

Introduction générale

L'objectif principal de l'évolution de l'électronique est de créer des systèmes de plus en plus puissants, miniaturisés et autonomes, tout en minimisant le coût d'étude et de production. Actuellement, les systèmes ne sont plus exclusivement électroniques mais impliquent la mise en œuvre d'autres technologies dans un même boîtier que l'électronique, comme la mécanique, l'optique, la chimie ...etc. La communauté des concepteurs adhère maintenant à l'approche MBD (Model Based Design) mais les difficultés d'optimisation du processus de conception sont augmentées par les considérations de la minimisation du temps de mise sur le marché, il faut donc développer de nouvelles approches efficaces de modélisation et de vérification haut niveau, de modélisation fonctionnelle, de réutilisation et de gestion de modules de propriété intellectuelle (IP),...

Les concepteurs doivent mettre en œuvre ces nouvelles approches dès les premières étapes de la conception. Donc, ils ont besoin d'une nouvelle génération d'outils et de méthodologies qui permettent non seulement l'intégration des systèmes électroniques incluant du matériel et du logiciel, mais aussi d'autres domaines physiques. Lors de la définition de ces méthodes de conception, il vaut mieux utiliser des langages et des procédures normalisées afin de mieux résoudre les problèmes de modélisation. Ce besoin peut trouver une réponse en utilisant des langages de description de matériel (HDL) normalisés, qui permettent de réduire les phases de test très coûteuses en temps et en argent, en mettant en œuvre une approche MBD efficace. Il faut en effet assurer la formalisation, la capitalisation et la réutilisation des modèles développés, pour être capable de stocker dans des bibliothèques de composants généralistes et bien documentés autorisant la réutilisation intensive de ces derniers, même par des non spécialistes des HDLs, afin d'économiser du temps de développement en n'ayant pas à "créer le modèle " à chaque nouveau système, mais à l'améliorer.

Dans les liaisons optiques, comme dans tous les systèmes de communication, il existe trois blocs importants pour effectuer la transmission de l'information : L'émetteur, le canal de communication et le récepteur. Dans notre cas, l'émetteur est un laser à cavité vertical émettant par la surface VCSEL qui joue le rôle de porteuse dont le modulateur est un convertisseur électrique/optique. Le canal de transmission est une fibre optique permettant de transporter le signal optique modulé. Enfin, le photorécepteur qui assure la détection du signal optique véhiculé en effectuant une conversion optique/électrique est une photodiode PIN. L'étude de ce système nécessite le développement de modèles complexes, fortement

multidisciplinaires, en utilisant la dernière génération d'outils de simulation. En effet une utilisation industrielle de cette approche nécessite une modélisation physique permettant l'étude des performances et des moyens d'amélioration des dispositifs, en plus d'une modélisation comportementale du fonctionnement du système, destinée à être insérée dans des systèmes plus conséquents.

Notre travail, a pour objectifs de proposer une modélisation fiable en tenant compte des effets multi-technologiques des composants constituant une ligne de transmission optique afin de les intégrer dans un système de conception moderne. Donc, il faut écrire des modèles exploitables par une large communauté, pratique et réutilisable. Pour ce faire, nous devons gérer au mieux des configurations, des abstractions et faire des études de robustesse tout en assurant un processus de conception qui minimise le risque industriel. Le langage de modélisation suffisamment ouvert et mature pour modéliser et simuler notre système en prenant en compte les différents domaines technologiques utilisés est le langage VHDL-AMS (AMS pour Analog and Mixed-Signal - norme IEEE 1076.1-2007). Ce langage permet de traiter indifféremment des modélisations logiques (temps discret), analogiques (temps-continu) ou mixtes au sein d'un même composant ou système. Par ailleurs, la sémantique de ce langage et son jeu d'instructions en font un langage multi-domaine qui gère les équations implicites liées au fonctionnement d'un circuit.

Afin de présenter l'apport de différentes techniques de modélisations VHDL-AMS du système optoélectronique basé sur les transmissions par fibres optiques, nous avons simulé :

- L'aspect électronique : les drivers qui alimentent la diode laser en courant.
- L'aspect optoélectronique: les diodes lasers pour la partie émission; et les photodiodes pour la partie réception.
- L'aspect optique: la fibre optique constitue le milieu de transmission de l'information et finalement.
- L'aspect thermique : l'auto-échauffement du VCSEL.

Ce mémoire est composé de quatre chapitres. Le premier chapitre décrit les trois blocs d'une ligne de transmission optique. Dans le deuxième chapitre, on s'intéresse de plus près au langage de modélisation VHDL-AMS destiné à la modélisation comportementale analogique et mixte en commençant par une interprétation de l'utilisation de ce langage, puis on y détaille une présentation de ce langage et des méthodes de création des modèles. Dans le troisième

chapitre, nous présentons les modèles des composants optoélectroniques qui constituent notre système de transmission. Nous expliquons dans cette partie comment déclarer les composants optoélectroniques en VHDL-AMS et comment utiliser les connexions optiques/électrique. Nous présentons aussi l'influence de la température, de la dispersion modale et de la dispersion chromatique sur la ligne de transmission optique. Nous terminons ce mémoire par un dernier chapitre consacré à l'application des méthodologies du langage VHDL-AMS sur nos modèles. Cela nous permet plus particulièrement d'aborder et d'affiner l'étape de validation du modèle. Enfin nous synthétisons les différents résultats de simulation.