

Conception d'une chaîne de conversion analogique-numérique rapide pour l'acquisition et le traitement de mesures en électronique de puissance

Environnement

Laboratoire : ENIT – LGP Responsables : Stéphane BAFFREAU, Pierre CHALIMBAUD, Guillaume VINE
E-mail : Stephane.Baffreau@iut-tarbes.fr, Pierre.Chalimbaud@iut-tarbes.fr, guillaume.vine@enit.fr.
Téléphone : 06 28 04 55 23

Mots Clefs

Electronique numérique et mixte, Conversion Analogique/Numérique, Haute fréquence, prototypage, programmation, intégration en électronique de puissance.

Contexte

Les développements technologiques actuels en électronique de puissance en termes de performance des composants semi-conducteurs et méthodes d'intégration (composants « grand gap », impression 3D...) font évoluer les dispositifs vers de hautes fréquences de fonctionnement, densités de puissance et compacité.

Les modules de puissance tendent ainsi vers des niveaux de tension/courant, fréquences de découpage et temps de commutation toujours plus élevés associés à une réduction des interconnexions entre composants et le rapprochement voire l'intégration du circuit de commande [1].

Les conditions de fonctionnement sévères associés à ces développements technologiques, fortes perturbations électromagnétiques notamment, nécessite un enrichissement des méthodes de mesure électriques/électromagnétiques à des fins de contrôle et d'évaluation de l'état de fonctionnement.

En ce sens, l'équipe e-ACE² du Laboratoire Génie de Production (LGP) travaille au développement de capteurs de courant et de champ magnétique [2] en adéquation avec ces évolutions :

- Large bande de fréquence : hautes performances des capteurs en termes de bande passante afin de mesurer les phénomènes de commutation de plus en plus haute fréquence.
- Compacité : miniaturisation et intégration des capteurs au sein des modules de puissance dans l'objectif d'un traitement de la mesure embarquée directement dans le circuit de commande.
- Fiabilité et précision de mesure en environnement contraint, thermique et Compatibilité ElectroMagnétique (CEM).

Au sein de cet axe de recherche, l'équipe e-ACE² est partenaire du projet AM-PM en collaboration avec académiques et industriels dans l'objectif global de réaliser un module de puissance intelligent dédié aux environnements sévères aéronautique et naval. Les travaux menés au laboratoire concernent la conception et l'intégration d'un capteur de courant en impression 3D, type boucle de Rogowski, dédié à la mesure du courant de phase moteur.

La chaîne de mesure complètement intégrée au module est constituée de la partie analogique, capteur et conditionneur, de la partie mixte, conversion analogique-numérique (A/N), et de la partie numérique, système numérique de calcul, Figure 1.

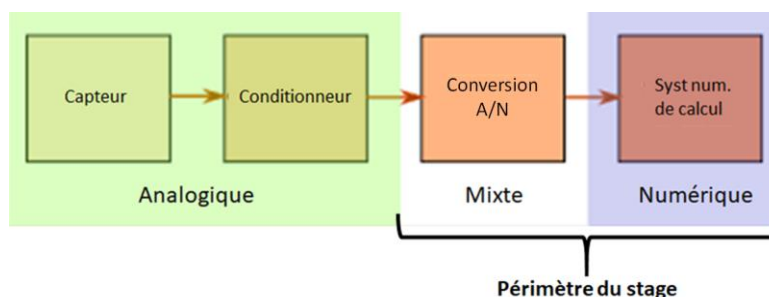


Figure 1 –Chaîne de mesure

Le stage porte sur la conception de la partie mixte, l'interfaçage avec le système numérique de calcul et la programmation de fonctions de traitement de la mesure (transformée de Fourier et filtrage). La conception devra répondre au cahier des charges global du système en bande passante et résolution de mesure. Ainsi l'objectif visé pour la partie numérique est une précision d'au moins 12bits et une bande passante supérieure à 10 MHz.

Contribution attendue

Les nombreux défis techniques de ce stage en choix d'architecture électronique, de conception de carte et de programmation numérique seront traités sur la base d'études bibliographiques et techniques avec l'utilisation de logiciels de simulation notamment (LTspice, ADS). Le stagiaire travaillera en collaboration avec le spécialiste capteur (Guillaume VINE) responsable de la conception de la partie analogique et sera supporté par les spécialistes de l'électronique numérique (Stéphane BAFFREAU et Pierre CHALIMBAUD).

Le stage s'articulera autour de 3 activités principales et complémentaires :

Dans la première partie du stage, la chaîne de mesure sera conçue en utilisant une carte de conversion analogique-numérique de bande passante 1 MHz en technologie Flash disponible au laboratoire. Celle-ci devra être interfacée avec la partie analogique, capteur et conditionneur, en amont, et différents systèmes numériques de calcul (FPGA, DSP...), en aval. Une fois l'ensemble fonctionnel, la programmation des fonctions de traitement de la mesure sera réalisée : transformée de Fourier et filtrage. L'ensemble sera validé sur banc d'essai de puissance.

Dans la seconde partie, un travail d'identification d'une technologie de conversion A/N rapide sera effectué afin de répondre au requis du projet. Une carte prototype réalisant cette conversion sera conçue et fabriquée. De manière similaire à la première partie du stage, celle-ci sera interfacée avec les parties analogiques et numériques de la chaîne de mesure et testée au banc de puissance. L'analyse des performances du système complet en termes de bande passante et de résolution sera alors effectuée afin d'identifier les potentielles limitations du design réalisé et apporter les modifications nécessaires.

Dans la troisième partie, la conception de la carte finale sera abordée. Celle-ci regroupera les fonctions de conversion A/N et le système numérique de calcul. Cette conception prendra en compte les contraintes de l'application en termes de dimension de la carte, de thermique et de CEM (gestion des masses, blindage de la carte...). Tout comme les prototypes précédents, la carte sera testée au banc de puissance.

La finalité du stage sera l'intégration du capteur et de sa chaîne de mesure au sein d'un module de puissance démontrant la faisabilité de cette méthode innovante de mesure intégrée. Les travaux menés pourront amener à la publication d'un article scientifique.

L'ensemble des étapes de conception et choix techniques sera détaillé avec soin afin de permettre la réutilisation des travaux sur d'autres applications, plus haute fréquence notamment.

Qualités requises

Le (la) candidat(e) devra être issu d'une formation scientifique spécialisée en électronique analogique et numérique avec une expérience antérieure, projet étudiant ou stage, en conception de circuit imprimé et électronique programmable.

Outre des qualités techniques certaines, le (la) candidat(e) devra posséder une curiosité scientifique pour aborder les différentes étapes proposées mais aussi être force de proposition dans le déroulement de l'étude.

Le (la) candidat(e) devra également posséder un bon niveau de maîtrise de l'anglais et des qualités de communication et de synthèse écrites et orales en français comme en anglais.

Modalités pour postuler

Toute candidature devra être adressée par mail (CV + lettre de motivation, relevé de note du M1 optionnel) aux adresses Stephane.Baffreau@iut-tarbes.fr, Pierre.Chalimbaud@iut-tarbes.fr et guillaume.vine@enit.fr.

A l'issue de la phase de candidature (fin de réception des candidatures le 4 décembre 2022, minuit), une audition aura lieu entre le 5/12 et le 16/12.

Déroulement du stage

Le stage durera 5 mois (possibilité de faire 6 mois). La gratification sera versée mensuellement et correspondra au taux horaire de gratification de 3,90 € par heure de stage. La gratification mensuelle sera calculée au prorata de jours travaillés, avec le calcul suivant : 1 jour = 7 heures. Le début du stage est possible à partir de février 2023.

Il y a trois lieux d'exercice situés dans la même ville mais distants de 5 km environ :

- Laboratoire Génie de Production, Ecole Nationale d'Ingénieurs de TARBES, 47 Avenue d'AZEREIX, 65000 TARBES, France;
- Institut Universitaire de Technologie, 1 Rue Lautréamont, 65000 Tarbes
- Plateforme PRIMES, 67 Boulevard Pierre Renaudet, 65000 Tarbes, France.

Le LGP et l'IUT sont distants de 200 m environ. La plupart du stage se déroulera sur la plateforme PRIMES.

Bibliographie

- [1] M. Barlow, S. Ahmed, A. M. Francis and H. A. Mantooth, "An Integrated SiC CMOS Gate Driver for Power Module Integration," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 34, no. 11, pp. 11191-11198, Nov. 2019
- [2] G. Vine, P. -E. Vidal and J. -M. Dienot, "Characterization Method of Radiated Magnetic Field Based on Integrated Antenna Measurement Applied to Power Module Technologies," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 35, no. 2, pp. 1440-1449, Feb. 2020.