

LES AVANTAGES DU MODÈLE INGÉNIERIE DE PRODUIT DÉVELOPPEMENT – DU PCB AUX SYSTÈMES

MENTOR GRAPHIQUE

Mentor[®]
A Siemens Business

CONCEPTION DE PCB

www.mentor.com

Les modèles de simulation sont souvent utilisés pour aider à développer les conceptions de systèmes actuelles. Les modèles représentent le système, ou ses parties, et montrent les interprétations des exigences, permettre l'exploration d'alternatives de conception et permettre l'évaluation des solutions potentielles. Les équipes de conception expérimentées utilisent des modèles pour en savoir plus sur les caractéristiques et les capacités du système et pour trouver des solutions pour l'application.

Malheureusement, dans de nombreux flux de conception, le modèle système typique est rarement pleinement exploité tout au long du processus de développement. Ils restent souvent sur le bureau de l'architecte système, pas nécessairement gaspillés, mais pas non plus pleinement utilisés pour une productivité maximale. L'ingénierie basée sur les modèles – parfois appelée ingénierie pilotée par les modèles ou ingénierie des systèmes pilotés par les modèles – améliorer la productivité des processus de développement en utilisant des modèles tout au long du flux de conception.

INCOSE* (International Council on Systems Engineering) décrit l'ingénierie des systèmes comme « une approche interdisciplinaire et des moyens permettant la réalisation de systèmes réussis. Il se concentre sur la définition des besoins du client et des fonctionnalités requises au début du cycle de développement, sur la documentation des exigences, puis sur la synthèse de la conception et la validation du système tout en distinct le problème dans son ensemble. L'ingénierie basée sur les modèles mis en œuvre les objectifs de l'ingénierie des systèmes et offre les avantages suivants :

- Preuve que les spécifications de conception sont pratiques et réalisables
- Association plus étroite des produits aux exigences des clients et aux spécifications de conception
- Compromis entre valeurs, coûts, etc. pour des conceptions plus louables
- Cycles de développement de produits raccourcis
- Des produits qui résolvent mieux les problèmes et répondent aux besoins des clients

Un processus d'ingénierie basé sur un modèle permet de prendre des décisions de conception éclairées, garantissant que les équipes de conception comprennent ce qui est développé (c'est-à-dire la fonction), où faire des choix de partitionnement (c'est-à-dire l'architecture) et comment le système sera construit (c'est-à-dire la mise en œuvre) . Il prend en charge la vérification du système à chaque étape de la conception, notamment le recours à l'intégration physique et aux tests matériels à un stade avancé pour valider le système.

DÉVELOPPEMENT SÉQUENTIEL VS INGÉNIEURIE BASÉE SUR LES MODÈLES

Un flux de conception de système typique (voir Figure 1) commence par la définition du système, qui détermine les phases d'architecture et de mise en œuvre du développement du système. Le problème de ce flux est de nature séquentielle. Bien qu'il puisse y avoir des itérations au sein et entre les phases, le flux se fait généralement de gauche à droite. Avec ce flux séquentiel, il existe de nombreuses opportunités pour que des problèmes s'insinuent dans la conception et ne soient découverts que très tard, dans le processus, au fur et à mesure que le système se met en place.

L'intégration de composants et de systèmes sur le côté droit du « V » est trop coûteuse, rigide et lente pour s'adapter à la complexité croissante de la conception et à la sophistication des signaux mixtes qui caractérisent les systèmes actuels.

Les prototypes matériels sont souvent utilisés pour l'évaluation des systèmes en assemblant des microcontrôleurs, des composants et des sous-systèmes mécaniques, dans un environnement de laboratoire. Cette méthode crée de sérieux défis de configuration en raison du grand nombre de périphériques qui doivent être connectés, configurés et testés dans un large éventail de conditions environnementales.

QU'EST-CE QU'UN SYSTÈME ?

Dans cet article, le terme « système » est utilisé comme terme générique pour représenter une conception.

Il peut s'agir d'un circuit intégré complexe, d'un circuit électronique construit sur une carte de circuit imprimé ou de plusieurs appareils (pensez aux capteurs, aux actionneurs, à l'électronique et aux logiciels) connectés ensemble pour faire quelque chose d'utile. Quel que soit le type de système avec lequel vous travaillez, les principes de l'ingénierie exploités sur des modèles peuvent améliorer votre processus de développement.

Même si le processus de développement séquentiel peut servir de guide pour développer des systèmes simples, plus le système est complexe, moins cette approche a de chances d'aboutir à une conception fonctionnelle, développée dans les délais et dans les limites du budget. Le processus doit être amélioré avec plus de concurrence, une validation et une vérification plus précoces, ainsi qu'une intégration des systèmes et une collaboration des processus plus efficaces.

L'ingénierie basée sur des modèles permet un processus de conception simultané et collaboratif dans lequel les utilisateurs examinaient et répondaient aux exigences, proposent des architectures de solutions, démontrent et échangent des idées avec les parties participant, et prennent en compte les compromis et les coûts des fonctionnalités. À l'aide d'un processus d'ingénierie basé sur des modèles, les équipes travaillent ensemble pour créer des exigences orientées développement qui sont concrets, exploitables, exécutables, traçables et implémentables, le tout conduisant à une conception de produit réussie.

QU'EST-CE QUE XPEDITION AMS ?

Xpedition® Enterprise comprend un environnement de modélisation et de simulation analogique et à signaux mixtes (AMS) basé sur des normes. Il

prend en charge les modèles SPICE standard, ainsi que la puissance et la flexibilité du langage de modélisation VHDL-AMS norme IEEE. Avec Xpedition, vous pouvez analyser vos conceptions dans les domaines temporels et fréquentiels et exécuter des analyses avancées telles que la sensibilité, les contraintes, les statistiques, les pires cas basé sur des scénarios, l'insertion de défauts et les expériences d

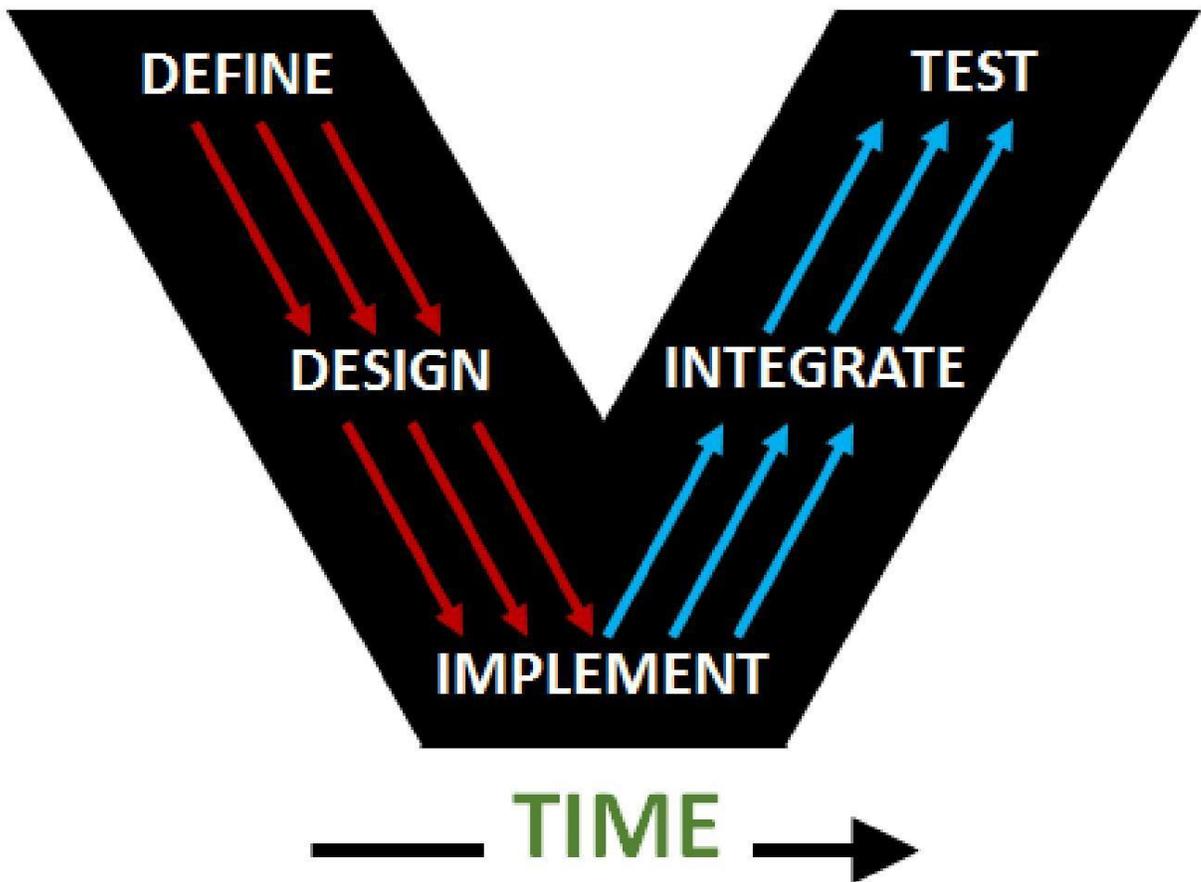


Figure 1 : Le diagramme en V est un exemple courant de processus de conception séquentiel.

LE PROCESSUS D'INGÉNIERIE BASÉ SUR UN MODÈLE

Les progrès technologiques créent des opportunités et des possibilités de conception qui dépassent souvent l'expertise d'une seule équipe de conception. En général, aucune équipe de conception n'est sa propre île, et aucun système (sauf peut-être les plus simples) n'est conçu par une seule équipe. Il y a trop de fonctions, de capacités et d'options à prendre en compte pour qu'un système, même modérément complexe, rend la conception par une seule équipe pratique.

L'ingénierie basée sur les modèles est un processus de développement descendant qui dépend d'une modélisation et d'une simulation précise à plusieurs niveaux d'abstraction de conception. Il repose à chaque niveau d'un flux de conception afin qu'un niveau puisse être vérifié par rapport à un autre, dépendant finalement du système final aux exigences pour garantir que la mise en œuvre de la conception répond aux spécifications.

La discussion suivante se concentre sur trois étapes de la conception : la conception fonctionnel, la conception architecturale et la conception de la mise en œuvre. Considérez cela comme un ensemble minimum pour un système raisonnablement complexe. Votre flux peut comporter plusieurs étapes, mais les concepts décrits ici s'appliquent quel que soit le nombre d'étapes que vous en utilisez.

En parcourant cette discussion, gardez à l'esprit qu'un processus d'ingénierie basé sur un modèle n'est pas un aller simple à travers les différentes étapes de conception. Les liens entre les étapes de conception constituant un avantage clé de l'ingénierie basée sur des modèles, car ils donnent aux équipes la possibilité indispensable de basculer de manière transparente entre les étapes. Cette flexibilité relie finalement la mise en œuvre d'une conception – le produit fabriqué – aux exigences et aux spécifications. Les équipes de conception peuvent sélectionner l'étape de conception la plus adaptée au niveau d'analyse dont elles ont besoin et, avec un environnement de modélisation et de simulation tel que Xpedition AMS, mélanger et assortir les étapes.

LE BON ENVIRONNEMENT

L'ingénierie basée sur les modèles repose sur deux éléments importants : la modélisation et la simulation. Pour tirer le meilleur parti d'un processus d'ingénierie basé sur des modèles, il est important de sélectionner un environnement de modélisation et de simulation adaptée à la complexité de votre système.

Même si vous pouvez vous contenter d'un environnement de base de niveau SPICE, une plus grande complexité du système

nécessite davantage de capacités de modélisation et de simulation. Si un environnement de base de niveau SPICE

représente une extrémité du spectre de modélisation et de simulation,

l'autre extrémité opposée est représentée par un simulateur avancé prenant en charge un langage de modélisation complet, polyvalent et sur base des normes. Un environnement de modélisation et de simulation basée sur un langage, tel que Xpedition AMS, est bien adapté au processus d'ingénierie basé sur des modèles.

QU'EST-CE QU'UN PROTOTYPE VIRTUELLE ?

Avant de nous lancer dans notre discussion détaillée, passons en revue un concept important : le prototype virtuel. « Prototype virtuel » et Les « prototypes virtuels » sont souvent utilisés par les fabricants d'outils de simulation comme expressions à la mode, mais que signifient-ils réellement ?

Considérez un flux de conception commun qui mène à un prototype matériel et à des tests sur banc. Ce flux se concentre sur la production d'un prototype testable à l'aide d'un processus séquentiel, ce qui signifie que le flux conception-prototype-test est répété, les résultats des tests se déclenchent souvent des modifications de conception qui redémarrent le flux, jusqu'à ce que les résultats des tests soient conformes aux exigences.

Ce flux est coûteux en temps et en ressources (temps d'ingénierie, matériaux de fabrication, etc.). Même une petite différence entre la mesure et les des exigences peuvent déclencher une refonte complète du prototype. La modélisation et la simulation sont utilisées avec parcimonie, voire pas du tout, uniquement pour les questions de conception qui n'ont pas de réponses faciles.

Entrez dans le prototype virtuel. Avec les bons modèles et simulateurs, les équipes peuvent développer et tester leurs conceptions dans le monde virtuel de simulation en utilisant un modèle – ou un prototype virtuel – du système réel. Pourquoi est-ce important ? La modélisation et la simulation permettent généralement une évaluation plus rapide et plus approfondie d'une conception, notamment en analysant les sensibilités, les contraintes, les performances dans le pire des cas et le comportement statistique. Le résultat est un contrôle minutieux des performances de conception avant de construire un matériel. Cela signifie-t-il que la modélisation et la simulation – le prototype virtuel – remplacent le matériel ?

le prototypage et les tests sur banc en même temps ? Non. Mais construire et tester un prototype virtuel, où la construction et les tests sont plus efficaces et moins coûteux, puis vérifier le système avec seulement un ou deux prototypes matériels, permet d'économiser beaucoup de temps et de ressources.

CONCEPTION FONCTIONNELLE

Un processus d'ingénierie basé sur un modèle commence par l'étape de conception fonctionnelle. À ce stade, le ou les architectes système examinent la spécification et la transformation en un modèle représentatif des fonctions nominales du système. Les entrées sont définies et traitées par les modèles de système pour produire le résultat souhaité. À ce stade, les modèles sont suffisamment détaillés pour représenter avec précision la fonction nominale du système, mais pas plus ; l'ajout de trop de détails ralentit les performances de la simulation avec peu d'avantages supplémentaires. Ce modèle de système de haut niveau est parfois appelé spécification exécutable ; cela donne aux architectes système la possibilité de poser et de répondre à des questions importantes, telles que « Cette spécification est-elle exacte ? » et « Ce système, tel que défini, peut-il vraiment être construit ? »

Une fois la spécification exécutable exécutée et affinée, les équipes de développement l'utilisent pour examiner le fonctionnement global du système et poser leurs questions. S'assurer que toutes les équipes ont la même – et correcte – interprétation du fonctionnement du système est essentiel à une conception réussie et constitue l'un des objectifs principaux de ce modèle de niveau fonctionnel. Une fois que toutes les équipes ont bien compris le fonctionnement du système et quelles sont les exigences globales, il est temps de diviser la conception afin que chaque équipe ait sa propre pièce du puzzle du système sur lequel travailler.

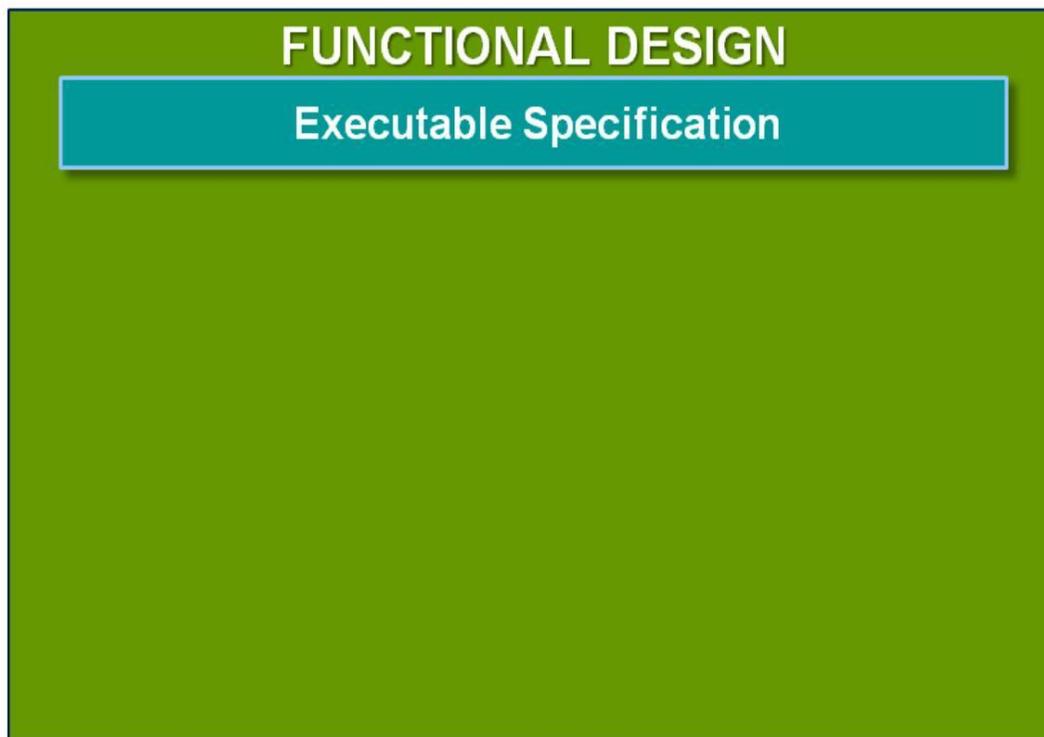


Figure 2 : Un processus d'ingénierie basé sur un modèle commence par l'étape de conception fonctionnelle où les spécifications de conception sont modélisées sous forme de spécifications exécutables.

CONCEPTION ARCHITECTURALE

La spécification exécutable (décrite ci-dessus) représente une vue générale des performances nominales d'un système, mais n'est généralement pas suffisamment détaillé pour que les équipes de conception individuelles puissent commencer leur travail de développement. Pour y parvenir, le processus d'ingénierie basé sur des modèles passe à l'étape de conception architecturale.

À ce stade, le modèle système issu de l'étape de conception fonctionnelle – la spécification exécutable – est divisé en blocs avec des exigences, des modèles et des résultats de simulation indépendants. Le système est cloisonné de manière à répondre au mieux à la structure de développement de l'organisation. Par exemple, si les équipes de développement sont divisées par technologie (par exemple, électronique, alimentation, électromécanique, contrôles, logiciels embarqués), alors la répartition de chaque équipe doit correspondre à son expertise technologique.

L'étape de conception architecturale est censée être une phase d'exploration du système. Les équipes de conception explorent différentes options pour trouver la solution qui répond le mieux aux exigences de la cloison. Une fois le travail terminé à ce stade, l'équipe de développement doit avoir des exigences de performances claires pour les composants individuels dans leur conception. Une fois les exigences des composants déterminées, les modèles de composants sont sélectionnés ou développés, paramétrés et connectés pour vérifier les performances de conception par rapport au modèle de partition. Et lorsqu'un nombre suffisant d'équipes terminent et vérifient leurs modèles de cloisons architecturales, ces modèles sont assemblés et analysés afin que la conception architecturale puisse être vérifiée par rapport à la spécification exécutable. Une fois la vérification terminée, les exigences de performance de l'étape de conception architecturale déterminent le travail lors de l'étape de conception de mise en œuvre.

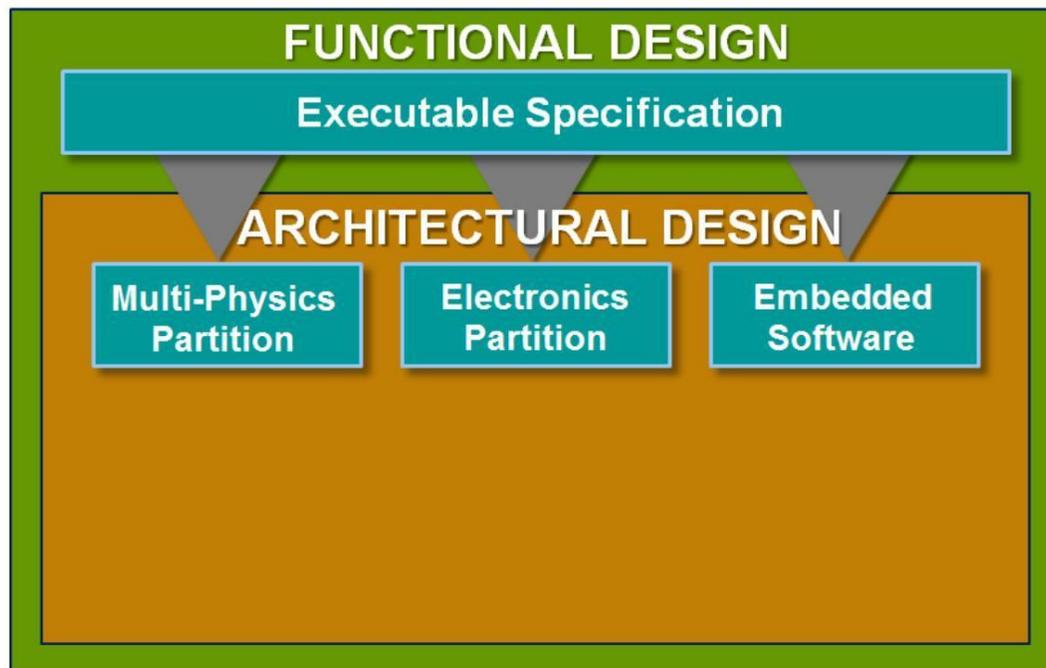


Figure 3 : Au stade de la conception architecturale, la spécification exécutable est divisée en modèles de cloison que les équipes de conception utilisent pour guider leur travail de conception.

CONCEPTION DE MISE EN ŒUVRE

Au début de la phase de conception de mise en œuvre, les équipes disposent de critères de performance pour les composants individuels et doivent trouver des composants du monde réel – avec des numéros de pièces réels – correspondant. L'astuce consiste à trouver des correspondances exactes, qui ne sont souvent pas disponibles. Ainsi, les équipes de conception choisissent la pièce standard disponible la plus proche ainsi que son modèle de simulation à partir de la bibliothèque d'entreprise, d'une bibliothèque d'un fournisseur, ou en créant et paramétrant un nouveau modèle. Ces modèles de pièces remplacent les modèles génériques paramétrés de l'étape de conception architecturale. Espérons que les résultats de simulation au stade de la conception de mise en œuvre correspondant à ceux de la phase architecturale, mais il peut facilement y avoir des différences en raison du dilemme entre la valeur des paramètres de conception et la valeur standard. Par exemple, l'étape de conception architecturale peut nécessiter un condensateur de 29 microfarads, mais la valeur standard la plus proche est de 33 microfarads.

En utilisant des modèles de pièces réelles avec des valeurs standards au stade de la conception de mise en œuvre, les équipes de conception peut exécuter des analyses supplémentaires pour garantir que les performances des composants et les plages de tolérance ne développer pas les performances du système au-delà des limites des spécifications. Une fois la conception de la mise en œuvre terminée, ses performances sont vérifiées par rapport aux modèles d'étape architecturaux et fonctionnels. Une fois les performances de l'étape vérifiées par rapport aux spécifications, la conception du système est terminée et prête pour l'étape suivante : passer d'un prototype virtuel à un prototype réel pour des tests et une vérification plus approfondie le long de la moitié droite du diagramme en V de développement.

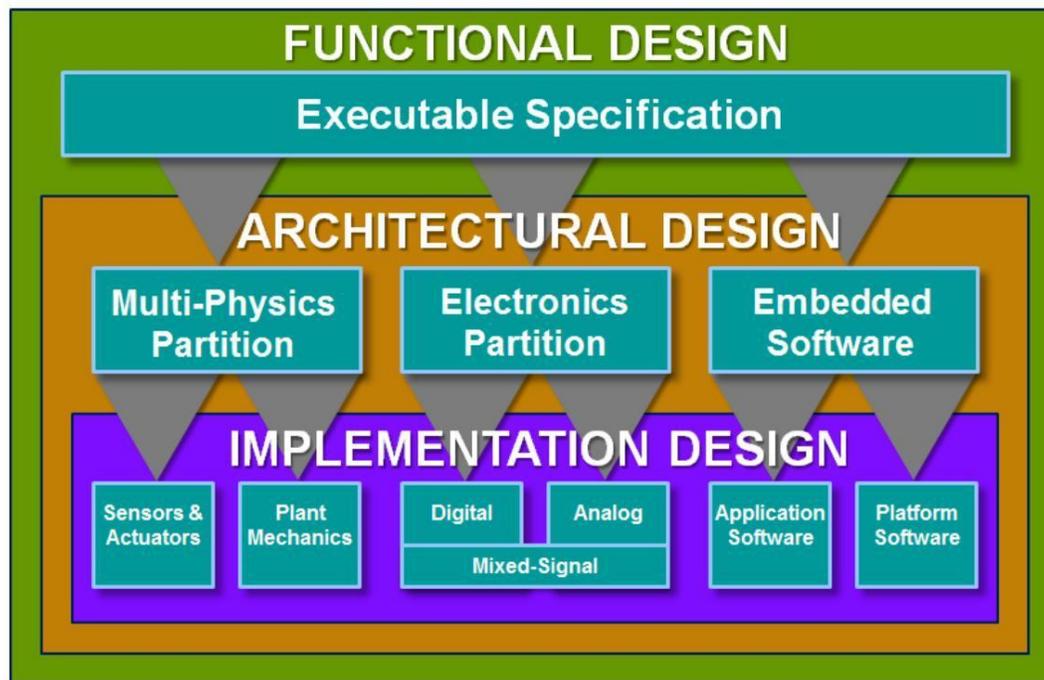


Figure 4 : Au stade de la conception de l'implémentation, les exigences de performances pour les modèles de composants sont traduites en composants matériels disponibles dans le commerce.

LE POUVOIR DU MIX&MATCH

Diviser un processus de développement de système en étapes discrètes axées sur un flux d'ingénierie basé sur un modèle n'a de pouvoir que dans l'organisation des processus. En d'autres termes, si les équipes de développement utilisent les étapes décrites ci-dessus de manière simple et linéaire, en terminant une étape, puis en passant à la suivante, puis à la suivante – en sauvegardant uniquement pour vérifier une étape par rapport à une autre – il y aura des avantages mesurables à réaliser. leurs programmes de développement. Au-delà de cela, cependant, il existe un avantage supplémentaire dans un flux de modélisation et de simulation qui prend en charge la possibilité de mélanger et de faire correspondre aux niveaux d'abstraction de conception pendant le développement – une caractéristique importante d'un processus d'ingénierie basé sur un modèle.

En général, les performances de la simulation (la rapidité d'exécution d'une simulation de système) dépendent du niveau de détails inclus dans le modèle du système. Supposons pour cette discussion que la seule variable est le détail du modèle ; tous les paramètres et options du simulateur reste les mêmes entre les niveaux d'abstraction. Une simulation avec des modèles fonctionnels s'exécute généralement plus rapidement qu'une même simulation avec des modèles architecturaux, qui s'exécute plus rapidement qu'une simulation avec des modèles d'implémentation. Mais avec l'approche de modélisation et de simulation multi-niveaux du processus d'ingénierie basé sur des modèles, et avec un environnement De modélisation et de simulation appropriées, il est possible de mélanger et faire correspondre les niveaux d'abstraction des modèles.

Quel pourrait être l'avantage ? Modèles de niveau supérieur et temps de simulation plus rapides où moins de détails sur le système sont nécessaires, ainsi que des détails s'accumulent et une concentration sur des parties du système selon les besoins. Par exemple, considérons l'amplificateur audio de base illustré à la figure 5.

Cet amplificateur est divisé en trois blocs : préamplificateur, commandes et amplificateur de puissance. Supposons que chaque bloc soit conçu par une équipe distincte et que chaque équipe ait accès à l'intégralité du modèle de simulation à ce niveau partitionné. Chaque équipe peut se concentrer sur la conception détaillée de son propre bloc, avec l'avantage d'analyser un modèle de son bloc à un niveau. détaillé dans le contexte du reste du système modélisé à un niveau supérieur.

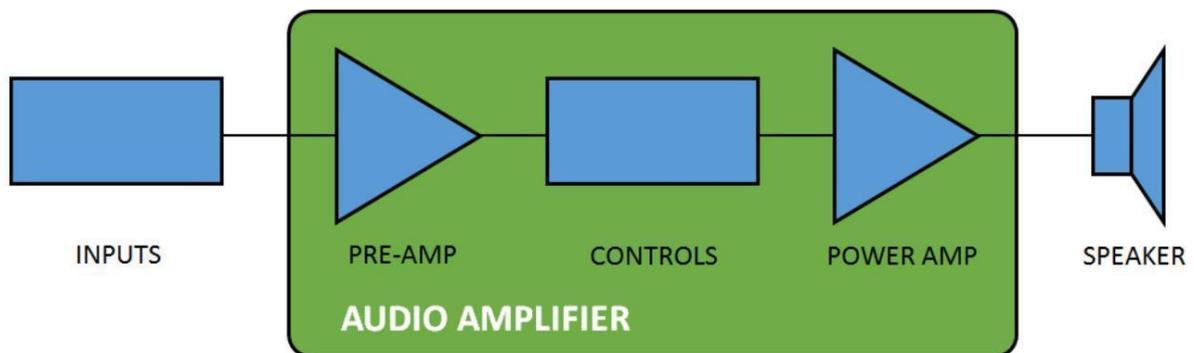


Figure 5 : Un amplificateur audio partitionné comme un exemple de conception multi-niveaux basé sur un modèle.

CONTINUER

L'ingénierie basée sur les modèles est une méthodologie pratique et efficace pour la conception de systèmes. Il fournit une structure pour gérer la complexité tout en permettant, à chaque étape de conception, de relier directement les fonctionnalités de conception aux exigences et spécifications fonctionnelles d'origine du système. Malgré ses nombreux avantages, il ne constitue pas une panacée pour tous les problèmes de conception de système, ni n'est appropriée pour chaque système. Par exemple, certains systèmes sont suffisamment simples pour que l'utilisation d'une ingénierie basée sur des modèles et de prototypes virtuels prend plus de temps que l'utilisation du flux traditionnel de conception, de prototype et de testeur. Mais à mesure que la complexité du système augmente, un processus d'ingénierie basé sur des modèles devient d'abord pratique, puis nécessaire, afin de garantir un processus de développement efficace et rentable conduisant à une conception réussie.

La clé de la mise en œuvre d'un flux d'ingénierie basé sur des modèles consiste à sélectionner le bon environnement de modélisation et de simulation. Les systèmes simples peuvent être servis par une option de base basée sur SPICE. Les systèmes plus complexes, qu'ils soient mis en œuvre sous la forme d'un système sur puce, d'un circuit sur une carte ou d'un produit à technologies mixtes, bénéficieraient d'un flux d'ingénierie basé sur un modèle construit sur des capacités de simulation avancées et un modèle flexible basé sur des normes. options de développement similaires à celles disponibles dans l'environnement AMS de Xpedition Enterprise.

* <http://www.incose.dk/systems-engineering/what-is-se>

Pour les dernières informations sur les produits, appelez-nous ou visitez : www.mentor.com

©2017 Mentor Graphics Corporation, tous droits réservés. Ce document contient des informations exclusives à Mentor Graphics Corporation et peut être dupliqué en tout ou en partie par le destinataire d'origine à des fins commerciales internes uniquement, à condition que l'intégralité de cet avis apparaisse dans toutes les copies.

En acceptant ce document, le destinataire s'engage à faire tous les efforts raisonnables pour empêcher toute utilisation non autorisée de ces informations. Toutes les marques mentionnées dans ce document sont les marques de leurs propriétaires respectifs.

Corporate Headquarters
Mentor Graphics Corporation
 8005 SW Boeckman Road
 Wilsonville, OR 97070-7777
 Phone: 503.685.7000
 Fax: 503.685.1204

Sales and Product Information
 Phone: 800.547.3000
sales_info@mentor.com

Silicon Valley
Mentor Graphics Corporation
 46871 Bayside Parkway
 Fremont, CA 94538 USA
 Phone: 510.354.7400
 Fax: 510.354.7467

North American Support Center
 Phone: 800.547.4303

Europe
Mentor Graphics
 Deutschland GmbH
 Arnulfstrasse 201
 80634 Munich
 Germany
 Phone: +49.89.57096.0
 Fax: +49.89.57096.400

Pacific Rim
Mentor Graphics (Taiwan)
 11F, No. 120, Section 2,
 Gongdao 5th Road
 HsinChu City 300,
 Taiwan, ROC
 Phone: 886.3.513.1000
 Fax: 886.3.573.4734

Japan
Mentor Graphics Japan Co., Ltd.
 Gotenyama Trust Tower
 7-35, Kita-Shinagawa 4-chome
 Shinagawa-Ku, Tokyo 140-0001
 Japan
 Phone: +81.3.5488.3033
 Fax: +81.3.5488.3004

Mentor[®]
 A Siemens Business

MGC 10-17 TECH-16630-w