

LIFECYCLE

INSIGHTS

L'APPROCHE NUMÉRIQUE DE LA CONCEPTION DE MACHINES INDUSTRIELLES

Concevoir des équipements qui augmentent la vitesse de cycle et améliorent les rendements



LE DÉFI DU DÉVELOPPEMENT DE MACHINES INDUSTRIELLES

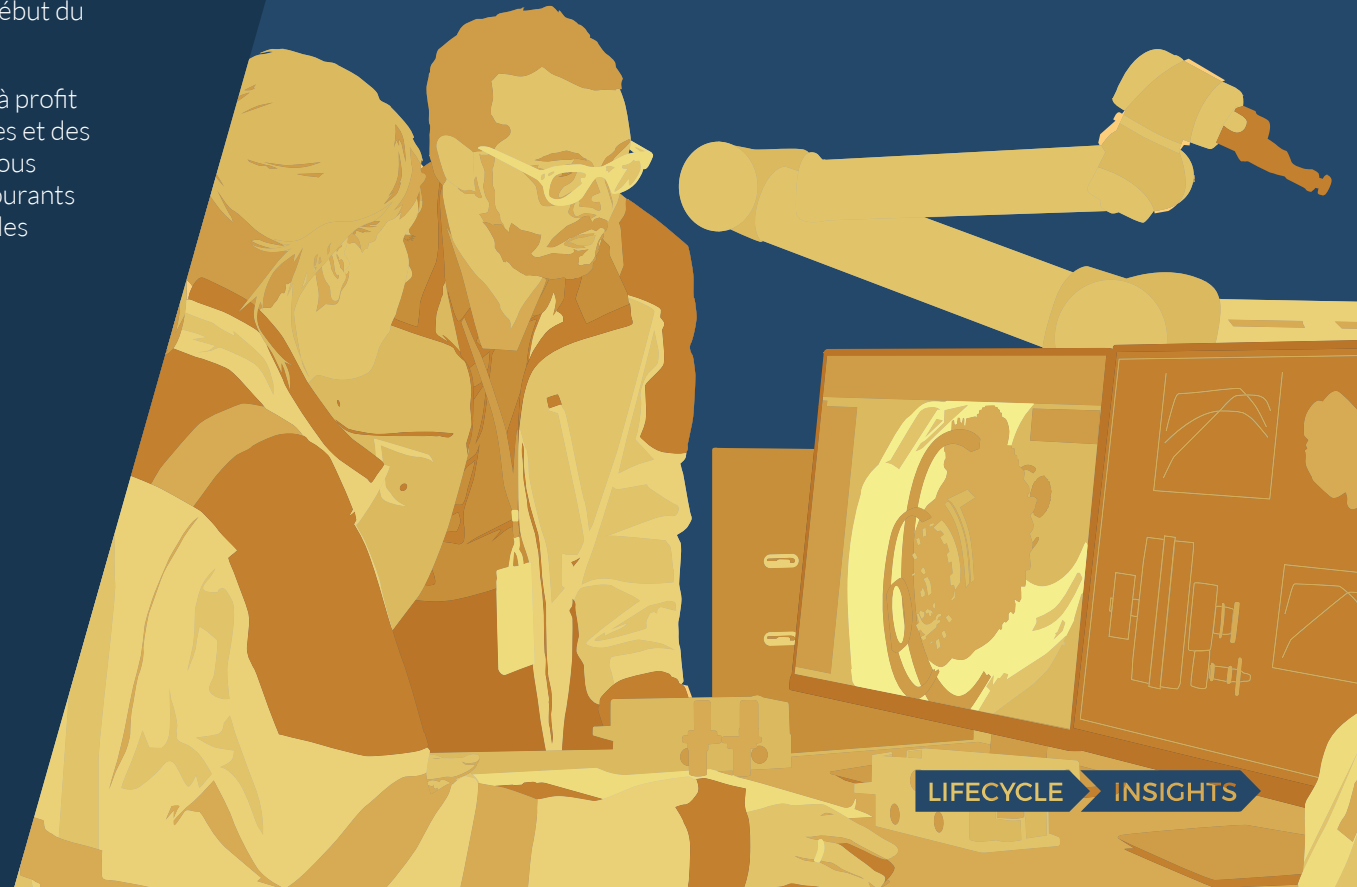
De nos jours, les ingénieurs sont confrontés à des défis sans précédent lorsqu'ils conçoivent des machines industrielles. Les attentes envers les nouvelles conceptions sont de plus en plus élevées. En effet celles-ci doivent non seulement augmenter la vitesse de cycle mais aussi améliorer les rendements, tout en produisant moins de défauts. De plus, ces machines doivent être opérationnelles le plus rapidement possible. La complexité augmente de façon spectaculaire dans les domaines traditionnels de la conception mécanique et électrique. Les logiciels jouent un rôle de plus en plus important dans la mesure où l'industrie comprend la valeur des flux de données provenant des équipements connectés.

Malgré ces défis, les fabricants doivent faire face à des délais de développement de plus en plus courts. Par conséquent, les ingénieurs doivent trouver un moyen de faire plus avec moins. Cela signifie adopter les méthodologies shift-left qui s'appuient sur des approches numériques, pour vérifier le comportement et les performances dès le début du processus de développement.

Cet eBook donne un aperçu des dernières avancées mises à profit par les entreprises modernes pour développer des machines et des équipements plus complexes dans des délais plus courts. Nous mettons ici en lumière plusieurs défis de développement courants et les approches progressives, notamment les pratiques et les technologies permettant de les relever au mieux.



- ▶ De nos jours, les ingénieurs sont confrontés à deux défis principaux dans le développement de machines industrielles. La complexité augmente rapidement, ce qui rend plus difficile de satisfaire des exigences de plus en plus concurrentes ou conflictuelles. D'autre part, le raccourcissement des délais oblige les ingénieurs à en faire plus en moins de temps.

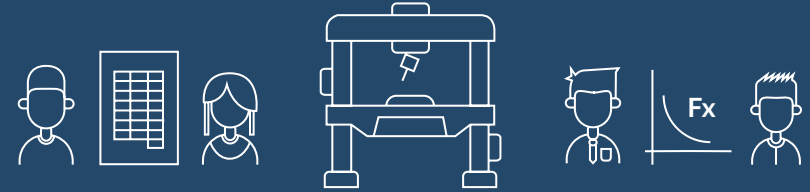


PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES STRUCTURELLES ET DE LA RIGIDITÉ

Les machines industrielles sont soumises à des exigences structurelles strictes en matière de flexion ou de déformation pour leur fonctionnement, ce qui se traduit par des tolérances dimensionnelles fines. Les ingénieurs doivent gérer et contrôler les contraintes dans toute la machine pour éviter des défaillances structurelles. Pour cela, ils doivent comprendre comment les machines industrielles peuvent fléchir et se déformer pendant leur fonctionnement.

Traditionnellement, les ingénieurs identifient les zones à problèmes en effectuant des calculs complexes à la main selon les normes industrielles. Mais à mesure que les machines deviennent plus complexes, supportant des charges plus élevées et utilisant davantage de composants à commande électromécanique, les équations manuelles risquent de passer à côté de points de défaillance potentiels. Par conséquent, les machines peuvent finir par fonctionner en dehors des exigences spécifiques, ce qui nuit à la production ou au fonctionnement.

L'utilisation de puissants outils de modélisation et de simulation très fidèles est une approche plus progressive. Les ingénieurs peuvent utiliser ces outils pour simuler rapidement et facilement la performance d'un modèle de machine complet. Ils peuvent s'assurer que les abstractions éventuelles ne compromettent pas la précision de l'analyse. Grâce aux technologies de simulation, les ingénieurs peuvent analyser de grands ensembles lorsqu'ils explorent des alternatives de conception afin de comprendre pleinement les implications des différentes décisions en matière de conception. Ces outils fournissent le type d'informations qui réduiront, voire élimineront, les problèmes liés aux opérations en phase finale.



- Les machines industrielles modernes doivent fonctionner avec des contraintes et des exigences strictes, obligeant les ingénieurs à atténuer les contraintes et la rigidité structurelle. Les calculs à la main traditionnels ne permettent pas de saisir la complexité des machines industrielles modernes. Les analyses puissantes très fidèles fournissent des résultats rapides et plus précis qui facilitent la prise de décisions plus éclairées.

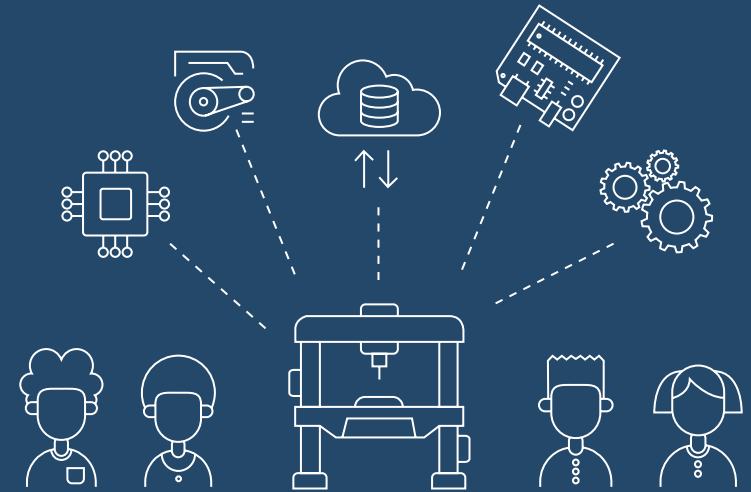


CRÉER DES ARCHITECTURES ET VALIDER LA CONCEPTION DE SYSTÈMES

Les machines industrielles deviennent de plus en plus complexes, notamment dans les domaines de l'ingénierie. Les conceptions actuelles intègrent souvent des caractéristiques de connectivité mécanique, électrique, électronique, logicielle et de l'internet des objets (IoT). Avec autant de facteurs en jeu, il peut s'avérer difficile de trouver la bonne architecture pour répondre à toutes les exigences. Une fois que le travail de conception détaillée commence, il est difficile de vérifier continuellement les comportements et la performance pendant le processus de développement.

Historiquement, le travail de conception était cloisonné, les ingénieurs travaillant dans leurs domaines respectifs pour satisfaire aux exigences de chacune de leurs disciplines. Cette approche fonctionne jusqu'à un certain point. Une fois le temps venu d'assembler toutes les pièces, les machines peuvent développer des comportements inattendus et ne pas répondre aux diverses exigences de performance. Trop souvent, ces problèmes ne se manifestent qu'après l'installation ou pendant la mise en service, ce qui entraîne des retards importants.

Mais les ingénieurs qui utilisent des outils de conception et de simulation des systèmes pour développer des architectures de machines sont mieux placés pour vérifier les comportements et les performances dès le début et tout au long du processus de développement. Ils peuvent mener des études comparatives dans différents domaines afin de prendre des décisions de conception plus éclairées. Lorsque les différentes équipes d'ingénieurs complètent leurs parties de la conception, les simulations aident à vérifier que le comportement des systèmes fonctionne comme prévu dans tous les domaines.



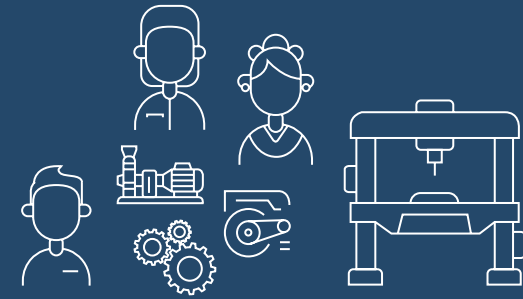
- ▶ Les machines industrielles modernes sont une combinaison complexe de matériel mécanique, d'électronique, de systèmes électriques et de logique de commande. Trouver la bonne architecture et la bonne combinaison de ces composants est un défi de taille. Les outils de conception et de simulation des systèmes permettent aux ingénieurs de développer, d'analyser et d'optimiser cette architecture pour s'assurer qu'elle répond aux bonnes exigences.

SÉLECTIONNER LES BONS COMPOSANTS D'ACTIONNEMENT

Les machines industrielles actuelles dépendent de plus en plus d'équipements électromécaniques pour le mouvement et l'actionnement. L'électrification de l'équipement s'accompagne d'une variété de risques qui peuvent conduire à une défaillance ultérieure de la machine. Il est donc de plus en plus important de dimensionner correctement les composants électromécaniques.

Cela peut s'avérer difficile pour les fabricants d'équipements industriels. Ceux qui utilisent des moteurs, des pompes et d'autres composants prêts à l'emploi surdimensionnés dans leurs équipements dépensent plus que nécessaire. L'inverse est tout aussi problématique lorsque des composants sous-dimensionnés ne parviennent pas à alimenter les fonctionnalités prévues de la machine. Un autre problème réside dans l'incapacité d'identifier les interférences potentielles jusqu'à un stade avancé du processus de développement. Cela affecte directement les coûts et les délais de programmation.

Les ingénieurs peuvent s'appuyer sur des simulations dynamiques multicorps pour identifier la taille appropriée des composants de l'actionneur pour différentes applications. Ils peuvent utiliser ces simulations afin de configurer les conceptions de base pour modéliser et analyser rapidement les machines élaborées et déterminer la taille du composant qui conviendra le mieux à la tâche à accomplir. Cela permet aux fabricants de gagner du temps et d'économiser de l'argent tout au long du processus de développement.



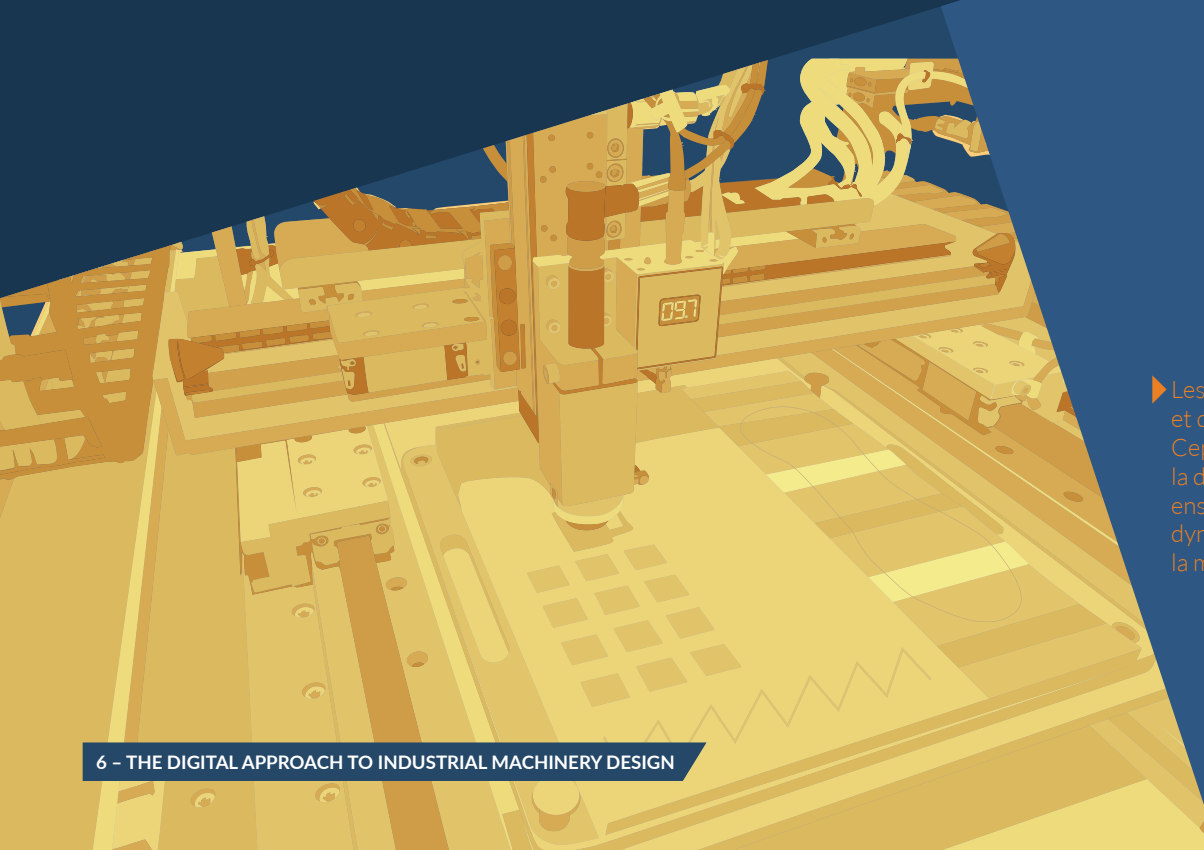
► De nos jours, les machines industrielles reposent en grande partie sur des composants standards pour l'actionnement et le mouvement. Toutefois, la sélection de composants bien dimensionnés n'est pas une tâche facile. Des composants sous-dimensionnés ou surdimensionnés peuvent entraîner des comportements médiocres et empêcher de satisfaire les exigences. Les analyses dynamiques multicorps peuvent aider les ingénieurs à prendre de meilleures décisions.

ATTÉNUER LES VIBRATIONS ET LES EXCITATIONS

Les machines et les équipements qui supportent des processus de fabrications discrets ou continus utilisent des moteurs, des pompes et d'autres composants qui émettent des forces cycliques. Ces forces peuvent provoquer des vibrations et une excitation dans l'ensemble de l'équipement, ce qui peut compromettre les tolérances de fonctionnement étroites de la machine. Dans certains cas, ces problèmes peuvent conduire à une défaillance catastrophique. Il est vital de comprendre les effets que les vibrations peuvent avoir sur le fonctionnement des machines industrielles.

Traditionnellement, les ingénieurs se basent sur leur expérience passée et sur des calculs approximatifs pour déterminer les modes des composants et des assemblages. Avec cette approche, il est toutefois difficile de déterminer ces caractéristiques pour des conceptions complexes, en particulier lorsque ces conceptions sont modifiées au fil du temps. Il en résulte souvent des comportements involontaires qui ne sont découverts qu'au moment de l'installation ou de la mise en service et qui peuvent entraîner des défaillances.

En revanche, les ingénieurs qui exploitent des simulations dynamiques peuvent exploiter de manière interactive différentes configurations de conception. Ils peuvent s'assurer que les modes sont hors de portée des charges cycliques appliquées par les moteurs et autres composants actionnés. En intégrant étroitement la conception et la simulation, les ingénieurs sont mieux placés pour identifier tout problème de vibration ou d'excitation dès le début du processus de conception.



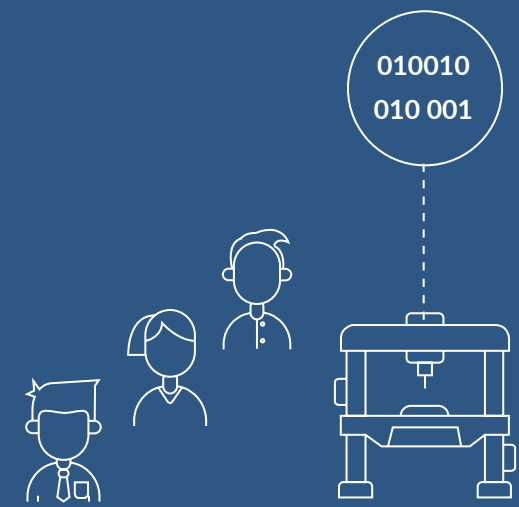
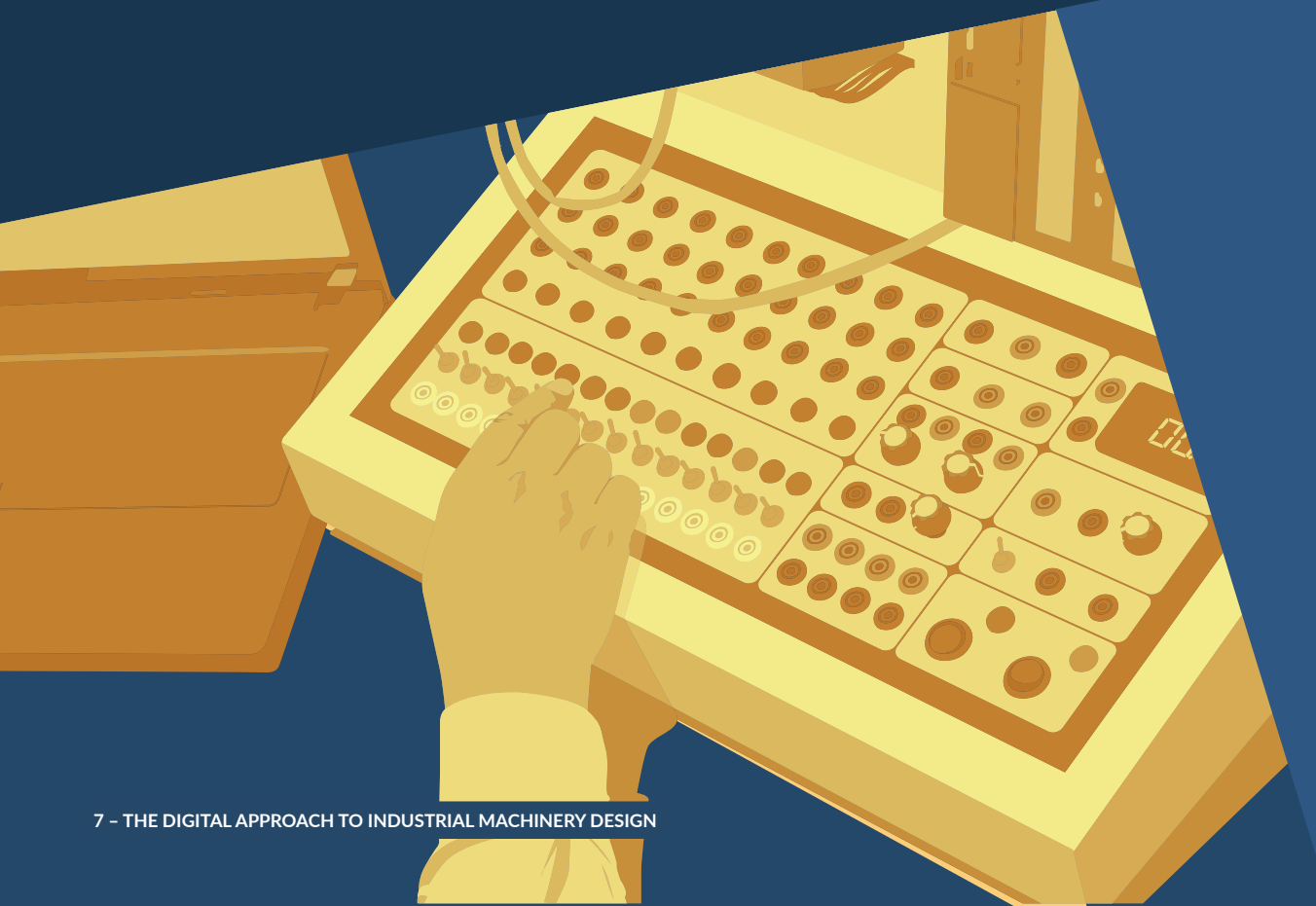
- ▶ Les charges cycliques font partie intégrante des machines industrielles et doivent être atténuées pour assurer la performance de ces machines. Cependant, la complexité croissante des machines actuelles rend difficile la détermination des modes de fonctionnement des composants et des ensembles à partir de la seule expérience. La réalisation de simulations dynamiques permet aux ingénieurs de se faire une idée des performances et de la manière dont elles peuvent être modifiées pour répondre aux exigences.

PLANIFICATION ET VALIDATION DE LA CONCEPTION DES COMMANDES

À mesure que les machines gagnent en complexité, il devient de plus en plus important de disposer des commandes adéquates. Les capacités offertes par les commandes logiques programmables (PLC) ou d'autres contrôleurs offrent désormais une variété de fonctions intelligentes qui peuvent aider les entreprises à mieux gérer les équipements de production. Bien que les entreprises ne s'attendent pas à ce que les ingénieurs concepteurs soient des programmeurs à plein temps, ils doivent être en mesure de définir avec précision les comportements de leurs conceptions.

Par le passé, les ingénieurs devaient soumettre à un ingénieur logiciel la logique qu'ils souhaitent voir programmée dans un contrôleur, puis attendre des semaines pour que cette tâche soit effectuée. Avec cette approche, les problèmes de programmation n'étaient pas exposés avant la phase de mise en service. Résultat : des retards coûteux dans des situations où le temps est compté.

De nos jours, les ingénieurs peuvent programmer des contrôleurs de manière indépendante dans un environnement de programmation visuelle. Grâce à une interface de type diagramme, les ingénieurs peuvent facilement développer la logique qui régit le comportement de la machine. Il n'est pas nécessaire d'attendre que les ingénieurs logiciel terminent leurs tâches. Avec cette approche, les ingénieurs peuvent connecter la logique à une simulation de la machine et valider son comportement dans un environnement numérique bien avant que la machine ne soit physiquement installée ou mise en service.



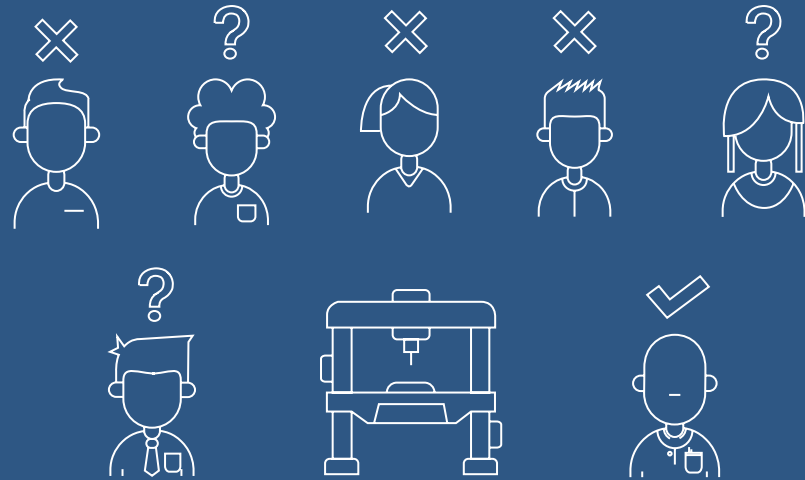
► Les commandes logiques sont un élément crucial des machines industrielles. Le recours à des programmeurs de commandes entraîne des retards et des erreurs d'interprétation des intentions de l'ingénieur en charge de la conception. Les outils de programmation visuelle, au contraire, permettent aux ingénieurs de construire et de vérifier directement leur logique.

RATIONALISER LA MISE EN SERVICE

Les équipements industriels diffèrent des autres types de produits car ils doivent être installés et mis en service dans le cadre du processus de livraison final. Pour ce faire, les fabricants doivent souvent arrêter leurs systèmes de production. Naturellement, ils veulent minimiser le temps d'arrêt de leurs environnements de production.

Historiquement, les organisations prévoyaient des temps d'arrêt importants pour prendre en charge l'installation et la mise en service. Cela signifie une perte de revenus, que ces entreprises comptabilisent parce qu'elles ne peuvent tout simplement pas fabriquer leurs produits pendant les temps d'arrêt. Cependant, les problèmes surviennent lorsque le processus de mise en service prend plus de temps que prévu. Lorsque les systèmes de production sont hors service plus longtemps que prévu, le fabricant d'équipement encourt souvent des pénalités financières.

Lorsque les fabricants peuvent adopter une approche de mise en service virtuelle et simuler numériquement le fonctionnement de l'équipement, ils peuvent identifier et résoudre tous les problèmes potentiels qui risquent de survenir pendant la mise en service. L'utilisation de ces simulations numériques permet de traiter les problèmes à un stade précoce et, en fin de compte, de réduire la durée du processus de mise en service physique.



- ▶ La mise en service de machines industrielles peut être une entreprise risquée. Le débogage de la logique de commande et d'autres comportements de systèmes peut prendre des jours, voire des semaines. La mise en service virtuelle permet aux ingénieurs de tester numériquement les machines bien avant leur installation, ce qui leur permet de découvrir et de résoudre les problèmes bien plus tôt.

SURVEILLANCE PAR LES DONNÉES DE TERRAIN

À l'ère de l'internet des objets (IoT), presque tous les produits de tous les secteurs sont transformés pour se connecter et diffuser des données. Les avantages sont clairs : avoir accès à ces données permet aux fabricants de surveiller de près leurs équipements et machines, et d'assurer un entretien proactif de ces systèmes pour éviter ou minimiser les temps d'arrêt.

L'une des approches pour rendre un produit prêt pour l'IoT consiste à le truffier de capteurs. Cependant, cette technologie a souvent pour effet de submerger les entreprises avec la quantité de données qui en résulte. Il y a tout simplement trop d'informations à passer au crible. Cette surcharge d'informations peut conduire à l'inaction, ce qui nuit à l'effort visant à soutenir la maintenance proactive et à maximiser le temps de fonctionnement.

L'alternative progressive consiste à simuler le fonctionnement des machines tout en prenant des mesures à partir de capteurs virtuels. Les ingénieurs peuvent alors déterminer la bonne configuration pour la maintenance proactive, c'est-à-dire le type de capteurs à utiliser et l'endroit où les placer. Ils peuvent également identifier les indicateurs avancés à surveiller. Grâce au développement de l'intelligence artificielle (IA) et des capacités d'apprentissage automatique, les entreprises peuvent tirer parti de ces nouvelles technologies pour analyser les données reçues et identifier les anomalies en corrélation avec les événements que les fabricants veulent éviter.



- Le flux et l'analyse des données provenant des machines industrielles offrent une opportunité pour mieux comprendre le fonctionnement des équipements. En augmentant ces données du monde réel avec des simulations, l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique viennent renforcer la valeur de ces activités pour les ingénieurs.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La nécessité de concevoir des machines plus complexes dans des délais plus courts implique que les entreprises demandent aux ingénieurs de faire plus avec bien moins. Cela dit, l'adoption de méthodologies shift-left reposant sur des approches de conception numérique peut aider les ingénieurs à créer des équipements qui augmentent la vitesse de cycle et améliorent les rendements. L'adoption d'approches numériques progressives aide les ingénieurs à résoudre les problèmes de conception dès le début du processus de développement du produit, bien avant l'installation et la mise en service. Grâce à ces approches, les ingénieurs peuvent :

- Exploiter des outils de modélisation et de simulation pour explorer les alternatives de conception, et comprendre pleinement les implications des décisions de conception qui peuvent influencer la rigidité et les contraintes structurelles.
- Exploiter les outils de conception et de simulation de systèmes pour développer des architectures de machines, en menant des études comparatives et d'optimisation dans plusieurs domaines d'ingénierie pour prendre des décisions de conception plus éclairées et vérifier le comportement.
- Utiliser des simulations de dynamique multibody pour dimensionner de manière appropriée les composants d'actionnement afin de mieux gérer l'électrification des machines modernes.
- S'appuyer sur des solutions de calcul dynamique pour identifier les modes propres de machines entières afin de mieux atténuer les problèmes liés aux vibrations et aux excitations.
- Adopter une approche de mise en service virtuelle pour identifier et résoudre tout problème de conception potentiel avant l'installation et la mise en service.
- Explorer les possibilités d'application de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique à l'analyse des données sur le terrain, ce qui permet d'avoir une maintenance proactive des machines afin d'éviter ou de minimiser les temps d'arrêt.

