

Soutenance de thèse de Cédric Hugon

Aimants permanents pour la RMN et l'IRM/

Permanent magnets for NMR and MRI

Mercredi 6 octobre 2010 à 14h en l'amphi Bloch (Bât. 774) à l'Orme des Merisiers, CEA Saclay.

Résumé :

Les matériaux aimantés offrent une alternative intéressante aux aimants supraconducteurs dans le contexte d'applications RMN moins exigeantes en intensité de champ magnétique. Ce travail s'attache à l'étude théorique et expérimentale de systèmes aimantés créant des profils de champ magnétique contrôlés dans une région d'intérêt pour la RMN. Après l'introduction d'un formalisme basé sur la décomposition en harmoniques sphériques pour la conception de ce type d'aimants, nous avons étendu ces concepts à la mesure et à l'ajustement de profils de champ simulés ou réels. Le cas des champs magnétiques homogènes doit être traité séparément de celui des forts gradients du fait des champs concomitants, nécessitant un formalisme adapté à chacune des deux situations. En utilisant ces développements théoriques, nous avons conçu et réalisé plusieurs prototypes. Nous décrivons en particulier un système d'aimant à bas coût créant un champ homogène à 12 ppm dans 2 mm³ de 0.12 T. Cette performance est obtenue après l'ajustement du système par ajout de petits aimants permanents. De plus, nous avons fabriqué un aimant unilatéral générant un fort gradient de champ (3.3 T/m) avec des variations du champ dans les directions transverse inférieures à 100 ppm dans un centimètre de diamètre, après ajustement par perturbation de la géométrie de l'aimant. Cet aimant a pu être intégré avec des bobines de surface de notre conception pour réaliser un système complet de RMN *ex situ* permettant la mesure de temps de relaxation et d'effectuer de l'imagerie 1D avec une résolution démontrée de 20 µm.

Summary:

Permanent magnets are a good alternative to superconducting magnets for NMR applications demanding a smaller magnetic field strength. This work focuses on the theoretical and experimental study of permanent magnet systems with controlled field profiles, suitable for NMR. After introducing a formalism based on spherical harmonics decomposition for the design of such magnets, we extended these concepts to the characterization (field mapping) and shimming of simulated or fabricated structures. The cases of the generation of a homogeneous field and of a strong field gradient have to be treated separately due to concomitant fields. Consequently, we provided an appropriate framework for both situations. Using these frameworks, we designed and fabricated several prototypes after. We described the performance of a low-cost homogeneous *in situ* magnet achieving 0.12-T with 12-ppm homogeneity in a 3-mm³ volume after shimming based on additional small magnet pieces. In addition, a single-sided static gradient structure is presented. The shimming of this magnet, based on geometry alteration, demonstrated the possibility to map precisely a very strong field gradient (3 T/m) and to control the spatial variations of that profile. This single sided magnet was then integrated with surface coils of our own design in order to perform *ex situ* NMR experiments. We demonstrated the ability to perform relaxation time measurements and 1D imaging with a resolution of 20 µm over a thickness of several millimeters.