

Sujet de Thèse

Impression robotique 3D de circuits plastroniques pour des applications Internet des Objets

Dans le cadre de la **Chaire Industrielle d'Excellence MINT***, la thèse s'appuiera sur une technologie d'impression d'encre fonctionnelles sur des objets tridimensionnels au moyen d'un système robotique. Grâce à ce mode de **fabrication additive**, des circuits électroniques sont constitués directement en 3D au sein de pièces et boîtiers plastiques (sans utilisation de PCB). Ils sont parfaitement intégrés à la partie mécanique de l'objet support. L'essor important du nombre **d'objets connectés** et plus particulièrement ceux liés à L'IIoT-Industriel requiert aujourd'hui de nouvelles techniques d'intégration mécatronique, comme la plastronique.

Ce travail de thèse repose sur l'étude des **procédés de dépôt** d'encre fonctionnelles **sur objet 3D**, notamment en les couplant à la **plateforme robotique** existante. La 1^{ère} étape consistera à mettre au point l'impression de pâtes conductrices et d'encre fonctionnelles ainsi que les **moyens de recuit** de ces encres sur des substrats thermoplastiques de forme 3D. L'étude portera ensuite sur la **conception et la réalisation de composants** et architectures électroniques tirant partie du potentiel de dépôt **multi-matériaux** et de la géométrie tridimensionnelle du support. Les pistes et composants seront imprimés et caractérisés dans une optique de **performance**, de **fiabilité** et de **longévité**, d'abord en 2D au sein des laboratoires LGP2 et IMEP-LAHC puis en 3D sur la plateforme robotique S.mart DS. Le candidat poursuivra ensuite l'exploration des possibilités ouvertes par cette voie 3D en termes de **conception électronique et d'architecture de systèmes** pour des applicatifs IIoT-Industriel.

Le sujet étant **hautement pluridisciplinaire**, le candidat pourra s'appuyer sur les compétences regroupées au sein de la Chaire MINT :

- LGP2 : laboratoire spécialiste de l'électronique imprimée sur substrats flexibles et rigides et plus généralement sur la fonctionnalisation de surface
- IMEP-LAHC : laboratoire spécialiste de la conception et caractérisation de dispositifs électroniques avancés
- S.mart DS : plateforme technologique, spécialiste du génie industriel et de la productique
- Schneider Electric : entreprise spécialiste mondial du management de l'énergie

De **formation généraliste**, le candidat mettra à profit ses connaissances à la fois en physique des matériaux (rhéologie, physicochimie), en **mécatronique** et électronique (composants passifs, capteurs, antennes), mais également en mécanique et robotique (contrôle dimensionnel, suivi de trajectoires). Il devra faire preuve d'une **grande curiosité** du fait de l'aspect pluridisciplinaire du travail proposé. **Autonome** et **force de proposition**, il devra avoir un goût prononcé pour le **travail expérimental** ainsi qu'une **capacité d'adaptation** aux environnements des laboratoires et de la plateforme. Ses **aptitudes relationnelles et humaines** lui permettront d'évoluer sereinement au sein des différentes équipes impliquées dans la Chaire MINT. Le candidat devra également faire preuve de qualités rédactionnelles pour la rédaction de rapports scientifiques. Il aura aussi à synthétiser oralement l'avancée de ses travaux lors des réunions de travail et conseils scientifiques devant l'ensemble des partenaires.

De par l'ambition du sujet proposé, le doctorant sera amené à présenter en **Anglais** ses travaux dans les grands congrès internationaux et à publier dans des revues majeures des domaines abordés.

Rémunération : 2200 € brut /mois

Contact : Mme N. Reverdy-Bruas (Grenoble INP): nadege.reverdy-bruas@pagora.grenoble-inp.fr

*<http://fondation-grenoble-inp.fr/nos-actions/contribuer-developpement-recherche/chaire-mint/>

PHD description

3D printed electronic for Molded Interconnected Devices (MID) dedicated to Internet of Things applications

Within the framework of a **Chaire Industrielle d'Excellence MINT***, the PHD relies on a direct printing technology of functional inks on tridimensional objects coupled with a **robotic system**. Electronic circuits are built directly on top of the mechanical parts and take benefit from the **3D deposition freedom** given by this **additive manufacturing technology**. Such a 3D electronic is so combined with the mechanical substrate that its mechatronic integration is enhanced.

The increase of **connected products** on the market is exponential, for IoT and Industrial-IoT applications, leading to innovative manufacturing technologies needs for mechatronic integration.

The Phd work is dedicated to **3D electronic printing** of functional inks on mechanical thermoplastic products. **Printing process** will be settled and synchronized on the existing 6 axis **robotic platform**. Within a 1st step, the student must adapt the printing process of functional inks and conductive pastes for 3D deposition on thermoplastic parts. She/He will optimize the associated **curing process** as well. The 2nd Phd target is devoted to **electronic design and stacking architectures** of components. The goal is to take advantage of the **multi-materials** printing potential of the technology in addition to the 3D geometry of the substrate. Conductive tracks and printed components will be characterized versus their **properties, reliability, and ageing behavior**. Those measurements will be conducted first on 2D thermoplastic substrates within LGP2 and IMEP-LAHC laboratories. Afterward, they will be deployed on 3D products within S-Mart.DS robotic platform. The student will then explore the possibilities offered by the 3D additive manufacturing process in terms of **innovative electronic design and system architecture** for IoT-Industrial applications.

Due to the **multidisciplinary domains** of the skills involved, the applicant will rely on the expertise of the members of the Chaire Industrielle d'Excellence MINT*:

- LGP2 : laboratory of printed electronic on flexible substrates
- IMEP-LAHC : laboratory of design and characterization of advanced electronic systems
- S-MART DS : technological platform dedicated to industrial engineering
- Schneider Electric : industrial company leader in energy management

With **general technical skills**, the applicant background needs to encompass materials physics (rheology, physicochemistry), mechatronic and electronic (passive components, sensors, antenna), as well as mechanic and robotic (dimensional control, trajectory tracking).

Open and **curious**, she/he appeals to work within a multidisciplinary context. **Proactive** and **autonomous**, she/he is found of experimental work and is very adaptive to laboratory and industrial platform environments. Her/His **human skills** make her/him evolve serenely within the various team involved in the Chaire MINT. She/He must have the ability to easily write scientific reports (French language) and present her/his work to the Chaire's members during Scientific committees.

English language is mandatory as the Phd student should attend international conferences and submit papers within major scientific journals.

Remuneration : 2200 € gross /month

Contact : Mme N. Reverdy-Bruas (Grenoble INP): nadege.reverdy-bruas@pagora.grenoble-inp.fr

*<http://fondation-grenoble-inp.fr/nos-actions/contribuer-developpement-recherche/chaire-mint/>