

Objectifs de l'UE

Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de :

- 1) décrire les principales propriétés des matériaux et procédés technologiques utilisés pour la fabrication des systèmes micromécatroniques
- 2) d'analyser le fonctionnement de ces systèmes multiphysiques
- 3) d'énumérer l'ensemble des techniques de modélisation multiphysique reposant sur une approche à paramètres localisés et/ou distribués
- 4) faire le choix au niveau de la modélisation entre une approche à paramètres localisés et une approche à paramètres distribués
- 5) d'utiliser l'une ou l'autre des approches pour concevoir et simuler le comportement de systèmes mécatroniques, incluant éventuellement des fonctions optiques
- 6) d'évaluer et d'interpréter la pertinence des résultats obtenus compte tenu des hypothèses de modélisation
- 7) Connaître les technologies de dépôts et structuration de couches minces ;
- 8) Développer des procédés de micro/nano-fabrication adaptés pour la réalisation de microsystemes ;

Description des ECUE

Modélisation multiphysique par approche à paramètres distribués :

- 1) Description des équations du problème continu pour des systèmes de géométrie (plaque, membrane, poutre...) et de domaine variés (mécanique, piézoélectrique, piézomagnétique, fluide, thermique ...)
- 2) Énumération des différents niveaux de modélisation des microsystemes
- 3) Identification de l'ensemble des techniques de modélisation multiphysique à paramètres distribués : éléments finis /différences finies /Superposition modale/...
- 4) Définition des étapes de résolution du problème : discrétisation, assemblage, calcul
- 5) Utilisation du principe variationnel et de la superposition modale pour l'analyse modale, harmonique et transitoire de systèmes micromécaniques
- 6) Extension au cas de microsystemes multiphysiques
- 7) Mise en œuvre des méthodes sous logiciels bond-graph et aux éléments finis

Matériaux actifs, approche physique et numérique :

- 1) Description des propriétés des matériaux actifs
- 2) Description des équations constitutives (électriques, mécanique, piézoélectrique, électromagnétiques...)
- 3) Identification des étapes de construction et résolution d'un modèle multiphysique à paramètres distribués
- 4) Mise en œuvre des méthodes numériques de conception en utilisant des logiciels dédiés à l'approche multiphysique

Modélisation par circuits équivalents :

- 1) Approche par circuit équivalent des composants électroniques et optoélectroniques
- 2) Généralisation de l'approche par circuit équivalent aux systèmes mécaniques
- 3) Généralisation de l'approche par circuit équivalent aux modèles formels de systèmes dynamiques
- 4) Utilisant des logiciels à paramètres localisés, simulation et analyse des résultats

Technologies des microsystèmes électromécaniques :

- 1) Notion de couches minces ;
- 2) Technologies du vide / salle blanche ;
- 3) Procédés élémentaires de micro/nano-fabrication ;
- 4) Fabrication des microsystèmes électro-mécatroniques ;

Pré-requis

Analyse multiphysique des systèmes mécatroniques

Bibliographie

Lyshevski, S. E. (2013). MEMS and NEMS: systems, devices, and structures. CRC Press.

Kaajakari, V. (2009). Practical MEMS: Design of microsystems, accelerometers, gyroscopes, RF MEMS, optical MEMS, and microfluidic systems. Las Vegas, NV: Small Gear Publishing.

Korvink, J., & Paul, O. (2010). MEMS: A practical guide of design, analysis, and applications. Springer Science & Business Media.

Pelesko, J. A., & Bernstein, D. H. (2002). Modeling Mems and Nems. CRC press.

Petermann, K,. (1991) Lase diode modulation and noise. Springer.