Conception en vue du test d'un amplificateur de puissance à 60 GHz

F. Cilici[1,2], M. Barragán[1], E. Lauga-Larroze[2], S. Bourdel[2], S. Mir[1]

[1] : University of Grenoble-Alpes, Laboratoire TIMA , 46 avenue Félix Viallet, 38031 GRENOBLE Cedex France

[2] : University of Grenoble-Alpes, IMEP-LAHC Minatec, 3 Parvis Louis Néel, CS 50257, 38016 Grenoble, France

E-mail doctorant : florent.cilici@univ-grenoble-alpes.fr

E-mail directeur de thèse : salvador.mir@univ-grenoble-alpes.fr

Résumé :

En vue de réduire les coûts de test des circuits intégrés analogiques radiofréquence (RF), une voie de recherche explorée consiste à intégrer des capteurs directement au sein de la puce [1], [2]. Ces capteurs permettent d'extraire différents paramètres (courant, tension,...) dont les valeurs permettront de valider la fonctionnalité du circuit. Parmi les différents circuits analogiques RF, on distingue différentes fonctions telles que les amplificateurs de puissance (PA), amplificateurs faible bruit (LNA), mixers, oscillateurs. Pour chacune de ces fonctions, il faut déterminer les indicateurs les plus pertinents à extraire afin de remonter aux performances du circuit. Une fois ces indicateurs identifiés, il faut alors concevoir le capteur adéquat.

Dans le cadre de mes travaux de recherche, la fonction RF choisie est un PA fonctionnant à 60 GHz, et les capteurs, ajoutés en vue du test intégré, doivent être le moins intrusifs possible. Le choix d'un amplificateur de puissance tient à sa présence dans tout émetteur RF, ce qui en fait un circuit incontournable. Les principales performances affichées par un PA sont le gain en puissance, la linéarité, l'efficacité énergétique et l'adaptation en puissance. En vue de cette étude, un PA à un étage et fonctionnant à 60 GHz a été conçu en technologie BiCMOS 55nm de STMicroelectronics.

Pour concevoir ce circuit, une méthodologie de design a été suivie [3], faisant intervenir différentes étapes telles que le choix et le dimensionnement des composants, la réalisation de réseaux d'adaptation en lignes microruban et la prise en compte des effets des interconnections. La valeur de la fréquence (60 GHz) a de très fortes répercussions sur tous ces éléments, ce qui rend le flot de conception plus délicat que pour des fréquences plus basses (quelques GHz).

Le circuit réalisé en technologie BiCMOS 55nm mesure 0,16mm^2 et affiche les performances suivantes : adaptation en entrée et en sortie inférieure à 20 dB, gain en puissance de 5,2 dB, linéarité IIP3=11,6 dB, compression P_{c1dB}=1,3 dB, saturation (gain nul) = 8,9 dB, efficacité PAE=10,9%, consommation I_{DC}=28 mA. Une fois ce circuit conçu et parfaitement maîtrisé, l'étude se poursuit en identifiant les paramètres les plus pertinents à venir mesurer en vue de déduire les performances du circuit.

Références :

[1] A. Dimakos, H. G. Stratigopoulos, A. Siligaris, S. Mir and E. De Foucauld, "Built-in test of millimeter-Wave circuits based on non-intrusive sensors," *2016 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE)*, Dresden, 2016, pp. 505-510.

[2] S. M. Bowers, K. Sengupta, K. Dasgupta, B. D. Parker and A. Hajimiri, "Integrated Self-Healing for mm-Wave Power Amplifiers," in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 61, no. 3, pp. 1301-1315, March 2013.

[3] Ayssar SERHAN, « Conception et réalisation de fonctions millimétriques en technologie BiCMOS 55nm », Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes, septembre 2015.