

Sujet de thèse

Capteur magnétique pour les communications magnétiques sans fil basse consommation

Lieu : Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble (G2Elab)
Bâtiment GreEn-ER
21 avenue des martyrs, 38031 Grenoble

Equipe : MADEA*(Matériaux, Machines et Dispositifs Electromagnétiques Avancés)

Contact: Aktham ASFOUR
Email : Aktham.Asfour@g2elab.grenoble-inp.fr
Téléphone : 04 76 82 63 95

Contexte scientifique :

Le développement de la communication sans fil (Wifi, Bluetooth, etc) dans de nombreux domaines entraîne une croissance en consommation d'énergie. Dans ce type de communication, la liaison entre émetteur et récepteur est réalisée par ondes électromagnétiques radiofréquences (RF). Ces technologies sans fil sont aussi confrontées à leurs propres limites intrinsèques lorsqu'il s'agit de pouvoir fonctionner dans des conditions et des milieux difficiles comme par exemple les milieux souterrains, sous-marins et les milieux biologiques... Ces limites sont liées, entre autres, au niveau élevé d'atténuation des ondes RF dans ces milieux.

La recherche de nouvelles technologies basse consommation, permettant la communication dans des milieux difficiles, est un enjeu important. De ce point de vue, la communication magnétique (CM) à basse fréquence suscite un intérêt récent pour certains domaines (environnement, secours, médical, internet des objets communicants (IoT), sécurité, militaire). Cette CM est réalisée par le champ magnétique seulement (couplage inductif entre bobines émettrice et réceptrice). En effet, le champ magnétique peut facilement pénétrer les matériaux non magnétiques tels que l'eau, le béton, le plastique, les tissus biologiques. Il s'agit par exemple de l'une des solutions les plus prometteuses pour transmettre des données entre des objets terrestres et souterrains/sous-marins, entre des dispositifs médicaux portables/implantés.

Cependant, à cause de la forte décroissance du champ magnétique, seules les courtes distances de communication sont possibles. L'augmentation de la portée passe par l'emploi de grande taille de bobines émettrice et réceptrice. Cette contrainte limite l'émergence de dispositifs de CM miniatures ayant une bonne sensibilité de réception, une faible consommation et une portée et une bande passante raisonnables.

L'équipe MADEA+ du G2Elab veut initier des travaux d'exploration pour adresser cette problématique à travers une approche innovante : la bobine réceptrice d'un système de communication magnétique conventionnel sera remplacée par un capteur magnétique à haute sensibilité. Un des capteurs candidats, entre autres, est basé sur une technologie émergente dite à Magnéto-Impédance Géante (ou GMI pour Giant Magneto-Impedance). Ces capteurs GMI sont en développement par l'équipe MADEA+. Ils peuvent combiner des performances actuelles ou attendues (haute sensibilité, large bande passante, petite taille, faible consommation) qui laissent à penser qu'ils peuvent concurrencer les solutions conventionnelles, à base de bobines, pour réaliser des récepteurs petits, très sensibles et légers qui peuvent être adaptés aux systèmes CM miniatures et aux applications mobiles.

Travaux envisagés de la thèse

Les travaux de thèse visent notamment à explorer le potentiel de cette solution, à en identifier les performances et à décliner les règles de mise en œuvre du capteur GMI dans un système de communication magnétique.

Le premier objectif de la thèse consistera à effectuer une première étude de dimensionnement et à réaliser un dispositif simplifié de communication magnétique intégrant un capteur magnétique à haute sensibilité afin de valider les hypothèses de travail et fournir une preuve de concept.

La deuxième phase sera centrée sur la conception d'un capteur ou d'un magnétomètre GMI optimal. Différentes structures et configurations magnétiques du capteur et différentes stratégies de conditionnement électronique seront explorées et évaluées. L'objectif sera de décliner les règles de la mise en œuvre pour garantir la meilleure sensibilité et meilleur rapport signal à bruit, tout en conservant une large bande passante de mesure. Cette partie inclura également une comparaison avec d'autres types de capteurs magnétiques à haute sensibilité.

La troisième phase de la thèse consistera dans la réalisation intégrale d'un démonstrateur de laboratoire de communication magnétique, intégrant le capteur développé, et la mesure de ses performances.

Selon l'avancement des travaux des tests de validation dans des environnements réels (souterrains par exemple) pourront alors être effectués.

Mots clés : *Communication magnétique, capteur magnétique à haute sensibilité, Magnéto-Impédance Géante (GMI)*

Financement : Projet Carnot « Energies du Futur »