponde al número de muestra medido en la vivienda ubicada en una zona urbana densa de Madrid.

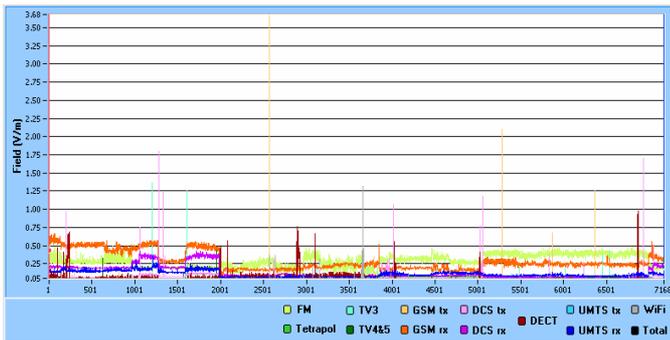


Fig. 8. Campo E medido en el Domicilio bajo estudio.

Tal y como se puede observar de las medidas efectuadas, predominan los valores de los sistemas de comunicaciones móviles de segunda y tercera generación, así como de las redes WLAN WiFi. En ningún caso se supera de manera puntual el valor de campo recibido de 4 V/m. Los valores pico detectados corresponden con usos efectuados en el propio interior de la vivienda, fundamentalmente de los sistemas de comunicaciones móviles PLMN de 2G y 3G.

III. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta los valores obtenidos tanto en simulación mediante una aproximación de trazado de rayos 3D como mediante la toma de datos con un dosímetro personal de los valores de exposición de campos electromagnéticos no ionizantes en el interior de una vivienda en una zona urbana densa de Madrid.

De los resultados se desprende que existe contribución por servicios tanto de comunicaciones móviles 2G/3G, como radiodifusión (FM/TV) y redes WLAN. Las mayores contribuciones en media son debidas a los sistemas de comunicaciones móviles, aunque hay una presencia notable de redes WLAN, cuya posición relativa en los domicilios es determinante a la hora de estimar los valores de dosimetría medios en una vivienda. Todos los resultados mostrados se encuentran por debajo de los umbrales que la legislación actual establece de emisiones electromagnéticas en lugares de permanencia habitual de personas.

REFERENCIAS

- [1] Recomendación del Consejo de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0Hz a 300 GHz) (1999/519/CE)
- [2] RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio

- público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas
- [3] Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.
- [4] Siwak, Bahrein, "Radiowave propagation and antenas for personal communications", Artech House, 2006.