



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Limiter les risques de non-conformité électrique dans l'aéronautique : une nouvelle approche

Synthèse

Aujourd'hui, deux grandes tendances orientent l'évolution du secteur de l'aéronautique. Premièrement, l'accroissement des besoins opérationnels entraîne une augmentation des exigences quant aux performances des plateformes. Qu'il s'agisse d'étendre encore davantage le rayon d'action d'un bimoteur, d'augmenter l'autonomie de la batterie d'un gros porteur ou d'améliorer l'efficacité d'un avion de chasse, les exigences opérationnelles des fabricants OEM sont désormais plus nombreuses.

Deuxièmement, l'électrification croissante entraîne une augmentation du niveau de complexité. Aujourd'hui plus que jamais, les développeurs de plateformes mettent en œuvre des nouvelles fonctionnalités sous forme de solutions électriques. Ces fonctionnalités électriques incluent les systèmes de commandes de vol électriques, les systèmes d'instrumentations de vol électroniques (EFIS, Electronic Flight Instrumentation Systems), les systèmes de divertissement de bord (IFE, In-Flight Entertainment) et les systèmes de vision combinée (CVS, Combined Vision Systems). Un grand nombre de ces systèmes électriques viennent remplacer les versions mécaniques, pneumatiques et hydrauliques de fonctionnalités existantes – et ils deviennent courants dans les appareils actuels.

Anthony M. Nicoli
Directeur, Aéronautique et Défense
Systèmes électriques intégrés

[siemens.com/electrical-systems](https://www.siemens.com/electrical-systems)

La montée en puissance du système d'interconnexion de câblage électrique

L'utilisation accrue de solutions électriques entraîne notamment une augmentation de la taille, du poids et de la complexité du système d'interconnexion de câblage électrique (EWIS, Electrical Wiring Interconnect System). Par exemple, il n'est pas rare qu'un avion d'affaire courant comporte plus de 120 systèmes électriques. L'ensemble de ces systèmes peut facilement se composer de 350 faisceaux, regroupant en tout jusqu'à 30 000 segments de câble. Au total, cela peut vite représenter plus de 80 kilomètres de câbles et plus de 100 000 pièces.

Avec le développement des communications numériques, le système EWIS ne se compose plus de simples connexions analogiques point-à-point, mais de bus de réseau numérique plus sophistiqués. Cela peut nécessiter des câbles de transmission de données coûteux, et donc augmenter le coût et la complexité de fabrication du système. La complexité de l'EWIS est encore accrue par la multitude de règles destinées à réduire au maximum les interférences électriques, mais aussi à garantir la séparation des signaux dans les systèmes redondants et, bien sûr, la conformité et la certification commerciale.



Méthodes modernes contribuant à limiter les risques de non-conformité électrique

L'entreprise basée sur des modèles électriques

Les technologies numériques transforment le secteur de l'aéronautique de différentes manières. Certaines sont déjà connues, mais d'autres restent encore à inventer.

La digitalisation fait naître une entreprise d'un nouveau genre, l'entreprise basée sur des modèles électriques (MBE, model-based enterprise), qui rapproche plusieurs domaines d'ingénierie afin de les faire collaborer efficacement en amont et en aval dans toute l'entreprise. La MBE permet la création d'une chaîne de valeur interconnectée et automatisée au sein du constructeur OEM de plateformes et en dehors de celui-ci. Comment cela est-il possible ? Les parties prenantes de l'écosystème du constructeur OEM tirent parti de la continuité des données numériques (Figure 1) pour travailler à partir d'un modèle unique du système électrique de la plateforme – son jumeau numérique – pendant tout le cycle de vie de celle-ci.

Cette approche basée sur des modèles réunit les équipes de conception et les différentes fonctions métier. Cela permet d'atteindre non seulement l'objectif universel qu'est l'innovation, mais aussi un meilleur niveau de qualité du produit plus tôt dans le cycle de vie du programme, et de garantir la conformité plus vite et de façon plus efficiente lors des ultimes phases du développement de la plateforme.

Jumeau numérique et continuité numérique

La bonne nouvelle c'est que des progrès ont été réalisés dans ce domaine – des solutions valables sont désormais disponibles – et que les constructeurs OEM

commencent à s'y intéresser. L'un des principaux développements est peut-être l'adoption du jumeau numérique électrique, un domaine dans lequel Siemens est leader depuis de nombreuses années. Un jumeau numérique est une représentation virtuelle d'un produit physique, qui permet de comprendre, analyser et prédire le comportement de ce dernier avant même qu'il ne soit fabriqué. Le jumeau numérique constitue un modèle de base du produit, des processus utilisés pour le produire et de son fonctionnement pendant tout son cycle de vie, ce qui permet aux équipes des constructeurs aéronautiques (et aux futurs ingénieurs) de créer, itérer, répliquer et améliorer des programmes stratégiques. Son utilisation permet la cohérence et la stabilité des données, l'intégration et l'automatisation avancée. Le jumeau numérique électrique sécurise et rationalise considérablement la conception et l'intégration des systèmes électriques des plateformes et facilite grandement le respect des normes et des réglementations.

En intégrant des fonctionnalités d'analyse de données et d'apprentissage automatique, un jumeau numérique est capable de montrer l'impact des modifications de conception, des options de production, des scénarios d'utilisation, des conditions environnementales et d'autres facteurs, tels que la conformité. La Figure 1 illustre les jumeaux numériques du produit, de la production et de la performance électrique. C'est grâce au jumeau numérique de la performance électrique que les ingénieurs peuvent évaluer la conformité de la conception.

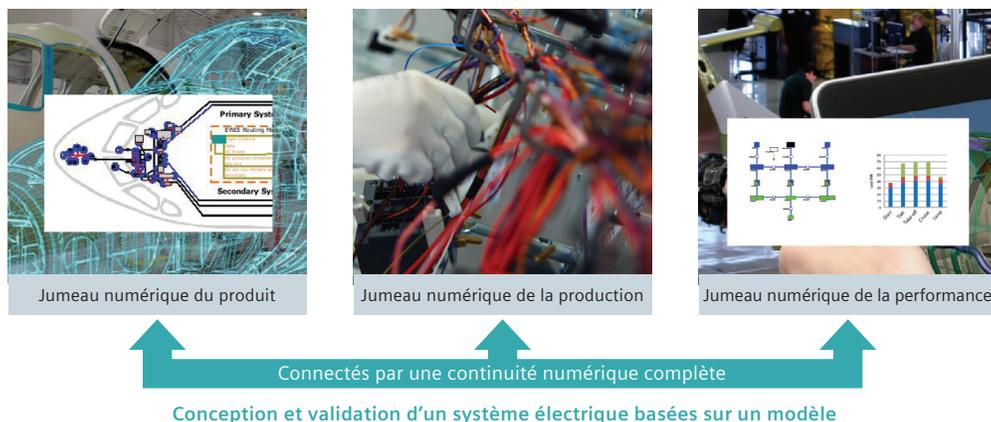


Figure 1 : Les jumeaux numériques du produit, de la production et de la performance électrique sont connectés par la continuité numérique, la « ligne de vie » qui regroupe les données issues des cycles de conception, de production et d'exploitation.

Répondre au besoin d'une électrification accrue tout en limitant les risques de non-conformité

Comme expliqué plus haut, les systèmes avionique modernes consomment davantage d'électricité, contiennent davantage de composants électriques et, ce qui complique encore les choses, présentent des risques plus élevés de non-conformité en raison de leur complexité accrue. Afin de relever ces nombreux défis, la suite logicielle Capital® de Siemens Digital Industries Software a introduit un nouvel outil de vérification de la conformité afin d'aider les responsables de l'analyse de la charge électrique (ELA, Electrical Load Analysis).

Cette nouvelle technologie vise à simplifier la mise en conformité et la certification des conceptions des systèmes électriques des avions. Cette nouvelle approche, baptisée Capital Load Analyzer, est l'une des premières technologies de systèmes électriques du marché à tirer parti de l'automatisation et de la continuité des données numériques pour faciliter le respect de la réglementation.

Méthodes obsolètes encore utilisées aujourd'hui

L'analyse de la charge électrique est un outil important pour s'assurer que les systèmes électriques seront correctement alimentés pendant toutes les phases de vol. Aujourd'hui, la plupart des analyses ELA sont effectuées manuellement, à l'aide d'outils utilisant des feuilles de calcul. Les données de conception sont transférées à la main dans ces outils autonomes, ce qui constitue une source potentielle d'erreurs d'analyse. Par exemple, l'analyse ELA est souvent réalisée sur d'anciennes versions de la conception, en omettant parfois des pans entiers de sa version la plus récente. Face à l'augmentation de la complexité des systèmes électriques, cette ancienne façon de faire manuelle ne suffit plus, car elle s'adapte mal à cette augmentation. En fait, un grand nombre des méthodes actuellement

utilisées ont été développées à une époque où les systèmes électriques des avions étaient beaucoup moins compliqués. Avec le processus manuel actuel, la phase d'acquisition de données est souvent source d'erreurs et il faut beaucoup de temps pour créer les documents de conformité.

En outre, avec les méthodes actuelles, les problèmes de conformité sont souvent découverts lorsque le plus gros du travail de conception électrique est terminé. Cela peut non seulement conduire à manquer des échéances cruciales, mais aussi obliger à réaliser des itérations de conception coûteuses lors d'une phase critique du programme, ce qui peut avoir des conséquences négatives sérieuses sur l'ensemble du programme en termes de coût et de calendrier.

Utiliser le jumeau numérique électrique de Capital

Pour limiter ces risques, l'outil de vérification de la conformité Capital Load Analyzer s'appuie sur le jumeau numérique de Capital pour effectuer une analyse de charge rapide et précise du système électrique de l'avion. Il prévoit les besoins en électricité de l'ensemble du système d'après sa conception, afin de garantir que l'alimentation sera suffisante pour chacune des phases de vol (Figure 2), même en cas d'urgence. Le jumeau numérique électrique peut être utilisé pour répondre aux exigences en matière de charge, de ségrégation des signaux et de décroissement de la puissance. Cela inclut également l'analyse ELA et la validation de la conception, ainsi que l'analyse de chaque générateur, redresseur, batterie et bus pour chaque phase de vol.

La méthodologie ELA de Capital Load Analyzer suit les directives traditionnelles qui régissent l'analyse ELA et offre un moyen pratique de répondre aux exigences-clés suivantes en matière de conformité :

- Gérer les informations requises pour l'analyse ELA, telles que les schémas de câblage unifilaires, les scénarios d'exploitation (toutes les phases de vol), les notes d'analyse, etc.
- Effectuer les itérations ELA, générer les rapports ELA, et réaliser les itérations d'analyse et de rapport ELA.
- Prouver la conformité pour chaque configuration, selon les besoins.

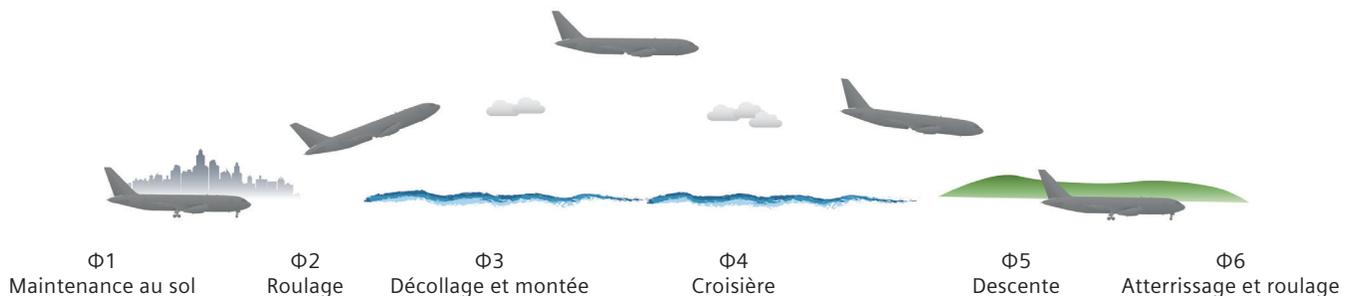


Figure 2 : Capital Load Analyzer vérifie pour chaque phase de vol que la conception analysée garantit une alimentation suffisante des systèmes électriques connectés.

Avantages de Capital Load Analyzer

Gestion centralisée de toutes les informations liées à l'analyse ELA

L'utilisateur peut gérer toutes les données liées à l'analyse ELA de la même façon que les données de conception natives. Certaines de ces données ELA incluent : tous les équipements liés à l'analyse ELA, tels que les sources CA/CC, les charges CA/CC, les convertisseurs, les onduleurs et les sous-traitants qui les fournissent ; toutes les informations de conception extraites des équipements liés, telles que les puissances nominales et les facteurs de puissance ; toutes les informations concernant les charges transitoires, les scénarios d'exploitation et les notes d'ingénierie ; et les informations concernant l'avion pour le rapport d'analyse ELA.

Comme toutes les données liées à l'analyse ELA ont été gérées à l'aide du gestionnaire de données, il est désormais possible de les synchroniser avec les données de conception sous-jacentes, ce qui améliore la traçabilité du processus de conception.

Création rapide de l'analyse d'utilisation des sources

Capital Load Analyzer affiche les résultats de l'analyse sous forme de diagrammes et de graphiques. Aujourd'hui, lorsqu'un utilisateur effectue une analyse ELA, les résultats de cette analyse et les graphiques correspondants sont créés manuellement, ce qui prend énormément de temps et entraîne souvent des erreurs. Avec cette nouvelle fonctionnalité de Capital Load Analyzer, les diagrammes et graphiques peuvent être créés immédiatement et insérés dans le rapport d'analyse ELA, ce qui permet de disposer des diagrammes et graphiques les plus récents chaque fois qu'un rapport est créé.

Analyse à la demande d'un schéma de câblage unifilaire

Créé à partir de la conception sous-jacente du produit, le schéma de câblage unifilaire illustre l'architecture d'alimentation. La Figure 3 montre un schéma de ce type ainsi qu'un exemple de la conception sous-jacente. On remarquera que, dans cet exemple, l'équipement commun DC_BUS_LEFT constitue le lien entre le schéma de câblage unifilaire et les conceptions sous-jacentes.

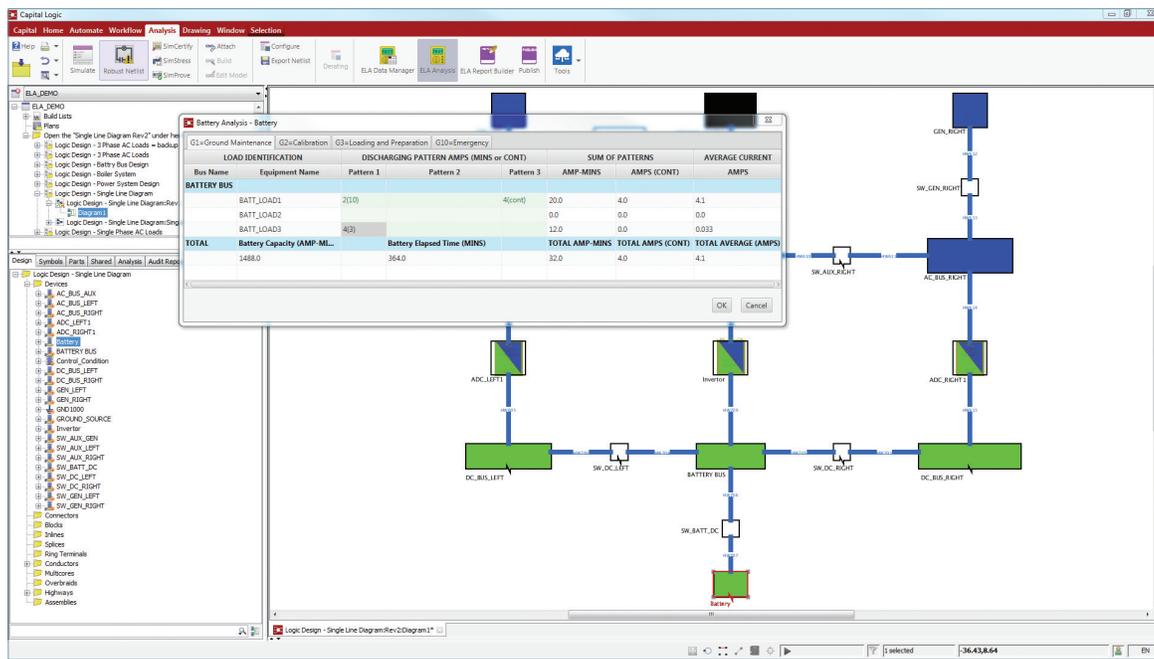


Figure 3 : L'analyse à la demande est effectuée sur le schéma de câblage unifilaire, ce qui permet aux équipes d'étudier l'utilisation de chaque composant source.

Avec Capital Load Analyzer, il est extrêmement simple de créer le schéma de câblage unifilaire et celui-ci est totalement synchronisé avec la conception sous-jacente. Il est également possible de modifier le style du schéma pour l'adapter aux préférences de conception de l'utilisateur. Quant à la vue filtrée du schéma, elle offre à l'utilisateur une vue architecturale de chaque condition d'exploitation. N'importe quel composant du schéma peut être associé par une étiquette à un ou plusieurs scénarios d'exploitation choisis par l'utilisateur. Cela est particulièrement utile lors de l'évaluation des différents modes de défaillance et du séquençement des délestages de charge.

L'analyse à la demande est effectuée sur le schéma de câblage unifilaire et permet d'étudier l'utilisation de chaque composant source. À tout moment et à n'importe quel stade de la conception, l'utilisateur peut effectuer une analyse et consulter les diagrammes et graphiques afin de voir immédiatement l'impact des modifications de conception sur la charge électrique. Les modifications apportées à la conception sous-jacente et à la définition du scénario d'exploitation seront directement appliquées à l'analyse ELA et apparaîtront dans ses résultats.

Nouvelles manières de modéliser la batterie

La batterie d'un avion est un dispositif électrique particulier. Elle se comporte comme une charge lorsqu'elle est alimentée par d'autres sources d'électricité, et comme une source d'énergie dans le cas contraire.

Analyser manuellement une batterie a toujours été problématique pour de nombreux constructeurs OEM de plateformes. Dans le cadre de l'analyse ELA, le chargement de la batterie a été modélisé en utilisant un facteur de chargement. Ce facteur est issu du diagramme du courant de charge de la batterie et permet de calculer, pour chaque scénario d'exploitation et intervalle de temps, le courant utilisé par la batterie. La décharge de la batterie a été modélisée en utilisant différents schémas de décharge. On obtient l'autonomie de la batterie en combinant tous les schémas de décharge de toutes les charges connectées. La Figure 4 montre le modèle de la batterie et le résultat de son analyse. L'utilisateur peut ainsi : 1) modéliser très facilement la batterie lorsqu'elle se comporte comme une charge, et 2) connaître en temps réel l'autonomie de la batterie lorsque celle-ci est utilisée comme source.

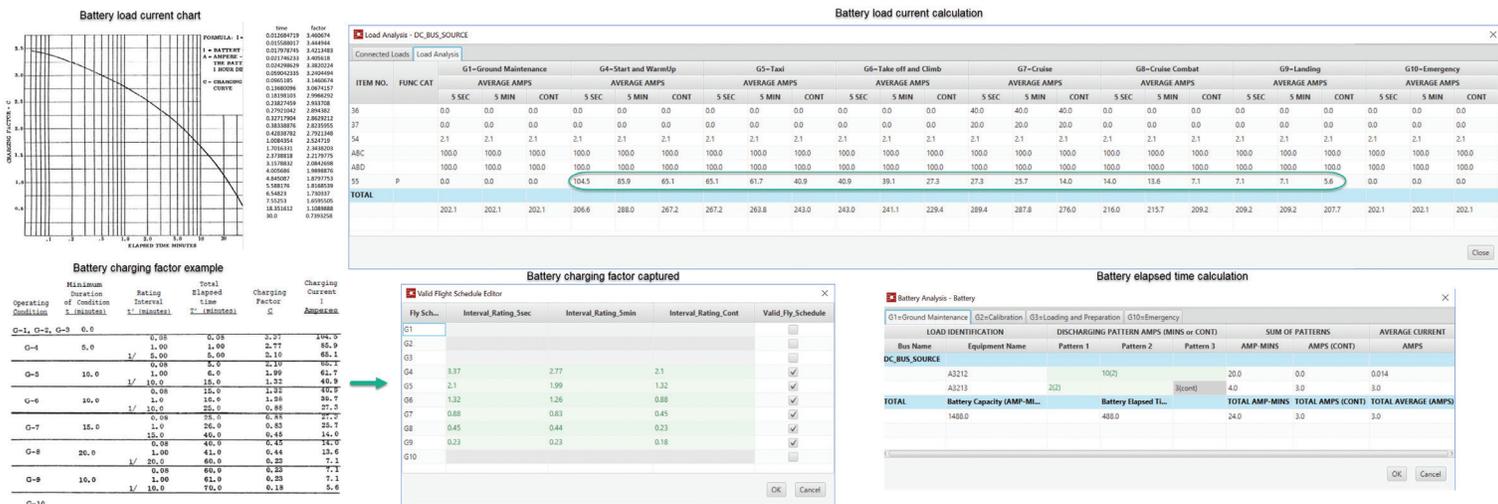


Figure 4 : Analyse de la batterie en tant que charge ou en tant que source.

Conclusion

En employant une méthode plus moderne pour résoudre le problème lié au risque de non-conformité, les équipes sont désormais en mesure de réduire efficacement les risques qui pèsent sur les programmes en matière de conformité électrique. L'outil de vérification de la conformité de Capital décrit dans cet article offre de nombreux avantages :

- **Analyse ELA complète plus tôt dans le programme :**
Permet aux ingénieurs de consacrer plus de temps à des tâches plus importantes.
- **Réduction des risques pesant sur les programmes :**
Limite les risques pour les échéances de certification et d'acceptation par le client.
- **Moins de problèmes détectés lors des revues collégiales :**
Tous les résultats d'analyse sont corrects par construction.
- **Meilleure qualité dès le début de la production :**
Toute la conception est analysée correctement à chaque fois.
- **Validation rapide des premières conceptions du système électrique :**
Réduit la probabilité de modifications de conception tardives.
- **Évite les itérations de conception à un stade avancé du programme :**
Permet aux responsables de programme de tenir leurs engagements.

Le mécanisme de génération de rapports automatisé est basé sur un modèle qui permet non seulement aux équipes de réutiliser le modèle de rapport d'analyse ELA dans toute l'entreprise, mais aussi de créer le rapport en utilisant les données de conception les plus récentes contenues dans le jumeau numérique électrique contrôlé par la configuration. Cette approche permet aux utilisateurs de produire un rapport et de l'envoyer en temps réel à plusieurs équipes ou sites, pour que l'ensemble de l'équipe de conception puisse agir en conséquence et veiller à ce que l'intégralité de la conception respecte les directives de conformité électrique.

Siemens Digital Industries Software

Siège social

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
États-Unis
+1 972 987 3000

Amériques

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
États-Unis
+1 314 264 8499

Europe

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Asie-Pacifique

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

À propos de Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software fait progresser la transformation afin de permettre l'avènement d'une entreprise d'un genre nouveau – l'entreprise numérique –, dans laquelle l'ingénierie, la fabrication et la conception électronique utilisent les technologies de demain. Nos solutions aident les entreprises de toute taille à créer et exploiter des jumeaux numériques, qui fournissent de nouvelles informations, de nouvelles opportunités ainsi que des niveaux d'automatisation encore jamais atteints afin de stimuler l'innovation. Pour en savoir plus sur les produits et les services de Siemens Digital Industries Software, visitez le site Web www.sw.siemens.com ou suivez-nous sur [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) et [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

À propos de l'auteur

Anthony Nicoli dirige le pôle aéronautique de la division Systèmes électriques intégrés (IES, Integrated Electrical Systems) de Siemens Digital Industries Software. Il est chargé de renforcer la présence d'IES sur ce marché. Auparavant, Anthony Nicoli dirigeait l'équipe des ventes techniques de Mentor Graphics dédiée à The Boeing Company. Il a rejoint Mentor en 1999, où il a dirigé l'équipe chargée du marketing de Calibre, la gamme d'outils de vérification physique des circuits intégrés de Mentor Graphics, avant de rejoindre l'équipe commerciale de Mentor. Il a travaillé pendant près de 20 ans dans le secteur de la défense, développant des systèmes électro-optiques et électroacoustiques et participant à la création d'entreprises produisant ce type de systèmes. Ses principaux domaines de compétence sont les contre-mesures antimissiles tactiques et l'imagerie sous-marine. Anthony Nicoli est titulaire d'un Bachelor of Science et d'un Master of Science en ingénierie électrique du Massachusetts Institute of Technology et d'un MBA (Master of Business Administration) de la Northeastern University.

www.sw.siemens.com

© 2019 Siemens. La liste des marques Siemens en lien avec cet article est consultable [ici](#).
Les autres marques appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

78631-C6 9/19 H