

The Siemens logo is displayed in a bold, teal, sans-serif font.

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Maîtriser la complexité et le coût des robots

Surmontez la complexité et accélérez la conception de robots avancés.

Résumé

Avec l'afflux de nouvelles technologies, notamment la 5G, la technologie Edge, le machine learning (ML), l'intelligence artificielle (AI) et les progrès de la simulation, l'industrie robotique est prête à tenir les promesses de l'industrie 4.0. Il est cependant difficile de créer des robots qui soient autonomes et capables de traiter de petits lots de travail avec une grande précision sans faire de compromis sur la sécurité. Les fabricants ont besoin d'une nouvelle approche d'ingénierie pour maîtriser la complexité et les coûts. Ce livre blanc s'intéresse à l'application de solutions de simulation et de test pour relever les défis d'ingénierie tels que le dimensionnement d'un actionneur de robot en fonction de la charge utile, la validation des logiques de commande avec des processus de mise en service virtuelle et comment atteindre les objectifs de performances, de fiabilité et de sécurité.

Sommaire

Résumé.....	3
L'évolution des tendances dans l'industrie de la fabrication	3
Production flexible	3
Machines intelligentes	3
Durabilité.....	3
Agilité et rentabilité	3
L'avènement de l'industrie 4.0 : rapidité, flexibilité et qualité	4
Généraliser l'adoption de la robotique pour plus d'impact.....	5
Une approche holistique pour faire progresser l'ingénierie robotique	6
Dimensionnement du système et de l'actionneur	6
Cinématique et dynamique	6
Précision, vibrations et acoustique.....	7
Fiabilité (thermique, structurelle, faisceau de câbles).....	8
Efficacité énergétique et opérationnelle	9
Mise en service virtuelle	9
Cas d'application	10
Assurer le fonctionnement durable et sécurisé	
des robots pick-and-place à grande vitesse	10
Ingénierie simultanée et mise en service virtuelle des systèmes AGV ...	11
Conclusion.....	13

Résumé

Ce livre blanc détaille les grandes lignes d'une approche holistique faisant appel à des solutions de simulation et de test destinées à développer l'ingénierie robotique. Il passe en revue certaines des principales tendances industrielles qui favorisent l'adoption des robots dans les entreprises de fabrication et les enjeux d'un déploiement plus large. À l'aide de plusieurs cas d'application réels, des machines-transfert et des véhicules à guidage automatique (AGV), nous démontrons comment l'utilisation d'outils de simulation et de test permet de traiter efficacement la complexité de l'ingénierie robotique très tôt dans le processus de développement.

L'évolution des tendances dans l'industrie de la fabrication

Alors que la digitalisation se démocratise dans de nombreuses industries, il est désormais impossible de prévoir ce que l'avenir réserve aux entreprises de fabrication. Mais une chose est certaine : le nombre de robots et le degré d'automatisation vont augmenter de façon exponentielle ; en effet 500 000 emplois restent vacants chaque année, 70 000 personnes partent à la retraite chaque semaine et les millennials ne sont pas enthousiastes à l'idée de rejoindre ce secteur.

Les quatre tendances clés (flexibilité de la production, produits intelligents, durabilité et rentabilité) ont un fort impact socio-économique et forgent le paysage de demain.

Flexibilité de la production

Concevoir des machines ultra-performantes ne suffit plus. Les entreprises de fabrication de produits sont à la recherche de machines personnalisées, capables s'adapter facilement pour répondre aux besoins spécifiques des consommateurs. Les sites de fabrication ont tout intérêt à s'adapter rapidement à l'évolution des produits et des processus afin d'assurer leur pérennité.

Les machines intelligentes

La connectivité, la technologie et l'Internet des Objets Industriel (IIoT) fournissent une visibilité totale sur les activités quotidiennes que les entreprises de fabrication de produits attendaient depuis longtemps. L'analyse des données et l'intelligence artificielle aideront à améliorer le processus décisionnel, grâce à des informations quantitatives sur les opérations en cours. Cette interprétation des données en temps réel, la reconstruction des variables et des paramètres de l'usine permettent un diagnostic des problèmes et un dépannage plus rapides.

Durabilité

Les entreprises du monde entier tentent de réduire leur empreinte carbone et de limiter leurs besoins en ressources, afin de se conformer aux réglementations en vigueur. Si les produits et les fonctionnalités sont aujourd'hui plus complexes, les performances, elles, doivent rester optimales, même en utilisant moins de ressources.

Agilité et rentabilité

La transformation radicale liée à l'innovation, aux produits personnalisés et à l'émergence de nouveaux modèles commerciaux pèse lourdement sur la marge de profits des petites et moyennes entreprises de fabrication. Pour s'en sortir, elles doivent investir dans les capacités de fabrication numériques fondamentales afin de devenir plus agiles et plus rentables.

L'avènement de l'industrie 4.0 : rapidité, flexibilité et qualité

Les nouvelles tendances du marché posent de nouveaux défis aux fabricants et aux fournisseurs : augmentation de la complexité des produits, hausse des coûts et allongement des délais de commercialisation.

Apparue il y a plus de 100 ans, la fabrication en série a évolué, passant de tâches manuelles laborieuses à des chaînes de montage automatisées ultras sophistiquées. L'automatisation est particulièrement efficace dans un environnement de production fixe où des produits similaires sont fabriqués en grandes quantités. Mais lorsque le produit devient plus personnalisé, l'intervention humaine est inévitable pour garantir une fabrication optimale.

Parallèlement, les technologies d'automatisation et de digitalisation des usines suscitent davantage d'investissements pour remédier aux inefficacités de fabrication et relever de nouveaux défis. En effet, il semblerait que la robotique soit désormais la solution au problème des emplois dits "4D" : monotones, salissants, dangereux et difficiles.

La mise en œuvre de systèmes de production flexibles et autonomes permettra de répondre aux besoins de production futurs. La robotique avancée apparaît comme un enjeu majeur pour répondre aux besoins de l'industrie de la fabrication. Si la robotique conventionnelle peine à établir un flux de travail fixe, la robotique avancée permet au contraire de bénéficier de possibilités d'adaptation exceptionnelles, grâce à une reconfiguration précise et rapide du flux de travail sans intervention humaine.

Les résultats issus de l'analyse des communications des principales entreprises de robotique viennent confirmer ces tendances : la personnalisation, l'interaction transparente entre l'homme et la machine, ainsi que l'augmentation de la productivité et de la sécurité sont fortement soutenues.



Schéma 1 : Les fabricants et fournisseurs de produits sont confrontés à de nouveaux défis.

Généraliser l'adoption de la robotique pour plus d'impact

Selon la Fédération internationale de robotique, près de 4 millions de robots industriels devraient être intégrés aux usines du monde entier d'ici 2021.

La mise en œuvre de technologies destinées à concrétiser les perspectives de flexibilité et de fiabilité de la fabrication via la robotique avancée est un processus complexe aux multiples facettes. Voici quelques freins à l'expansion de la robotique :

- Performances :

La plupart des robots présents dans les usines sont de grandes machines qui effectuent une ou plusieurs tâches répétitives. Pour garantir la précision et la répétabilité de la position, le bras robotique est fabriqué à partir de matériaux rigides. Ce choix entraîne souvent une surconception, ce qui réduit le rapport poids/puissance, car la majeure partie du moteur est utilisée pour faire bouger les bras. Pour les tâches de précision, les capteurs augmentent le poids et réduisent la vitesse opérationnelle des robots. Les moteurs utilisés pour l'actionnement des robots ne sont pas optimisés pour fonctionner sans accroc malgré une gamme complète de cas de charge et de configurations. Les effecteurs du robot qui sont utilisés pour soulever les objets sont peu flexibles et ne sont pas conçus pour tenir différentes formes de produits. Utiliser des pinces interchangeable augmente le coût et implique de nombreux changements entre les lots. En outre, les fabricants doivent fournir des systèmes d'automatisation à faible consommation énergétique avec des configurations de performance optimales. Les robots doivent fournir la flexibilité nécessaire afin de fabriquer de petits lots de produits personnalisés avec un niveau de précision et des cadences élevés, sans compromettre la sécurité

- Innovation technologique :

La plupart des robots actuellement dans les usines sont incapables de prendre des décisions et de réagir aux changements en temps réel. Le déploiement de robots industriels autonomes capables de fonctionner dans des environnements non structurés et dynamiques reste un sujet de recherche complexe. Des innovations technologiques sont nécessaires sur plusieurs fronts pour exploiter pleinement le potentiel des robots : par exemple, pour exécuter des tâches de manière autonome et transmettre des commandes de contrôle rapidement, avec une conformité totale, ou pour permettre la création de robots ultra-fiables et à faible latence en utilisant les réseaux 5G, les capteurs, l'intelligence artificielle et les technologies d'apprentissage automatique

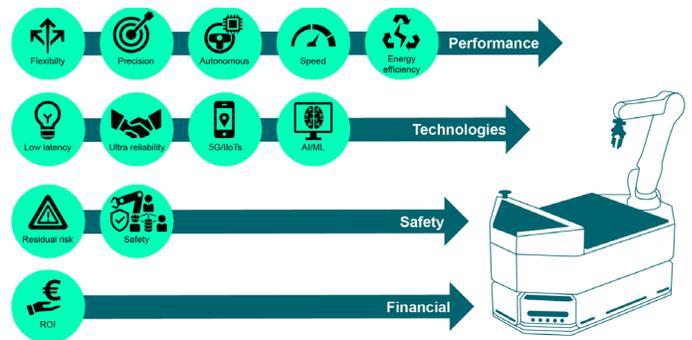


Schéma 2 : Principaux obstacles à une adoption plus large de la robotique.

- Sécurité :

Le déploiement de robots dans les usines impose de nouvelles normes de sécurité. Pour installer des robots dans l'usine, en dehors des barrières ou des cages, il faut absolument garantir la sécurité du personnel humain. Les réglementations régissant le déploiement de robots et de la main-d'œuvre dans les usines sont souvent très strictes et leur non-respect peut coûter une fortune aux fabricants

- Retour sur investissement :

Bien que le prix des systèmes robotiques ait baissé au cours des dernières décennies, implémenter des robots dans la production est une opération à forte intensité de capital et l'écart entre le coût de déploiement des robots avancés et le gain financier doit être considérablement réduit

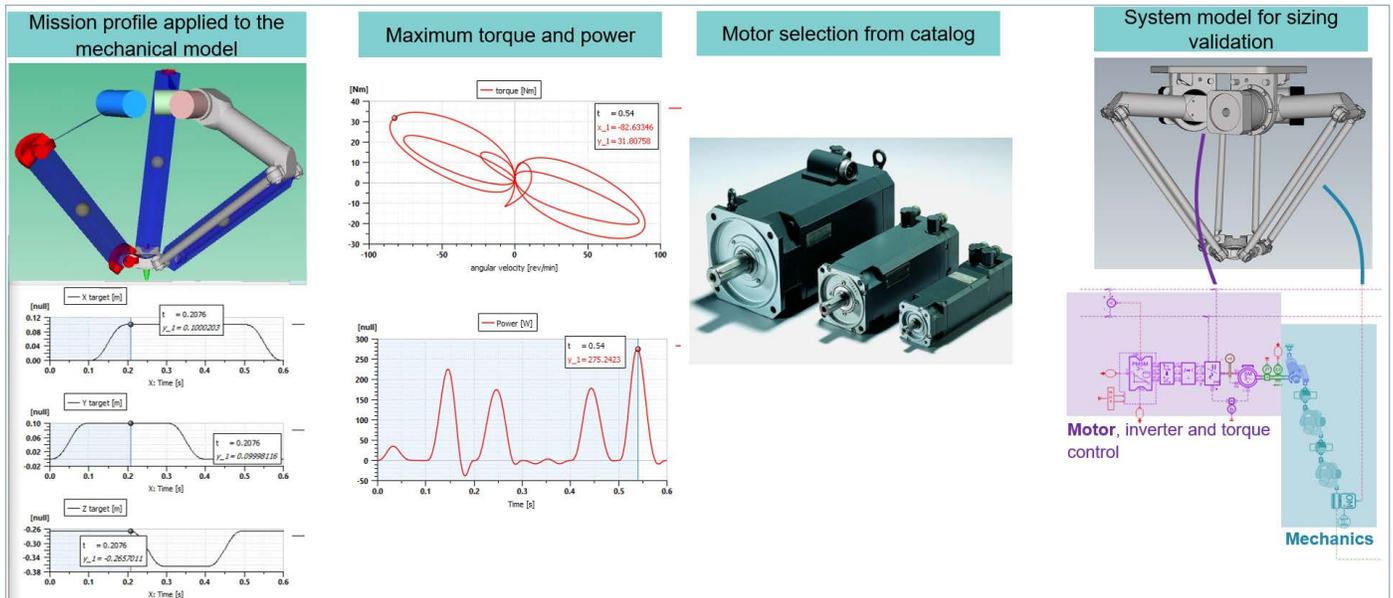


Schéma 3 : Utilisation de Simcenter Amesim pour dimensionner un actionneur robotique répondant aux exigences.

Une approche holistique pour faire progresser l'ingénierie robotique

Les robots font partie de la stratégie d'automatisation des usines, mais le développement d'un système robotique intelligent et flexible reste coûteux et difficile. Dans cette section, nous mettons en évidence certains aspects essentiels que les fabricants de robots peuvent optimiser grâce aux solutions Siemens.

Dimensionnement du système et de l'actionneur

Les systèmes de robotique industrielle évoluent d'une plateforme d'automatisation rigide vers un système flexible et autonome. Ils se composent de capteurs, d'actionneurs, de circuits électroniques et d'une boucle de rétroaction qui permet une certaine liberté de mouvement contrôlée. Les ingénieurs doivent évaluer les interactions complexes, non linéaires et couplées des composants individuels, ainsi que les performances globales du système dans leurs choix d'architecture.

Le logiciel Simcenter™ Amesim™, qui fait partie du portefeuille Xcelerator™, le portefeuille complet et intégré de logiciels et de services de Siemens Digital Industries Software, est un outil de simulation système que les ingénieurs peuvent utiliser pour préconcevoir l'architecture d'un système robotique avec des actionneurs et des systèmes cinématiques pour effectuer des analyses de simulation et équilibrer les performances du système simultanément, en tenant compte des exigences

de vitesse et de couple ou de position. Cette évaluation conceptuelle dans le cadre de scénarios de charges multiples les aide à comprendre les extrémités du système et à dimensionner les actionneurs du robot en conséquence.

Cinématique et dynamique

Les robots sont des systèmes articulés et sont construits par liaison cinématique de structures rigides et déformables impliquant des joints sophistiqués. Il est essentiel de pouvoir accéder à l'enveloppe de travail des robots, à leur capacité de charge et aux positions possibles des effecteurs afin de développer un algorithme de contrôle sans collision et sûr. Grâce au logiciel Simcenter 3D Motion, un solveur de dynamique multicorps (MBD), les ingénieurs peuvent évaluer le volume balayé par un robot et éviter le risque de collision dans l'environnement opérationnel.

Grâce à des fonctions de co-simulation, le modèle MBD peut être couplé au modèle de simulation multiphysique pour évaluer l'impact des charges opérationnelles sur le couple et la vitesse de l'actionneur. Les fabricants peuvent étudier le mécanisme et la dynamique du système, mettre en œuvre des boucles de rétroaction de stabilisation appropriées en évaluant le couple, l'accélération, etc., tout en soulevant des objets lourds, en déplaçant et relâchant des charges.

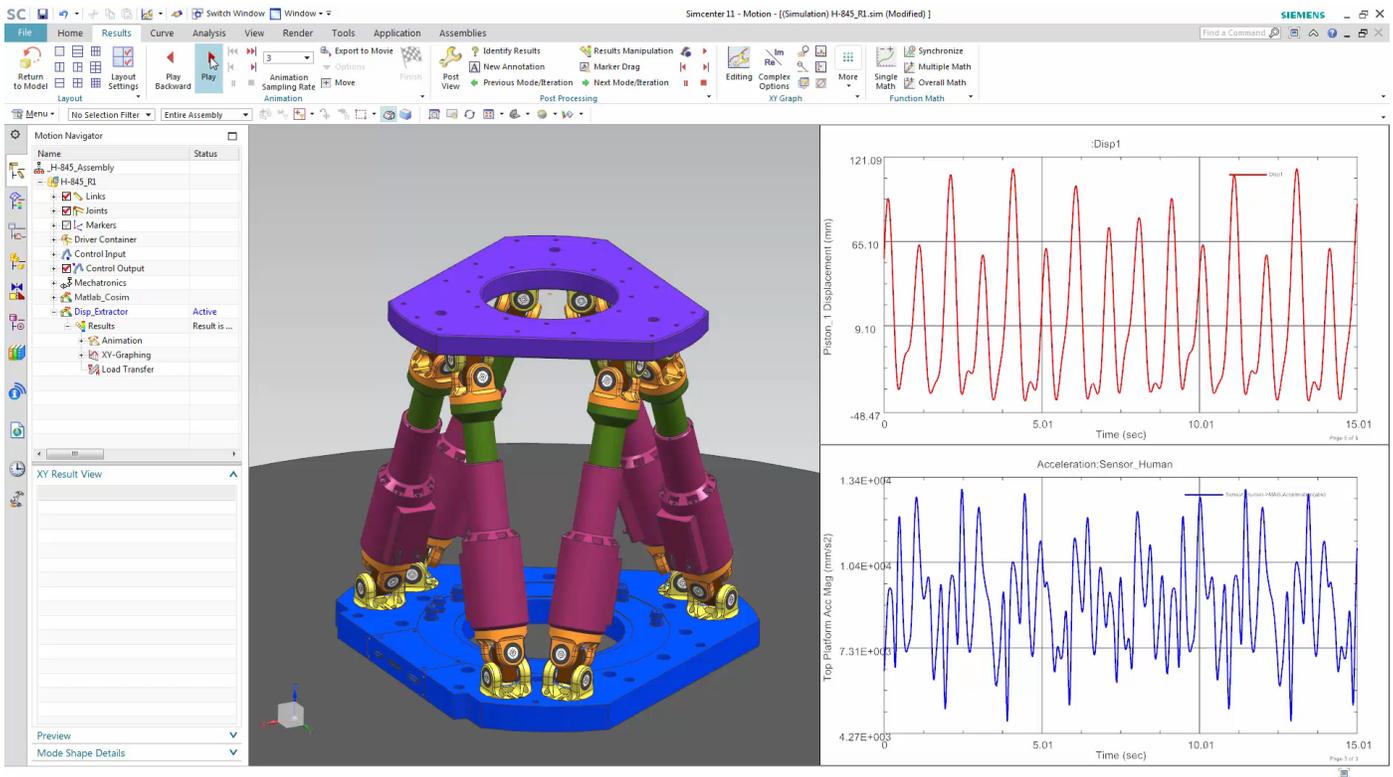


Schéma 4 : Utilisation de Simcenter 3D Motion pour évaluer la dynamique des mécanismes.

Précision du mouvement, vibrations et acoustique

Indépendamment des composants utilisés pour les robots, les intégrateurs de systèmes d'assemblage peuvent rencontrer une situation où la position de l'effecteur et la courbe de mouvement du bras ne sont pas dans les niveaux de tolérance prévus pour des conditions de charge données. Compte tenu de la complexité de la robotique moderne, une simple approche par tâtonnement de ces questions est inefficace et risque de ne pas résoudre le véritable problème.

En adoptant les solutions de test Simcenter, il est également possible d'identifier le composant à l'origine des déviations grâce à des mesures en temps réel. Grâce à une approche de test complète, les ingénieurs peuvent caractériser les résonances indésirables des bras de robot à l'aide de l'analyse modale, utiliser des jauges de contrainte pour mesurer les forces et les moments et étudier l'interaction dynamique avec la base du robot.

Sur une installation existante, l'augmentation de la vitesse de production est cruciale pour accroître la productivité sans investissement supplémentaire. Mais la vitesse de production et la qualité du produit sont souvent inversement proportionnelles. La méthodologie source-transfert-récepteur de Siemens offre une visibilité claire de la manière dont les vibrations des actionneurs ou des articulations affectent le mouvement des effecteurs.

Outre la conformité aux exigences relatives aux vibrations, les robots utilisés dans les hôpitaux ou les laboratoires répondent également aux normes concernant le niveau sonore. Les solutions de test de Simcenter peuvent aussi être utilisées pour résoudre les problèmes acoustiques. Le système Simcenter Sound Camera™ permet de visualiser en temps réel l'emplacement et la fréquence des principales sources sonores.

Acoustic troubleshooting using Simcenter Sound Camera



Localizing sound sources and vibration of an industrial robot

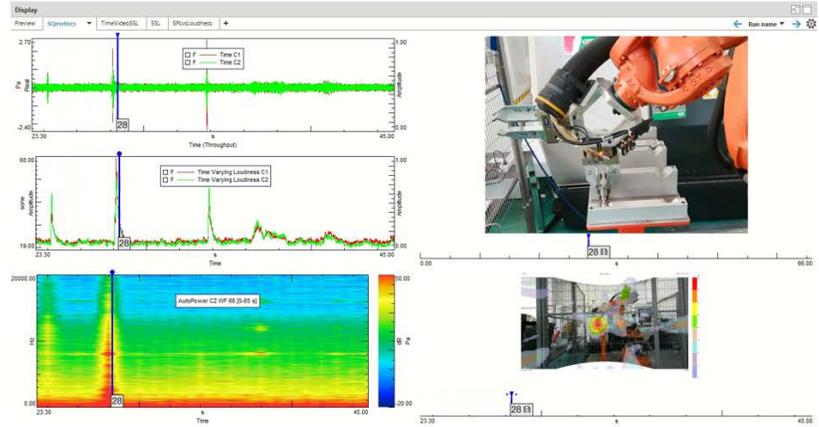


Schéma 5 : Utilisation des solutions de test Simcenter pour un dépannage au niveau des vibrations et de l'acoustique.

Fiabilité (thermique, structurelle, faisceau de câbles)

Une fois déployés, les robots industriels sont censés fonctionner sept jours sur sept, 24 heures sur 24 et pendant deux décennies ou plus, sans usure, avec un minimum de maintenance et aucun dysfonctionnement. Le fonctionnement continu des actionneurs et des servomoteurs peut augmenter la contrainte thermique et le taux de défaillance. En outre, le moteur électrique est susceptible de produire un arc électrique ou des étincelles, ce qui augmente le risque d'incendie.

Grâce au logiciel Simcenter 3D, les fabricants peuvent anticiper les problèmes thermiques, structurels et de fatigue des bras de robots dans des conditions de charge réalistes, ce qui permet de réduire les coûts de garantie, d'améliorer la maintenabilité du produit et d'assurer la satisfaction des clients.

La gestion thermique des modules haute puissance, qui comprennent des contrôleurs de mouvement, des entraînements de moteurs à courant alternatif et des commutateurs, pose d'importants problèmes de fiabilité. Grâce aux solutions Simcenter, les ingénieurs en robotique peuvent éliminer les défaillances thermiques et améliorer la qualité des performances des dispositifs d'électronique de puissance à l'aide de techniques de mesure et de simulation très efficaces et sophistiquées. La simulation électromagnétique basse fréquence permet d'améliorer les performances des actionneurs qui font intervenir un moteur électrique.

Les câbles qui entourent les robots permettent la transmission de l'énergie et des signaux. Ces câbles sont constamment soumis à des forces excessives (flexion, étirement et torsion) et peuvent faire l'objet de défaillances prématurées. La mise en œuvre d'un processus plus rapide et plus sûr pour la conception de câbles électriques et de faisceaux de câbles est essentielle pour éviter les pannes. Grâce à Simcenter, les ingénieurs peuvent effectuer des simulations non linéaires précises du câble pour éviter les problèmes de montage et réduire les coûts de production (en optimisant le nombre de connecteurs, en réduisant au minimum la longueur du câble) et les coûts après-vente en limitant les rappels de produits.

En outre, le règlement exige la compatibilité entre les équipements de l'usine et les capteurs/actionneurs IIoT. La capacité de simulation électromagnétique haute fréquence de Simcenter permet de simuler et de résoudre les problèmes de compatibilité et d'interférences électromagnétiques (CEM/IEM) des systèmes électriques et électroniques.

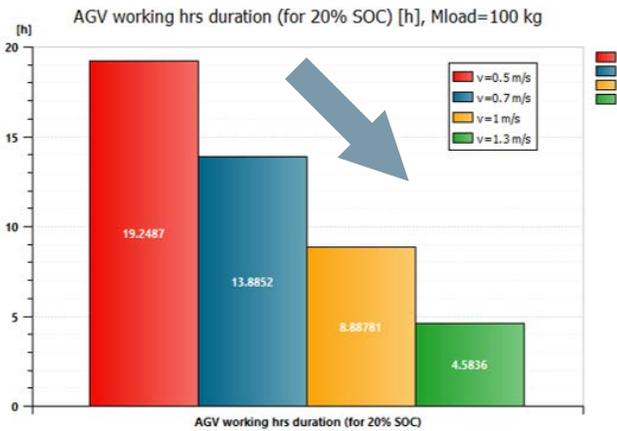


Schéma 6 : Simulation de l'autonomie des robots mobiles en fonction de la vitesse et de la charge.

Efficacité énergétique et opérationnelle

L'évaluation des performances opérationnelles et de l'efficacité énergétique des robots avant la construction d'un prototype élimine tout décalage entre les attentes et la réalité. En utilisant des solutions de simulation et de test pour construire un jumeau numérique réaliste et complet du système robotique, les ingénieurs peuvent réaliser des études de compromis et évaluer les performances et la consommation d'énergie pour de nombreux scénarios opérationnels.

Une fois que les robots sont déployés dans l'usine, leurs performances opérationnelles peuvent être contrôlées en synchronisant le retour d'information des capteurs avec le modèle du jumeau numérique. Le couplage de données enrichies d'aperçus analytiques avec des capacités de ML/AI facilite les opérations de maintenance, en tenant compte de l'état des robots.

Mise en service virtuelle

La logique de commande et les algorithmes logiciels sont à l'origine de la logique, de l'intelligence, de la communication et des capacités de mise en réseau des robots industriels. Le fonctionnement des robots autonomes repose sur un algorithme de contrôle sophistiqué, des capteurs et des codes logiciels d'interface homme-machine (HMI).

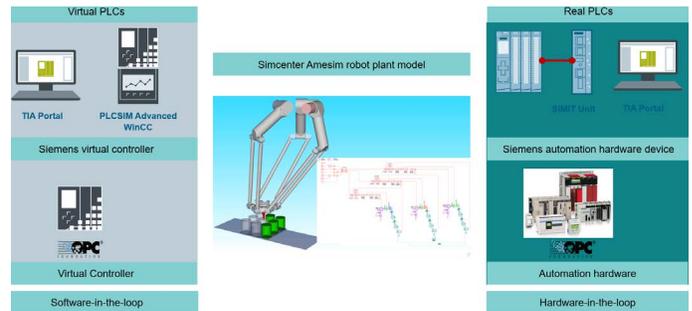


Schéma 7 : Mise en service virtuelle : développement et validation des commandes à l'aide de SiL/HiL.

Grâce aux techniques de mise en service virtuelle, les ingénieurs peuvent créer un jumeau numérique complet des robots, et ainsi reproduire le système multiphysique avec ses composants et ses connexions. Selon les besoins et la disponibilité du matériel, un contrôleur réel ou virtuel peut être utilisé à cette fin. Celui-ci est lié au contrôleur ; il met virtuellement en service le robot et permet d'analyser plusieurs paramètres de commande du PLC, ainsi que le comportement des composants associés (oscillations, perte de pression, température, temps de cycle, consommation d'énergie, scénarios de simulation, etc.).

Cas d'application

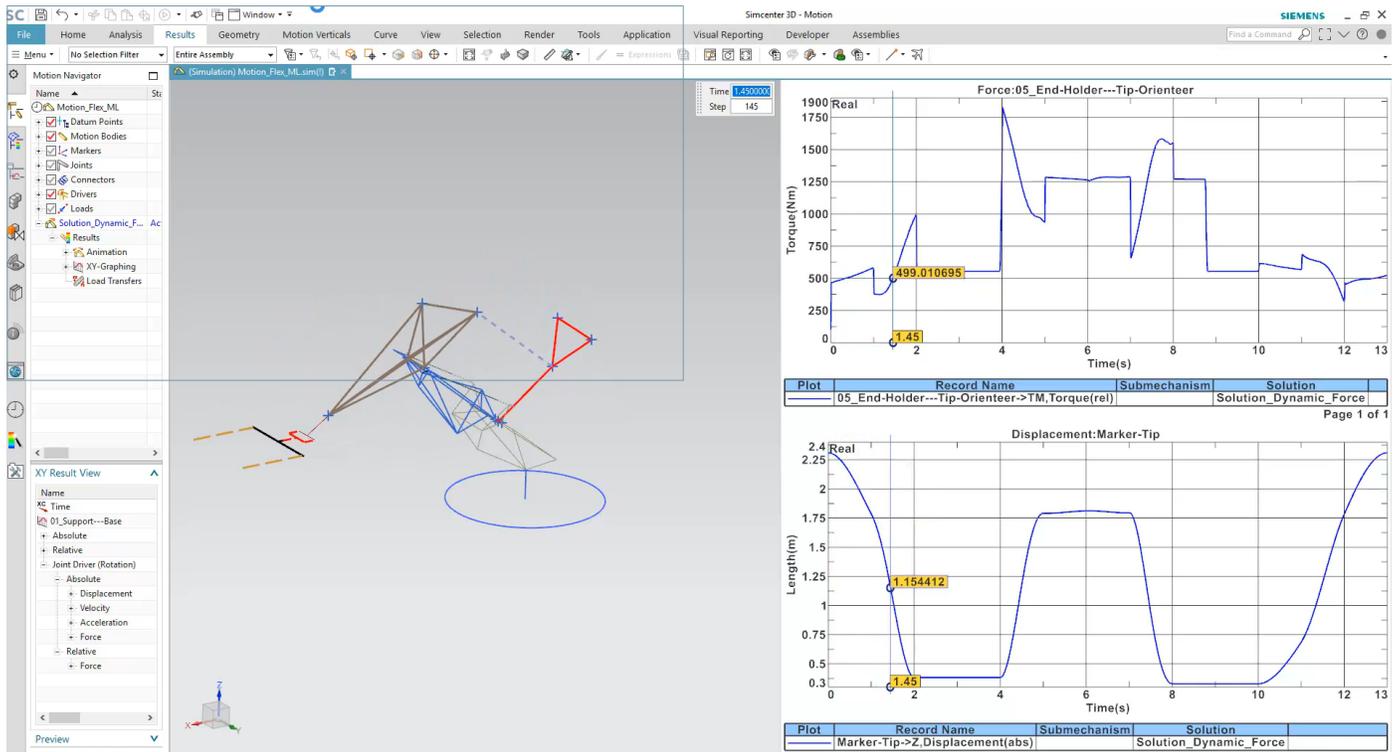


Schéma 8 : Conception de robots pick-and-place : dimensionnement des composants mécaniques.

Assurer le fonctionnement des robots à grande vitesse

La conception et le déploiement de robots à grande vitesse sont des tâches à forte intensité de capital. Chaque minute gagnée pendant le fonctionnement dans l'usine a un impact direct sur les coûts et le retour sur investissement des systèmes d'automatisation de l'usine. La garantie d'un fonctionnement à grande vitesse des robots dépend des décisions prises au cours de la phase de conception et d'ingénierie.

Éviter la surconception ou la sous-conception des composants structurels permet de créer des robots fiables qui répondent aux exigences fonctionnelles avec un coût minimal. La conception assistée par ordinateur (CAO), qui est associée à Simcenter 3D Motion, permet à l'utilisateur d'effectuer une étude conceptuelle sur l'analyse cinématique et dynamique des robots articulés, en tenant compte de l'inertie, des articulations et des contraintes.

L'intégration de l'analyse multicorps pendant la conception initiale donne des indications précieuses sur le volume balayé, la détection des collisions, les charges et les forces agissant sur chaque composant. Ces analyses permettent d'optimiser la structure et de réduire les coûts tout en garantissant la durabilité des robots. Avec une évaluation initiale du comportement cinématique, les ingénieurs ont une vision claire des limitations mécaniques et peuvent améliorer cette simulation conceptuelle tout au long du processus, en développant d'autres composants jusqu'à ce que les dimensions finales soient déterminées.

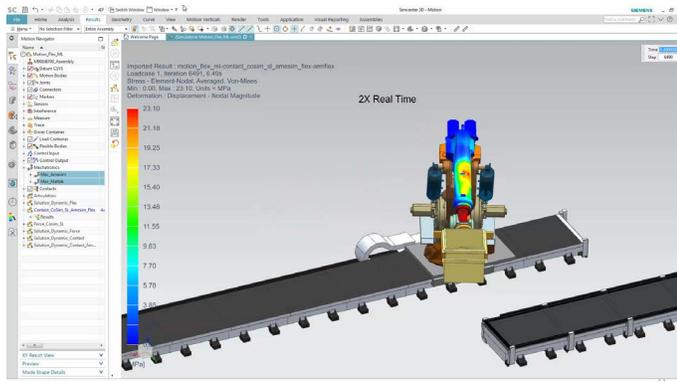


Schéma 9 : Prévission de la déformation dynamique d'un bras de robot pendant le fonctionnement.

Les vibrations dues aux opérations répétitives peuvent induire une fatigue des composants et affecter la précision de positionnement du robot. La combinaison de la MBD avec l'élasticité des composants (basée sur des simulations par éléments finis) peut aider à prédire les déformations dynamiques pendant le fonctionnement.

Les forces exercées sur les composants dépendent de la vitesse à laquelle le mouvement est effectué. Celle-ci est définie par les limites du système d'actionnement et de sa logique de commande. L'analyse des conditions de fonctionnement dévoile les pièges à éviter : l'effet de l'actionneur, du contrôleur et du mécanisme de la boucle de rétroaction sur l'amplification dynamique de la déformation structurelle.

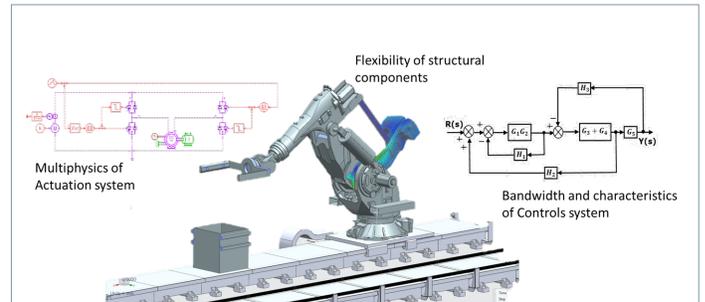


Schéma 10 : Simulation en boucle fermée de la dynamique, de l'actionnement et des commandes.

Grâce à la co-simulation, le solveur MBD peut échanger des informations avec un modèle multiphysique contrôlé de l'actionnement. Le solveur MDB donne les positions et les accélérations au contrôleur/actionneur, tandis que le solveur multiphysique répond avec les forces correspondantes agissant sur le mécanisme. L'association de la cinématique, des commandes et de la flexibilité dynamique dans une simulation holistique permet d'exploiter les limites potentielles du système en toute sécurité en simulant le comportement réel.

Ingénierie simultanée et mise en service virtuelle des systèmes AGV

Les véhicules à guidage automatique sont le pilier central de l'usine numérique, car ils optimisent le processus de production et renforcent sa flexibilité opérationnelle. La conception, le développement et le déploiement des AGV, utilisés dans les entrepôts et les usines, doivent relever plusieurs défis complexes :

- Exigences mécaniques : la capacité de charger et de transporter la charge utile en tenant compte des dimensions, de la masse et de la forme, etc.
- Caractérisation de l'électronique, des circuits intégrés et des puces : assurer l'intégrité structurelle et thermique des pièces internes délicates
- Exigences relatives aux moteurs électriques : assurer le couple et la puissance demandés pour tous les scénarios de travail, sans dommages thermiques
- Conception et intégration de la batterie : le poids de la batterie, le temps de charge et la quantité de travail effectuée entre deux recharges
- Validation des commandes : possibilité de transporter une charge sur des itinéraires prédéfinis, en évitant les obstacles et en réagissant aux problèmes de sécurité potentiels

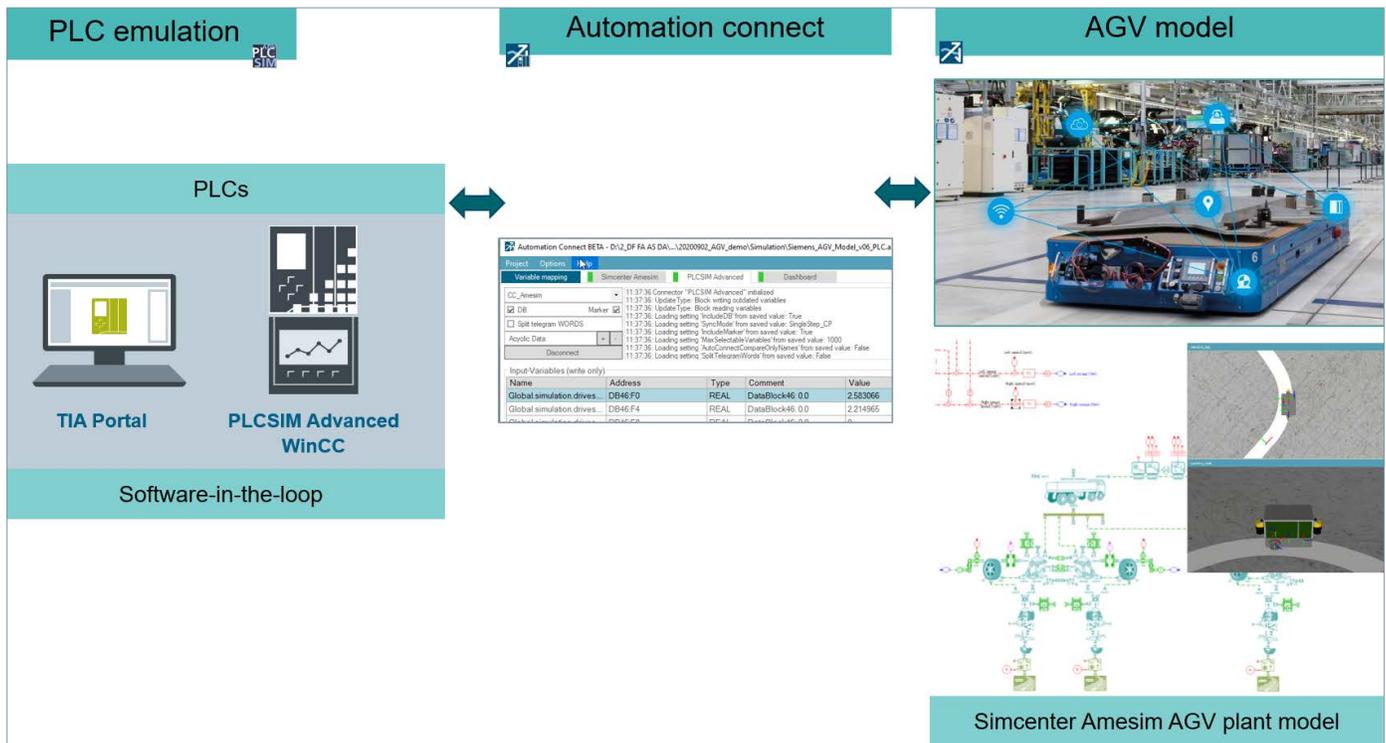


Schéma 11 : Mise en service virtuelle d'un AGV.

La validation des commandes et la mise en service sont une phase critique des projets d'automatisation des usines. Généralement, les ingénieurs doivent attendre que le prototype soit disponible pour valider l'algorithme de commande et corriger les erreurs logicielles. Face à la réduction des délais de commercialisation et à la diminution des marges de profits, les fabricants du monde entier se demandent comment évaluer au mieux les algorithmes de commande dès le début de la phase de développement et comment optimiser les performances des systèmes multiphysiques avant le prototypage.

L'utilisation de Simcenter Amesim et PLCSim Advanced offre des capacités de mise en service virtuelle qui créent un environnement permettant aux ingénieurs d'émuler des logiques de commande, de dimensionner des systèmes multiphysiques, de valider leur logique Ladder PLC et leurs fichiers HMI. La mise en service virtuelle permet un processus simultané de conception mécanique, logicielle, électrique et électronique (E/E) avec une évaluation numérique anticipée.

Pour valider la logique de commande de l'AGV, la première étape consiste à reproduire sur une maquette numérique le système multiphysique avec ses composants et ses connexions. Il faut ensuite paramétrer les différents composants et définir l'interface d'automatisation. Les entrées/sorties du modèle virtuel doivent être connectées au programme PLC. Selon les besoins et la disponibilité du matériel, un contrôleur réel ou virtuel peut être utilisé à cette fin. Le modèle numérique lié au contrôleur met la machine en service et permet d'analyser tous les paramètres de commande multiphysiques et du PLC de l'AGV et ses performances avec différents paramètres tels que la forme de la trajectoire, les charges du véhicule, la hauteur, etc.

La mise en service virtuelle d'une maquette numérique d'AGV permet aux ingénieurs d'étudier plusieurs cas de figure dans un environnement sans risque. Le modèle numérique, lorsqu'il est couplé aux entrées d'un capteur réel, peut être utilisé pour la surveillance de l'AGV afin d'effectuer des tâches de maintenance prédictive. Cette approche, disponible dans les solutions Simcenter permet aux fabricants de déployer un processus simultané de conception mécanique, logicielle et matérielle E/E et de remplacer les tests physiques coûteux et chronophages par une évaluation virtuelle précoce.

Conclusion

Les solutions Simcenter offrent un ensemble unique de capacités afin de dimensionner les actionneurs, d'éliminer les vibrations, de renforcer la précision du robot et la fiabilité du bras robotisé, qui doit résister aux contraintes thermiques et mécaniques. Enfin, et c'est sans doute le point essentiel, la mise en service virtuelle de Simcenter permet de valider les logiques de commande avant le prototypage. Les solutions de simulation et de test ont fait leurs preuves - les perspectives de développement de la robotique dans les usines sont considérables.

Siemens Digital Industries Software

Siège social

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

Amériques

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

Europe

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD, Royaume-Uni
+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 facilite la transformation numérique des entreprises intéressées par des solutions d'avenir en matière de conception, d'ingénierie et de fabrication. Xcelerator, le portefeuille complet et intégré de logiciels et de services de Siemens Digital Industries Software, aide les entreprises de toutes tailles à créer et à exploiter un jumeau numérique complet qui offre aux organisations de nouvelles perspectives, opportunités et niveaux d'automatisation pour stimuler l'innovation. Pour d'autres informations sur les produits et services de Siemens Digital Industries Software, visitez : [siemens.com/software](https://www.siemens.com/software) ou suivez-nous sur [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) et [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2021 Siemens. Pour consulter la liste des marques déposées de Siemens, cliquez sur [ce lien](#).
Les autres marques déposées sont la propriété de leurs titulaires respectifs.

83525-C7-FR 4/21 LOC