

## **Evaluation au niveau circuit intégré des risques CEM dus aux stress environnementaux, à l'obsolescence et/ou au vieillissement : développement de modèles prédictifs de garantie de performance**

Au cours du cycle de vie d'un système électronique, les conditions environnementales (parmi lesquelles la température, les vibrations, l'humidité) peuvent avoir une forte influence sur son comportement CEM (Compatibilité ElectroMagnétique). De plus, l'utilisation de composants produits par différents fabricants (par exemple lors d'une réparation lorsque le composant original n'est plus disponible) peut également modifier ce comportement, ce qui peut mener à de brusques défaillances.

La fiabilité d'un système soumis à des perturbations électromagnétiques est une performance souvent exigée pour les systèmes embarqués, quels que soient leur taille ou le domaine d'application auxquels ils sont destinés (aéronautique, automobile, industrie, médical, transport, ...). Il devient donc nécessaire de prendre en considération les perturbations électromagnétiques pour l'évaluation de la fiabilité d'un système. En effet, si des critères forts de criticité sont essentiellement appliqués dans des domaines tels que l'aéronautique et le médical, ils deviennent de plus en plus souvent exigés dans d'autres domaines plus courants.

L'objectif de cette thèse est de développer des méthodologies innovantes pour l'évaluation des risques dus à un changement de comportement CEM, et par la suite de développer des modèles permettant de prédire l'évolution du comportement CEM d'un circuit intégré ainsi que d'en garantir la performance tout au long de sa vie utile.

Ces méthodologies vont inclure à la fois des modèles de simulation multi-physiques ainsi que des méthodes d'essais avec des contraintes physiques. En particulier, des modèles de simulation seront développés afin d'étudier l'influence des stress thermiques et vibratoires, du vieillissement et de l'obsolescence sur le comportement CEM de plusieurs catégories de circuits intégrés.

L'objectif des essais sera de produire des modèles de dégradations de composants/sous-systèmes du point de vue du profil CEM. Il sera nécessaire d'utiliser la méthode HALT (Highly Accelerated Lifetime Testing) permettant de combiner différents stress environnementaux jusqu'à des niveaux extrêmes.

Des essais de durée de vie accélérés devront alors être spécifiés afin d'estimer les dégradations de composants/sous-systèmes suivant plusieurs niveaux de stress.

Cette méthodologie devra être validée sur plusieurs démonstrateurs représentant des cas d'étude industriels.

Pour ce faire, les étapes suivantes pourront être envisagées :

- Spécification et conception (si nécessaire) des véhicules de test
- Essais CEM et essais vieillissement/fiabilité. Définition des stratégies d'essai :
  - CEM : CW et transitoires rapides (EFT)
  - Vieillissement : climatique, vibratoire
  - Association des essais CEM et de fiabilité
- Physique de la défaillance :
  - Caractérisation de nouveaux modes de défaillance
  - Modèles de fiabilité basés sur la physique de la défaillance
- Modélisation de la fiabilité :
  - Caractérisation des performances attendues
  - Elaboration des modèles de fiabilité
  - Simulation
- Méthodologies de conception pour l'amélioration de la robustesse et la garantie de performance :
  - Règles de conception orientée CEM (composant + carte + système)

- Application des modèles de fiabilité à la prédiction des performances CEM
- Prise en compte de la fiabilité dans les modèles CEM existants

Cette thèse sera codirigée et co-encadrée par l'équipe RFEMC de l'ESEO (pour l'aspect CEM) et l'équipe SFD du LARIS/Université d'Angers (pour les aspects fiabilité et sûreté de fonctionnement). Cette décomposition permettra de faire émerger des collaborations entre des équipes de recherche ayant des sensibilités différentes mais complémentaires, notamment au travers d'échanges réguliers des co-encadrants entre les deux laboratoires.

Encadrement :

Directeur de thèse : Richard Perdriau (ESEO EMC)

Co-directeur de thèse : Mihaela Barreau (LARIS)

Co-encadrant : Laurent Saintis (LARIS)

Localisation de la thèse : ESEO Angers, ISTIA/Université d'Angers

#### Bibliographie :

1. Sjoerd Op 'T Land, Mohamed Ramdani, Richard Perdriau, Yannis Braux, M'Hamed Drissi Using a Modified Taylor Cell to Validate Simulation and Measurement of Field-to-Shorted-Trace Coupling *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014, 56 (4), pp.864-870. [10.1109/TEM.2014.2313231](https://doi.org/10.1109/TEM.2014.2313231)
2. Shih-Yi Yuan, Yu-Lun Wu, Richard Perdriau, Shry-Sann Liao Detection of Electromagnetic Interference in Microcontrollers Using the Instability of an Embedded Phase-Lock Loop *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013, 55 (2), pp.299-306. [10.1109/TEM.2012.2218285](https://doi.org/10.1109/TEM.2012.2218285)
3. Baussaron, Julien, Mihaela Barreau, Léo Gerville-Réache, Fabrice Guérin, et Paul Schimmerling. 2014. « Reliability assessment based on degradation measurements: How to compare some models? » *Reliability Engineering & System Safety* 131: 236-41. doi:10.1016/j.ress.2014.04.011.
4. Fatemi, Seyyede Zohreh. 2012. « Planification des essais accélérés : optimisation, robustesse et analyse ». <http://www.theses.fr/s84310>.
5. FATEMI, Seyyede Zohreh, Fabrice GUERIN, et Laurent SAINTIS. 2013. « Accelerated Life Testing : Analysis and Optimization ». In *QUALITA2013*. Compiègne, France. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00823171>.
6. Guérin, Fabrice, A. Demri, Mihaela Barreau, Sylvain Cloupet, Julien Hersant, et Ridha Hambli. 2011. *Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability*. Springer.