

COMUNICAZIONI RADIO CON TECNOLOGIA ULTRA WIDE BAND

C. Buccella

M. Feliziani

V. De Santis

Dipartimento di Ingegneria Elettrica - Università dell'Aquila, 67040, L'Aquila

La tecnologia Ultra Wide Band (UWB) per le radio-comunicazioni è molto promettente per le applicazioni WPAN (wireless personal area network). Essa si basa sulla trasmissione di impulsi elettromagnetici di durata molto piccola ($< 1\text{ ns}$) nello spettro di frequenza compreso tra 3.1 e 10.6 GHz con una potenza massima di $-41,3\text{ dBm/MHz}$. L'informazione è legata ad un numero binario, dipendente dal tempo di ritardo tra un impulso e il successivo, e consente trasmissioni ad elevata velocità. I principali vantaggi della tecnologia UWB sono: bassa densità di energia, buona efficienza spettrale, assenza degli effetti di cancellazione da multipath, eccellenti caratteristiche di penetrazione. L'uso della tecnologia UWB per le radio-comunicazioni è permessa nella cosiddetta banda libera e i segnali UWB si possono sovrapporre con i segnali a banda stretta utilizzati per altre applicazioni (GSM, GPS, UMTS, Zigbee, Bluetooth,...) causando possibile interferenze.

Gli studi di compatibilità elettromagnetica devono essere quindi indirizzati sulla possibile coesistenza tra i segnali UWB e quelli a banda stretta. Inoltre è importante studiare la propagazione in ambienti indoor ed outdoor, in presenza di ostacoli e riflessioni, e la compatibilità delle trasmissioni UWB con altri apparati elettronici. Infine occorre studiare apposite prove EMC tests per le comunicazioni UWB, in quanto attualmente essi non sono previsti dalla normativa tecnica vigente. .

Per quanto riguarda il problema della coesistenza si sono condotti studi di vario tipo, concentrandosi sulla cosiddetta *cognitive radio* che permette di sfruttare i buchi nello spettro (*spectrum holes*), cioè l'assenza di comunicazioni in certe bande. Il problema consiste quindi nel trasmettere segnali UWB che interessano solo certe sottobande momentaneamente non utilizzate. Occorre quindi creare impulsi adeguati e verificare inoltre che le emissioni radio siano compatibili con la normativa vigente.

Si è studiato il problema della penetrazione e della schermatura di vari materiali ai segnali radio UWB. Si sono considerati materiali isotropi (pareti di legno, vetro, cartongesso, muratura,..) che vengono utilizzati normalmente negli edifici e che sono di grande interesse per studiare la propagazione *indoor*. Per tali materiali si è studiato il comportamento per frequenze comprese da 1 a 10 GHz mediante tecniche sperimentali e numeriche. Si sono poi esaminati materiali anisotropi, come i materiali compositi che hanno vantaggiose caratteristiche quali basso peso, volume ridotto, buona resistenza meccanica, ecc., e che per tali ragioni trovano ampia diffusione, in particolare nel settore aeronautico. Tali materiali sono generalmente laminati. Ogni lamina si compone di una matrice plastica nella quale sono inserite fibre conduttrici. Presentando una conducibilità inferiore a quella dei metalli, l'analisi delle proprietà schermanti che essi presentano nei confronti di sorgenti di campi elettromagnetici è di grande importanza. Si è pertanto sviluppato un idoneo modello per simulare il comportamento elettromagnetico di tali strutture sottoposti ad impulsi UWB. Tali modelli sono basati su tecniche numeriche o circuitali. Si è inoltre studiato l'accoppiamento di onde UWB con fili, cavi coassiali e twistati. Gli studi sono stati condotti mediante tecniche numeriche utilizzando il metodo dei momenti, il metodo delle linee di trasmissione, ove possibile, e metodi sperimentali. Si è valutato sperimentalmente l'impatto di sistemi di comunicazione UWB su sistemi di comunicazione tradizionali di tipo wireless e non per valutarne la compatibilità. Si è progettata e realizzata un'antenna direzionale ad alto guadagno per segnali UWB che può essere di grande interesse per comunicazioni punto-punto.

In collaborazione con il centro EMC della Philips si stanno studiando tecniche per prove EMC di segnali UWB. Infine si sottolinea che il laboratorio EMC dell'Università dell'Aquila è attualmente equipaggiato con la strumentazione necessaria per fare misure EMC a segnali UWB, e cioè sistemi di comunicazione UWB, oscilloscopi digitali, analizzatori di spettro, antenne, ...

Nell'ultimo periodo si sono studiati i problemi relativi a comunicazioni UWB tra sensori posti all'interno (in-body) o sulla superficie (on-body) del corpo umano nell'ambito di reti note come Body Area Network (BAN). Nelle applicazioni condotte, si sono simulati radio sensori mediante antenne patch a banda larga, mentre il corpo umano è stato modellato mediante manipolazione di immagini TAC o MRI, o attraverso il modello noto come Visibile Human. Le analisi di caratterizzazione del canale radio tra vari sensori sono state condotte mediante metodi alle differenze finite nel dominio del tempo (FDTD).

Bibliografia

- [1] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, "UWB communication signals coupling to wires", *Int. Symp. on EMC*, Sendai, Japan, June 1-4, 2004.
- [2] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, "Experimental Investigations of Cables Excited by UWB Communication Transmitters", *8th WSEAS Int. Multi-Conf.*, Vouliagmeni, Athens, Greece, July 12-13, 2004.
- [3] C. Buccella, M. Feliziani and G. Manzi, "Penetration of Ultra Wide Band (UWB) Communication Signals through Walls", *EUROEM 2004 Conference*, Magdeburg, Germany, July 12-16, 2004.
- [4] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, "Small-Directive Antenna to improve UWB Communication System Performances and Reduce Distortions", *6th EMC Europe- Int. Symp. on EMC*, Eindhoven, Sept. 6-10, 2004.
- [5] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, "Compatibility of Ultra Wide Band (UWB) radio", *XXVIIIth General assembly of International Union of Radio Science*, New Delhi, India, 23 to 29 October 2005.
- [6] M. Di Renzo, M. Feliziani, F. Graziosi, F. Santucci, "Spectral shaping and interference issues in ultra wideband radio systems. Proc. of IEEE Internat. Symp. on EMC. 11-16 May 2003, vol. 3 pp. 936-941.
- [7] F. Graziosi, F. Santucci, M. Di Renzo, M. Feliziani and G. Manzi, "Characterization of the Ultra-Wide Band Channel", *Proc. of Wireless Communic. & Applied Comput. Electrom. IEEE/ACES.*, 3-7 April 2005, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 27-30.
- [8] C. Buccella, M. Di Renzo, M. Feliziani, G. Manzi, A. Tiberio, "UWB propagation measurements in indoor working environment and through building material", *EMC Europe Workshop*, Rome, 17-19 Sept., 2005.
- [9] Alessandro Di Francesco, Marco Di Renzo, Fabio Graziosi, Giuliano Manzi, Fortunato Santucci, Riccardo Minutolo, Roberto Presaghi, "Measurement Campaign for Characterizing the Ultra Wide-Band Outdoor Channel", *Second International Workshop Networking with Ultra Wide Band Workshop on Ultra Wide Band for Sensor Networks Rome*, July 4-6, 2005.
- [10] G. Manzi N. van Dijk, P. Beeckman and M. Feliziani, "Experimental EMC Assessment of Different Ultra Wide Band Technologies", *7th EMC Europe- Int. Symp. on EMC*, Barcelona, Sept. 4-8, 2006.
- [11] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, "Generation of Ultra Wide Bandwidth (UWB) Pulses for Cognitive Radio Applications", *7th EMC Europe- Int. Symp. on EMC*, Barcelona, Sept. 4-8, 2006.
- [12] C. Buccella, M. Feliziani, G. Manzi, Pulse shaping numerical procedures for ultra wide bandwidth systems", submitted for publication. *IEEE Trans. Magnetics*, vol.43, no.4. April 2007.
- [13] C. Buccella, V. De Santis and M. Feliziani, "UWB detection of a scattering object inside a non-homogeneous region," *European Electromagnetics EUROEM*, 21-25 July 2008, Lausanne, Switzerland.
- [14] G. Manzi, M. Feliziani, P.A. Beeckman, and N. van Dijk, "Coexistence Between Ultra-Wideband Radio and Narrow-Band Wireless LAN Communication Systems—Part I: Modeling and Measurement of UWB Radio Signals in Frequency and Time," *IEEE Trans. Electromag. Compat.* vol.51., no. 2, pp. 372-381, May 2009.
- [15] G. Manzi, M. Feliziani, P.A. Beeckman, and N. van Dijk, "Coexistence Between Ultra-Wideband Radio and Narrow-Band Wireless LAN Communication Systems—Part II: EMI Evaluation," *IEEE Trans. Electromag. Compat.*, vol.51., no. 2, pp. 382-390, May 2009.
- [16] C. Buccella, M. Feliziani, and G. Manzi, "Penetration of Ultra-wideband (UWB) Communication Signals Through Walls", *Ultra-Wideband, Short-Pulse Electromagnetics 7*, pp. 784-795, 2007.
- [17] V. De Santis, M. Feliziani and F. Maradei "Safety assessment of UWB radio systems for body area network by the FD²TD method," *COMPUMAG 2009*, 17th Conference on the Computation of Electromagnetic Fields, 22-26 November 2009, Florianopolis, Brasil.
- [18] V. De Santis. M. Feliziani, "Performance Analysis of UWB Antennas for Body Area Network (BAN) Applications Using a Highly Accurate CAD Model of the Human Body", *EMC Europe 2010*, Wroclaw, Poland, Sept. 13-17, 2010.