



AVIS D'EXPERT

L'INGÉNIERIE SYSTÈME S'IMPOSE DANS L'INDUSTRIE



PENSER SYSTÈME POUR BIEN CONCEVOIR UN PRODUIT. DOC. DASSAULT SYSTÈMES

Le numérique gagne tous les champs du quotidien. La connectivité est devenue un maître mot et l'innovation industrielle est désormais portée par l'électronique et le logiciel. Des conditions qui poussent les industriels à s'appuyer sur l'ingénierie système.

et services ne suivent pas le même rythme, et les industriels font face à de nombreuses problématiques :

- Difficultés à comprendre et à maintenir un système.
- Difficultés à communiquer entre les équipes multidisciplinaires
- Satisfaction client et qualité du produit ne sont pas celles attendues.
- Coûts de vérification et de validation trop élevés.

PENSER SYSTÈME POUR BIEN CONCEVOIR UN PRODUIT

Saviez-vous que seulement 26 % des projets finissent dans les temps, au budget et avec toutes les caractéristiques et fonctions spécifiées initialement ? Et que 68 % des développements ont des problèmes en lien avec le début de la conception du produit ?

La complexité des produits manufacturés augmente exponentiellement. A titre d'exemple un programme complet automobile ou aéronautique implique plus de 500 000 pièces, 4 000 à 15 000 fonctions, environ 100 000 interfaces, et 0,5 à 1 million d'exigences ! Mais les procédures et les méthodes pour développer ces produits





Depuis de nombreuses années, l'ingénierie systèmes est justement perçue comme une « *best practice* », et le MBSE (Model Based Systems Engineering) comme une méthodologie aidant à mieux gérer cette complexité.

Dans l'ingénierie systèmes, il est capital de « penser systèmes » :

- Considérer un système/un produit dans son ensemble, plutôt que des parties.
- Comprendre le contexte d'un système et son environnement avec les différents acteurs impliqués.
- Comprendre l'usage d'un système dans le cadre de ses missions et services qu'il doit fournir.

Cette approche permet d'anticiper des situations réelles de la vie et de concevoir un produit de qualité plus facilement. A titre d'exemple, la plupart des constructeurs automobiles ont comme spécification de tester tous leurs véhicules à 150km/h en sens inverse ! Tout simplement parce que pour être acheminés des usines aux

concessionnaires, les véhicules sont généralement transportés par train et disposés dans les deux sens de circulation. Si le constructeur oublie cette exigence au moment du développement, les coûts de redéveloppement peuvent être très conséquents. L'ingénierie systèmes va donc aider notamment à identifier les différents cas d'usages possibles du système, ce qui requiert plus d'efforts durant la phase d'architecture et de conception mais beaucoup moins ensuite pour les phases de tests et d'intégration.

UNE APPROCHE FONDÉE SUR LES MODÈLES

Pour de nombreuses organisations, c'est aussi un changement de paradigme radical car il s'agit de passer d'une démarche basée sur les documents, vers une approche globale fondée principalement sur des modèles, permettant ainsi de :

- Mieux spécifier : moins d'ambiguïté, d'oublis et d'inconsistance que lors des rédactions de spécifications et autres descriptions purement textuelles.
- Mieux concevoir : en étudiant plus facilement différentes alternatives possibles et les impacts occasionnés par des modifications, tout en réduisant les tâches répétitives à refaire.
- Mieux gérer la productivité : en développant la collaboration et la convergence entre les différents métiers pour définir une solution viable plus facilement atteignable.
- Mieux valider : en facilitant les prises de décisions très tôt dans le cycle de développement et une meilleure

anticipation des risques. Les intégrations et tests sont alors réalisés beaucoup plus efficacement.

Une conception orientée système va permettre aux équipes de conception de rassembler les besoins de toutes les parties prenantes au système d'intérêt, et de comprendre son contexte d'utilisation avant de commencer la conception détaillée de la solution. Les risques pourront être ainsi identifiés très en amont et mieux maîtrisés, avec comme conséquence une meilleure qualité produit tout en réduisant non seulement les coûts lors des phases de conception mais aussi durant les phases opérationnelles et de démantèlement d'un programme.

DES SOLUTIONS ADAPTÉES AUX BESOINS

Keonys se base sur la stratégie de Dassault Systèmes qui s'articule autour de cinq piliers fondamentaux : des modèles multi-échelles, la fédération des disciplines, simuler/tester à tout moment dans le processus de développement, la gouvernance par la donnée, et l'ouverture (formats standards, connecteurs), pour proposer différents niveaux de solutions dédiées à l'ingénierie système.

L'expérience de chaque entreprise dans le domaine lui étant propre, ces solutions se déclinent et s'adaptent aux besoins de tous à travers les applications suivantes :

- La gestion et la traçabilité des exigences.
- L'architecture systèmes multidisciplinaires.
- La modélisation et la simulation systèmes (ou OD-1D).
- Le contrôle/commande des systèmes automatisés.



- La sûreté de fonctionnement des systèmes critiques. Chacun des thèmes se fonde sur une proposition de valeur commune à savoir :
 - L'agilité: définir et valider des choix de conception et d'innovations plus tôt au niveau du concept et sur la base de modèles et de validations virtuelles.
 - La collaboration : synchronisation entre les disciplines (en combinant les domaines de l'électrique, l'électronique, la mécanique et le logiciel...) et développement de systèmes complexes dans leur ensemble.

- La capitalisation : conformité aux standards de sûreté, réutilisation de composants et modèles (canevas), traçabilité d'un bout à l'autre d'un projet.

L'approche centralisée et intégrée de l'ingénierie systèmes permet, à partir des objectifs fonctionnels exprimés, de déterminer la logique de produits pour programmer et contrôler leurs automatismes. L'un des plus grands défis des industriels et principalement dans les domaines de l'automobile, l'aéronautique, le ferroviaire, le médical, les équipements

industriels et l'énergie, est d'être capable d'innover dans un environnement de plus en plus contraint et sur des produits/ systèmes complexes intégrant électronique embarquée, contrôle commande et comportement physique. L'agilité, la collaboration et la capitalisation sont des valeurs inhérentes à la démarche Ingénierie des Systèmes pour concevoir vite et bien. —

Article réalisé en collaboration avec Pierre Sans, ingénieur Simulation et Systèmes chez Keonys

SPÉCIFICITÉS DU VÉHICULE ÉLECTRIQUE

La conception de véhicules électriques a-t-elle un impact sur l'usage de l'ingénierie systèmes ?

L'électrification des véhicules constitue un formidable tremplin pour la diffusion de l'ingénierie systèmes. L'impact d'une motorisation hybride ou full électrique est énorme sur l'architecture de la voiture. Il faut tout repenser : le packaging, la place des batteries et celle laissée vide par le retrait du moteur thermique, le voisinage de différents réseaux électriques 12, 24 et 48 volts, l'intégration de nouveaux composants, les équipements de divertissement à bord, le contrôle logiciel de tous ces sous-systèmes, etc. Enfin, gérer leur interdépendance et leur capacité à fonctionner ensemble !

Les logiciels d'ingénierie systèmes ne sont-ils pas réservés à une petite élite chez les constructeurs ?

Tous les constructeurs et la plupart des équipementiers de rang 1 utilisent aujourd'hui des logiciels d'ingénierie systèmes. Certaines équipes et de nombreux fournisseurs automobiles pratiquent l'ingénierie systèmes sans logiciel spécialisé, avec Excel et PowerPoint. Mais les logiciels dédiés deviennent vite indispensables pour gérer toute cette complexité et déterminer les fonctions qui répondront aux exigences et besoins fonctionnels de départ. Ils permettent la collaboration des différents métiers réunis autour d'un véhicule électrique, et ceci très en amont d'un projet nouveau. Cela chez le constructeur, et désormais de plus en plus souvent chez ses fournisseurs de rang inférieurs. Ils permettent également une approche multi-échelle, depuis par exemple une modélisation globale fondée sur des cartographies de réponses, jusqu'à la modélisation chimique, électrique, thermique de la batterie, pour valider des choix technologiques très tôt dans le cycle de conception. Outre les disciplines techniques supportant la conception du véhicule, il s'agit également d'intégrer dans la réflexion les métiers et services indispensables à sa vie une fois sur la route : système de recharge, d'échange des batteries usagées et de leur retraitement, équipements de SAV spécifique, etc. La démarche est donc de plus en plus globale pour comprendre l'usage d'un système vis à vis de tous les acteurs et parties prenantes impliqués

L'offre marché propose-t-elle des solutions dédiées Véhicules Electriques.

Dassault Systèmes propose les différentes briques indispensables à cette approche globale : modélisation et simulation systèmes (0D/1D), architecture systèmes, gestion et traçabilité, des exigences, sûreté de fonctionnement, etc. L'acquisition de la société No Magic, lui permet de compléter son offre Systèmes au niveau architecture, qui était déjà riche avec des outils spécifiques tels que Dymola pour modéliser les batteries, la chaîne de motorisation, et simuler la performance d'un véhicule sur différents cycles de conduite etc. Et d'une manière générale, les librairies Dymola proposent des modèles génériques couvrant tous les composants que l'on peut trouver aujourd'hui au sein d'un VE. Les équipementiers peuvent les personnaliser pour représenter fidèlement les caractéristiques de leurs propres sous-systèmes. Notons également que la plateforme 3DExperience reste ouverte pour gérer cette activité ingénierie système en intégrant éventuellement des solutions tierces au sein d'un environnement unique.



PIERRE SANS