

Titre en français : Conception d'un émetteur-récepteur HBC intégré en technologie CMOS dédié aux réseaux WBAN

Titre en anglais : Design of an integrated HBC transceiver using CMOS technology dedicated to Wireless Body Area Network.

Nom du directeur de thèse : Dehaese Nicolas (co-directeur Rémy Vauché)

Tel : +33 (0) 4 13 55 40 33 (+33 (0) 4 13 55 40 16)

E-Mail : nicolas.dehaese@univ-amu.fr (remy.vauche@univ-amu.fr)

Laboratoire : IM2NP

Financement : demandé

Type de financement : bourse ministérielle

Résumé en français :

Le sujet présenté ici se positionne autour de la mise en œuvre des communications entre dispositifs en contact avec le corps humain (Wireless Body Area Network, WBAN). Un cas d'usage rentrant dans le domaine des applications visées par ce projet est le transfert de données provenant de capteurs sous forme de patches posés à différents endroits du corps humain, vers un dispositif intelligent en contact avec la peau (montre, téléphone, etc.) qui agglomérerait les données. Pour adresser ce type d'usage, il est proposé dans ce projet d'explorer les communications utilisant le corps humain comme canal de propagation (Human Body Communications – HBC) [1][2] qui ont été normalisées par le standard IEEE 802.15.6 [3]. Etant donné l'absence de dispositifs commerciaux à ce jour et le manque d'intégration des solutions proposées dans la littérature, de même que de leur coût élevé, le sujet décrit ici a pour objectif de quantifier l'apport des communications HBC vis-à-vis des autres technologies sans fil en réalisant un dispositif communicant placé sur la peau. Pour cela, le candidat retenu sera amené à réaliser un émetteur-récepteur HBC intégré tout en minimisant sa consommation [4] par rapport à celle du capteur associé mais aussi son coût. Il devra ainsi travailler sur la conception des blocs fonctionnels analogiques intégrés (front-end radio-fréquence programmable, RSSI, TSSI) et des fonctions numériques (modulateur/démodulateur, traitement des signaux en bande de base) nécessaires à la mise en œuvre de l'émetteur récepteur.

La thèse se déroulera au sein de l'équipe Conception de Circuits et de Systèmes Intégrés (CCSI) de l'Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence (IM2NP) sur le technopôle de Château-Gombert. La mission principale de l'équipe CCSI est de concevoir des circuits et systèmes innovants sur puce avec des performances en rupture en termes de coût et de consommation à l'aide des technologies silicium. Ses travaux se focalisent principalement sur 3 axes : les interfaces de communications, les interfaces capteurs et les circuits et systèmes pour la santé. Elle a ainsi notamment déjà développé une forte activité autour des WBAN [5-7] avec notamment le CEA-LETI, Orange et Airbus Helicopters. L'équipe bénéficie par ailleurs de l'environnement de recherche pluridisciplinaire de l'IM2NP qui compte plus de 300 personnes, ainsi que celui d'Aix-Marseille Université (74000 étudiants et 8000 personnels), ce qui lui permet de relier de nombreux aspects fondamentaux aux applications dans le domaine de l'électronique intégrée.

Résumé en anglais :

The subject presented here is about the implementation of communications between devices in contact with the human body. An example of the targeted applications is the data transfer from sensors placed at different human body locations, to a smart device such as a watch or a cell phone. To address this type of use, it is proposed here to explore communications using the human body as propagation channel (Human Body Communications – HBC) which has been defined in the IEEE 802.15.6 standard. Given the absence of commercial HBC devices and the lack of integrated low cost solutions in literature, the subject described here aims to quantify advantages of HBC communications compared to other wireless technologies with the help of a HBC communicating patch placed on the skin. To do so, the Ph. D. student will design an integrated HBC transceiver while minimizing its power consumption [4] and its cost. The student will have to work on the design of the required integrated analog functional blocks (programmable RF front-end, RSSI, TSSI) and digital functions (modulator, demodulator and baseband signal processing).

The thesis will take place within the Integrated Circuits and Systems Design (CCSI) team of the Microelectronics Nanosciences Materials Institute of Provence (IM2NP) on the Château-Gombert technopole. The primary mission of the CCSI team is to design innovative on-chip circuits and systems with breakthrough performance in terms of cost and power consumption using silicon technologies. Its work focuses mainly on 3 areas: communications interfaces, sensor interfaces and health circuits and systems. It has thus already developed a strong activity around the WBAN [5-7] in partnership with CEA-LETI, Orange and Airbus Helicopters. The team also benefits from the multi-disciplinary research environment of IM2NP, which counts more than 300 people, as well as the environment of Aix-Marseille University (74,000 students and 8,000 staff), which allows it to connect many fundamental aspects to applications in the field of integrated electronics.

Profil du candidat recherché :

Le candidat recherché est idéalement un étudiant en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieur spécialisé dans le domaine de la micro-électronique (orienté conception de circuits-intégrés), ou bien plus généralement de l'électronique. Il devra ainsi avoir des compétences en conception fonctions électroniques analogiques et/ou en programmation VHDL, de même que des connaissances relatives aux chaînes d'émission/réception.

Publications sur le sujet :

- [1] G. S. Anderson and C. G. Sodini, « Body coupled communication: The channel and implantable sensors, » 2013 IEEE International Conference on Body Sensor Networks, Cambridge, MA, USA, 2013, pp. 1-5.
- [2] R. Xu, H. Zhu and J. Yuan, « Circuit-coupled FEM analysis of the electric-field type intra-body communication channel, » 2009 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, Beijing, 2009, pp. 221-224.
- [3] IEEE, « IEEE P802.15.6-2012 Standard for Wireless Body Area Networks, » 2012.
- [4] H. Cho, H. Kim, M. Kim, J. Jang, J. Bae and H. J. Yoo, « 21.1 A 79pJ/b 80Mb/s full-duplex transceiver and a 42.5µW 100kb/s super-regenerative transceiver for body channel communication, » 2015 IEEE International Solid-State Circuits Conference - (ISSCC) Digest of Technical Papers, San Francisco, CA, 2015, pp. 1-3.

- [5] S. Bourdel et al., "A 9-pJ/Pulse 1.42-Vpp OOK CMOS UWB Pulse Generator for the 3.1–10.6-GHz FCC Band," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 58, no. 1, pp. 65-73, Jan. 2010.
- [6] A. Goavec, M. Zarudniev, R. Vauché, F. Hameau, J. Gaubert and E. Mercier, "An Efficient Method of Power Spectral Density Estimation for On-Chip IR-UWB Transmitter Self-Calibration," in IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, vol. 64, no. 3, pp. 686-695, March 2017.
- [7] L. Ouvry et al., "A 4GHz CMOS 130 nm IR-UWB dual front-end transceiver for IEEE802.15 standards," 2014 21st IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), Marseille, 2014, pp. 798-801.

Insertion professionnelle après thèse : publique et privée