

DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

Comment créer l'usine de demain dès aujourd'hui ?

Utiliser la simulation pour intégrer des technologies robotiques dans les usines

Résumé

Le secteur des produits de consommation et de la vente au détail (CPR) est confronté à une multitude d'obstacles, notamment l'ajustement des attentes des consommateurs, les habitudes d'achat et une pandémie mondiale qui continue de ravager les chaînes d'approvisionnement. Pareillement, ces défis évoluent rapidement, et les récents ajustements comportementaux peuvent incontestablement être attribués aux événements mondiaux. Les consommateurs les plus exigeants attendent maintenant une sélection plus étendue de produits de meilleure qualité, à un prix raisonnable. Les concurrents les plus tenaces ont déjà commencé à repenser leur approche des processus de fabrication et développent rapidement de meilleures stratégies. L'automatisation est un moyen pour les marques de réinventer le processus de production. Bien que l'automatisation ne soit pas un nouveau concept, l'intégration de robots mobiles autonomes et de véhicules à guidage automatique peut permettre de rationaliser les opérations.

Résumé

Dans la forme actuelle du secteur, les usines fabriquent de grandes quantités d'un produit unique et modifient légèrement les produits existants pour générer des variantes. Même si ces adaptations de produits peuvent temporairement apaiser les consommateurs, les acheteurs auront besoin d'une plus grande variété et d'un choix plus important. Les marques doivent réinventer totalement leurs opérations de planification, leurs capacités, leurs performances et leurs processus afin de rester pertinentes et de contribuer de manière plus significative.

Une planification complète de la transformation sera notamment primordiale, y compris l'intégration de technologies d'analyse et d'apprentissage automatique. Cependant, les marques auront besoin de nouvelles méthodes, de nouveaux talents et de nouvelles gouvernances pour réussir. Contrairement au fonctionnement traditionnel de l'industrie manufacturière, les usines devraient donner la priorité à des objectifs spécifiques qui ajoutent une valeur considérable plutôt que d'optimiser uniquement l'efficacité unitaire, ce qui n'est pas une stratégie durable.

En comparaison, de nombreux fabricants concentrent leurs efforts sur la résilience de la chaîne d'approvisionnement. Cette adaptabilité peut prendre diverses formes, qu'il s'agisse de centres de fabrication dispersés au sein de chaque marché de revente ou d'articles évoluant de manière dynamique. En ce qui concerne cette dernière solution, les fabricants constateront peut-être que les robots mobiles autonomes (AMR) et les véhicules à guidage automatique (AGV) offrent la flexibilité nécessaire pour faire face à la complexité croissante des produits.

En quoi consistent exactement les AMR et les AGV ?

Les robots mobiles autonomes (AMR) sont un type de robot capable de comprendre leur environnement et d'y évoluer. Les AMR lisent leur environnement et s'y déplacent à l'aide d'un ensemble complexe de capteurs, d'intelligence artificielle, d'apprentissage automatique et d'informatique pour la planification des trajectoires. Les **véhicules à**



guidage automatique (AGV) sont des supports de charge contrôlés par ordinateur et montés sur roues qui se déplacent sur le sol d'un site sans opérateur ou conducteur à bord, guidés par une combinaison de logiciels et de systèmes de guidage basés sur des capteurs. Les AGV assurent, en toute sécurité, le déplacement des marchandises en suivant une trajectoire prévisible. Ces deux types d'automates peuvent rencontrer un obstacle inattendu en se déplaçant au sein de leur environnement, comme par exemple un carton tombé ou un groupe de personnes.

Il est important d'ajouter qu'il est essentiel de veiller à ce que les AMR et les AGV exécutent les tâches qui leur sont assignées en toute sécurité et fournissent une valeur ajoutée au site avant de mettre en œuvre ces technologies. Si ces critères ne sont pas inclus dans un jumeau numérique complet, des obstacles peuvent se présenter, tels que la perte de temps, des blessures aux employés ou la réduction de l'investissement. L'usine automatisée du futur est presque inévitable, mais pour y parvenir, il est essentiel de rationaliser les opérations dès maintenant.

Seuls quelques fabricants de biens de consommation ont déjà entièrement automatisé ou semi-automatisé leurs opérations. Par contre, les constructeurs automobiles font partie d'un secteur qui adopte rapidement des technologies automatisées. Les fabricants de biens de consommation peuvent prendre exemple sur les constructeurs automobiles et tirer parti de la transformation numérique pour construire des usines automatisées qui permettent aux marques d'être plus adaptatives, agiles et innovantes.

Pendant des décennies, la fabrication automobile industrielle a été l'une des premières à adopter la robotique et d'autres avancées technologiques. Par le passé, la robotique a représenté l'une des méthodes les plus efficaces pour augmenter l'efficacité des processus de fabrication étendus et souvent très répétitifs. D'autre part, l'ère de la production de masse de quelques produits s'appuyant sur un processus de fabrication à gamme réduite cède la place à une personnalisation accrue des produits, qui nécessite un processus de fabrication plus flexible et produisant moins de déchets que jamais. Heureusement, l'avenir de l'industrie manufacturière regorge d'opportunités, grâce à de nouvelles technologies qui exploitent les capacités logicielles et matérielles afin de réduire les déchets et de maximiser l'efficacité et la flexibilité des processus. Les informations obtenues grâce au jumeau numérique et à l'optimisation en boucle fermée de l'ensemble des installations influencent toutes les procédures, du suivi des matières premières à l'optimisation des processus en passant par la sélection du matériel.

Le point culminant de ces avancées est la transition vers une manutention des matériaux totalement flexible par le biais de véhicules à guidage automatique (AGV) et de robots mobiles autonomes (AMR).



Ces deux technologies sont sur le point de supplanter un nombre croissant de systèmes de transport statique à mesure que l'industrie manufacturière passe à des méthodes de fabrication plus flexibles.

Le point culminant de ces avancées est la transition vers une manutention des matériaux totalement flexible par le biais de véhicules à guidage automatique (AGV) et de robots mobiles autonomes (AMR).

La transformation numérique stimule l'utilisation accrue de robots industriels

En 2020, environ 384 000 robots industriels ont été expédiés dans le monde entier. C'est en Asie et en Australie que l'on a installé le plus grand nombre d'unités, avec environ 266 000 unités rien qu'en 2020. D'ici 2024, les installations de robots industriels en Asie/Australie atteindront environ 370 000 unités. *Le marché mondial des robots industriels, qui représentait environ 45 milliards de dollars américains en 2020, devrait atteindre environ 102 milliards de dollars américains d'ici 2027, car de plus en plus d'entreprises entreprennent une transformation numérique en intégrant des équipements technologiques à leurs processus de fabrication.* Depuis, un marché des logiciels d'automatisation industrielle s'est développé et atteindra une valeur d'un peu moins de 40 milliards de dollars aux États-Unis d'ici 2024.¹

La robotique fait partie d'un autre secteur : le marché de l'automatisation. Ce secteur comprend divers produits et services, notamment des relais, des commutateurs, des capteurs et des dispositifs



d'entraînement, des systèmes de vision industrielle et de contrôle, ainsi que le développement de logiciels et de services industriels. Des conglomérats tels que Siemens, Mitsubishi Electric ou General Electric sont d'importants fournisseurs d'automatisation industrielle et de logiciels industriels.²

Tendances émergentes

La personnalisation et l'adaptabilité sont deux des termes les plus en vogue dans le secteur de la fabrication industrielle. Les clients désirent acheter des articles sur mesure, qu'il s'agisse d'une bouteille d'après-rasage portant leur nom, d'un véhicule spécialement commandé et équipé de toutes les fonctionnalités dont ils ont besoin, ou d'une paire de baskets personnalisées. En raison de la demande considérable de personnalisation, la fabrication s'oriente vers une production à forte mixité, produisant des millions de produits uniques par petits lots.

Parallèlement, de nombreux produits fabriqués aujourd'hui sont beaucoup trop compliqués pour les technologies d'automatisation établies à elles

seules. Ils nécessitent l'ajout d'un assemblage manuel à la robotique traditionnelle. En conséquence, les humains sont considérés comme une ressource précieuse en raison de leur capacité à comprendre et à prendre en compte rapidement les changements apportés à un processus. Toutefois, est-il possible d'intégrer ce degré d'adaptabilité à des processus automatisés ?

Un système de fabrication flexible et automatisé (voire autonome) est le Saint Graal pour de nombreux fabricants qui cherchent à tirer parti de la complexité croissante des produits pour en faire un avantage concurrentiel, tout en répondant à la demande accrue de personnalisation. La possibilité

de passer rapidement de la production d'un produit à l'autre représentera une capacité déterminante pour les entreprises qui cherchent à produire des lots uniques et des produits hautement personnalisables à l'avenir. Bien que des lots de petite taille ne soient pas problématiques en soi, les processus de fabrication actuels ne peuvent pas les prendre en charge

sans investir massivement dans une infrastructure de plus en plus complexe. De nombreuses entreprises sont à la recherche d'une approche de fabrication plus adaptable, afin d'éviter d'avoir à effectuer des investissements exponentiels qui peuvent permettre de résoudre le problème, mais pas forcément.

Mise en œuvre de la flexibilité

Les véhicules à guidage automatique (AGV) et les robots mobiles autonomes (AMR) représentent des solutions idéales pour les entreprises qui cherchent à accroître la flexibilité de leurs usines et la résilience de leur chaîne d'approvisionnement. L'élimination des systèmes de convoyage statiques nécessite une optimisation continue de l'ensemble du processus. Comment les machines peuvent-elles être positionnées et regroupées de manière optimale pour minimiser la distance parcourue par les AGV ? La résolution simule le site avant le déploiement. Grâce à la simulation, le lancement d'un nouveau produit qui nécessite une montée en cadence rapide de la production répondra à la demande.

Lorsque les AGV et les AMR commencent leur itinéraire, on peut donner la priorité aux machines qui fabriquent ces produits, ou peut-être mettre en œuvre une transition progressive vers le transport dynamique pour terminer un cycle de production. Pour obtenir un fonctionnement efficace et économique, il est essentiel de comprendre l'interaction entre les systèmes de convoyage traditionnels et flexibles.



De plus, le déploiement de la robotique mobile est nettement moins coûteux que les systèmes de convoyage traditionnels. L'impact sur les exigences en matière de construction est minime. En effet, aucune structure de fondation autre que des voies de chargement peu profondes n'est nécessaire pour les AGV. C'est pour cette raison que Porsche a choisi d'intégrer des AGV dans le processus de fabrication de son nouveau véhicule électrique Taycan. Alors que Porsche a opté pour la technologie afin de réduire ses besoins en matière de construction, les petites entreprises peuvent adopter cette approche pour augmenter leur production plus rapidement à mesure qu'elles se développent.

Souvent, l'obstacle le plus important au déploiement des AGV et des AMR est l'intégration de ces solutions à un site existant. Ces dispositifs doivent être conscients de leur environnement pour éviter d'entrer en collision avec des obstacles fixes ou mobiles, humains ou autres. Ils doivent atteindre et collecter les matériaux de manière cohérente et précise. Ils doivent communiquer entre eux, même si ce n'est pas la même entreprise qui les fabrique. Et surtout, ils doivent partager avec le reste de l'usine pour contrôler les ressources au moyen de la production ou du transit.



Intégration complète

La simulation de nouvelles opérations minimise les risques lors de la mise à jour d'un processus existant ou de la création d'un nouveau processus. Il n'est plus nécessaire d'investir dans des machines avant de déterminer si le nouveau processus fonctionnera comme prévu dans l'usine. Sans examen approfondi des actions qui se produisent au sein d'une usine, les équipements les plus récents peuvent être sous-utilisés ou même causer des problèmes supplémentaires, entraînant ainsi une perte d'investissement. De

même, la mise en œuvre de dispositifs de l'Internet des objets (IdO) est nécessaire pour fermer la boucle entre le jumeau numérique et les processus physiques après avoir initié de nouvelles procédures. Bien que ces dispositifs soient fréquemment intégrés dans de nouveaux équipements de fabrication, il est essentiel de réfléchir à la meilleure façon d'utiliser le volume immense de données qu'ils génèrent et d'obtenir des informations cruciales sur le processus de fabrication.

Process Simulate

Process Simulate, un composant de Siemens Xcelerator, valide et optimise les AGV et les AMR au niveau de la cellule et de la station. Le portefeuille comprend de nombreux outils conçus pour le développement, la validation et l'exploitation des AGV, des AMR et de l'automatisation dans leur environnement immédiat. Le déploiement de ces technologies remplit divers objectifs. Il peut servir à remplacer les systèmes de convoyage traditionnels ou à réduire la fréquence à laquelle les employés quittent leur poste pour se procurer les matériaux nécessaires. Mais dans la plupart des cas, la mise en œuvre de sept processus est cruciale avant d'intégrer physiquement la robotique mobile à une usine :

La mise en service virtuelle au niveau des cellules et des stations

permet aux ingénieurs de vérifier la communication entre les dispositifs et les contrôleurs dans l'ensemble de l'usine et d'assurer un échange de signaux approprié avant d'installer des équipements physiques ou de lancer des processus. Cette procédure est essentielle pour les étapes ultérieures du processus d'intégration, lorsqu'il s'agit d'automatiser les processus de production. Cependant, il garantit qu'un AMR peut communiquer aisément avec toutes les machines qu'il peut rencontrer au cours des étapes préliminaires.

L'accessibilité du robot

est la validation que le bras d'un robot peut atteindre un emplacement cible pour les bras stationnaires et pour ceux montés sur une plateforme AMR. Des simulations de faisabilité et d'exploitation sont exécutées pour les programmes robotiques au sein du jumeau numérique, afin de s'assurer que tous les emplacements nécessaires sont accessibles sans collision et qu'il s'agit d'une configuration efficace pour la tâche en question.

Les capteurs LiDAR

sont omniprésents sur les plateformes d'AGV et d'AMR. Ils sont utilisés à la fois pour la navigation et la sécurité, mais tous les systèmes ne fonctionnent pas de la même manière. Pour les AGV, l'utilisation d'un capteur LiDAR permet de détecter la position des réflecteurs dans la zone de travail, tandis que les AMR nécessitent un balayage virtuel de l'usine, qu'ils scannent en continu au fur et à mesure qu'ils avancent. La planification virtuelle de la portée de détection est également nécessaire pour que les plateformes mobiles puissent se déplacer sur le sol sans déclencher une fonction de sécurité intégrée.

AGV/AMR

La validation de la synchronisation des robots devient vitale lors du déploiement de plusieurs dispositifs au sein d'une usine. Sans une planification et une validation virtuelles des zones d'interférences auxquelles un robot peut être confronté, un blocage se produira probablement. Pour éviter cela, il est essentiel d'éviter toute interruption inutile du fonctionnement de l'usine.

La sécurité humaine

est d'une importance cruciale lors du déploiement de ces technologies. Même au sein d'une installation entièrement automatisée, des personnes évolueront probablement dans l'espace à un moment donné, et les AMR et les AGV doivent gérer les interruptions potentielles. Pour valider la sécurité des opérateurs humains, il convient de vérifier les distances de freinage, la portée de détection, les taux de décélération, et bien d'autres facteurs, pour l'ensemble des dispositifs. Cette validation doit être effectuée de manière approfondie au sein du jumeau numérique de l'usine avant le déploiement physique.

La validation des itinéraires et des opérations

facilite le mouvement et le fonctionnement sans collision des chariots élévateurs, des portails, des plateaux tournants et d'autres dispositifs d'un atelier au sein du jumeau numérique. L'utilisation de capacités de collision par nuage de points (balayage laser du site) pour toutes les zones de travail étend davantage le processus.

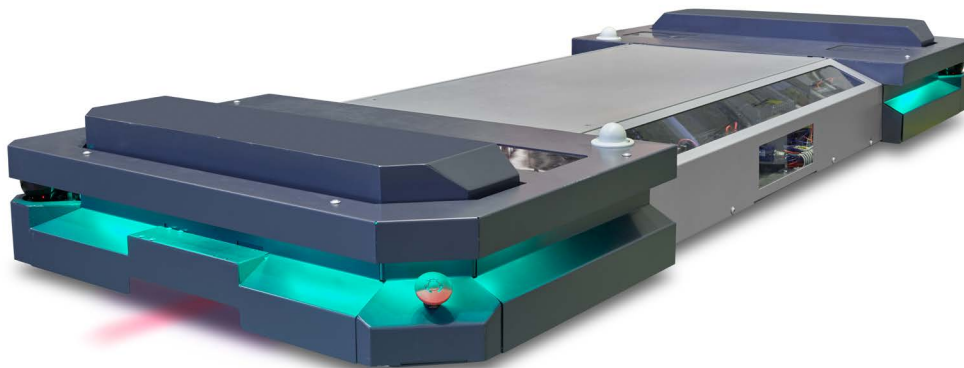
La connectivité du gestionnaire de flotte

rend l'ensemble du système indépendant des fournisseurs, en permettant la connectivité à des logiciels de gestion de flotte externes. Pour s'intégrer à la technologie complète de jumeau numérique de



Siemens, Kollmorgen, Seer Robotics et SIMOVE ont développé des gestionnaires de flotte pris en charge. Grâce à cette prise en charge, le gestionnaire de flotte du fournisseur pilote les AGV et les AMR au sein de Process Simulate, afin de recueillir des données sur l'efficacité des processus, la fiabilité de la communication et les interactions entre les dispositifs.

Il est essentiel de valider chacun de ces processus au sein du jumeau numérique pour tirer parti des avantages de la robotique mobile. Même si l'intégration de nouvelles technologies ne manquera pas de révéler des problèmes, leur localisation lors de tests virtuels implique une réduction considérable des ressources nécessaires par rapport à la localisation physique. De plus, lorsqu'un nouveau processus est requis, la validation peut avoir lieu alors que les techniques existantes continuent de fonctionner, ce qui augmente la flexibilité.



Plant Simulation

Tecnomatix Plant Simulation est également un composant de Siemens Xcelerator, qui valide et optimise les AGV et les AMR au niveau de la flotte, de l'usine ou du site. Afin d'équilibrer le temps, la puissance de calcul et la granularité nécessaires pour effectuer des simulations aussi complètes, les résultats d'études détaillés disponibles dans Process Simulate, tels que la synchronisation des cellules ou les séquences cellulaires, peuvent être appliqués dans Plant Simulation au fur et à mesure de sa mise à l'échelle du site de production complet. Le temps nécessaire aux robots pour effectuer des tâches est la simplification la plus courante, bien que la méthode puisse changer en fonction de l'application.

Quelques-uns des attributs les plus courants validés avant l'installation de plateformes robotiques mobiles sont le débit du système (unités par heure), l'optimisation des trajectoires, la taille de la flotte, les stratégies de contrôle et l'efficacité opérationnelle. L'autonomie de la batterie et les caractéristiques de charge sont également des éléments cruciaux lors de la prise de décision en matière de taille de la flotte. Sans simulation, la flotte peut produire des performances insuffisantes une fois mise en service. Elle peut alors nécessiter des investissements supplémentaires ou retarder l'atteinte de la capacité optimale de production. En revanche, elle peut produire des performances excessives et entraîner une sous-utilisation des dispositifs et une perte d'investissement. C'est pourquoi, dans la plupart des cas, il est impératif de recourir à la simulation pour les six domaines de planification initiale suivants :

Exigences relatives aux AGV

Un point de départ logique pour planifier l'ajout d'AMR à l'usine est de déterminer le nombre de dispositifs nécessaires pour prendre en charge les nouveaux processus. Par exemple, supposons qu'un

fabricant de batteries souhaite déployer une flotte d'AGV pour transporter des pièces entre les postes de fabrication. La meilleure méthode pour déterminer le nombre d'AGV requis est d'effectuer une analyse du rendement et des coûts. En simulant le jumeau numérique complet, plusieurs attributs sont pris en compte et suivis pour sélectionner le nombre optimal d'AGV. Dans cet exemple, le fabricant peut souhaiter enregistrer le volume de batteries fabriquées, le nombre de batteries vendues et le coût unitaire de production en augmentant le nombre d'AGV dans la simulation.

Ces chiffres sont tracés en fonction du nombre de stations de fabrication et de véhicules à guidage automatique en service. Les simulations d'usine sont utiles pour déterminer le nombre optimal d'AGV requis. Le choix de la mesure (coût unitaire, débit de production ou autre) dépend de l'entreprise. Cependant, il est essentiel de quantifier les avantages de la mise à niveau au cours des premières étapes de l'adoption. La simulation est généralement configurée par l'intermédiaire d'un questionnaire d'expériences, qui exécutera plusieurs scénarios et indiquera le scénario optimal (par exemple, le nombre d'AGV ou d'AMR) au sein d'un rapport qui permettra de guider les décisions en matière d'investissement. Ce processus est essentiel à la fois pour l'utilisateur final et pour l'intégrateur de systèmes d'AGV.

Stratégies d'optimisation des itinéraires et de contrôle des gestionnaires de flotte

L'étape suivante consiste à permettre aux AGV de fonctionner au sein de l'usine virtuelle, afin de comprendre les exigences de transport et le comportement au niveau des cellules et des stations. Le recodage des emplacements et des trajectoires de chaque dispositif se produit au cours du test. Une fois que ce test virtuel a été effectué pendant une journée de travail de huit heures, ou une autre durée représentative, des inefficacités non comptabilisées et non incluses dans le plan initial peuvent faire surface. Lorsque les AMR traversent une section de l'usine, ils peuvent créer un goulot d'étranglement. Encore une fois, il est possible que certains AMR ne puissent pas accéder à toutes les cibles, tandis que d'autres peuvent atteindre leur capacité maximale de charge avant d'arriver dans les zones nécessitant davantage de matériaux. Il se peut que d'autres véhicules n'accèdent pas aux machines requises en raison d'une charge inadéquate, et qu'ils s'arrêtent brusquement ou qu'ils reviennent à mi-parcours pour être rechargés sans avoir terminé leur mission.

Il s'agit de problèmes qu'il est essentiel de comprendre et de résoudre avant de mettre en œuvre, de configurer et de programmer le gestionnaire de flotte. La résolution de ces problèmes au cours du cycle de production peut nécessiter des reconstructions coûteuses des zones de charge. De plus, pour s'assurer que ces mises à jour atteignent tous les postes d'usinage ou toute programmation directe supplémentaire, il est nécessaire qu'un AMR vérifie une zone définie avant de poursuivre son itinéraire habituel.



Jumeaux numériques en boucle fermée

Les processus précédents ne se limitent pas non plus aux pratiques préliminaires à l'installation. Grâce à un jumeau numérique complet du site et à la possibilité de collecter et de gérer l'IIoT (Internet industriel des objets) au sein d'une plateforme telle que MindSphere®, la solution d'IoT industriel en tant que service proposée par Xcelerator de Siemens, la fermeture de la boucle entre la simulation et la production fournit des informations précises pour une optimisation continue et une résolution des problèmes plus efficace. La mise à l'essai de programmes de gestion de flotte améliorés ou modifiés à l'aide de données historiques précises disponibles dans MindSphere réduira le besoin d'exécuter des itérations à zéro dans l'atelier de production. Il sera alors possible de réagir rapidement aux changements de comportement, ce qui permettra d'optimiser le fonctionnement de la flotte.

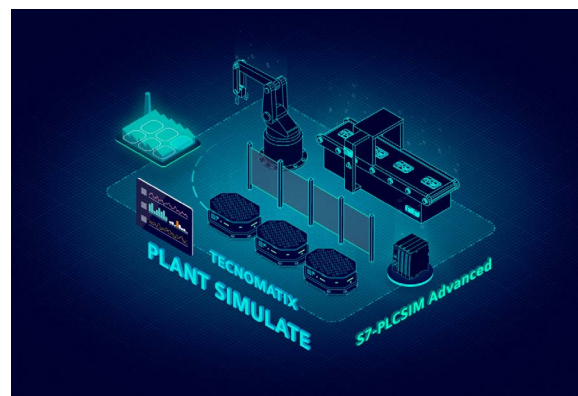
Validation de la batterie

Pour les AGV, il peut s'agir de l'étape de validation la plus critique. Dans les flux de travail simples pour les AGV, tous les dispositifs suivent une seule trajectoire. Ils quittent la station de charge et sont dirigés tout au long de la chaîne de production, et passent par toutes les stations requises pour la tâche qu'ils accomplissent avant de déposer la pièce et de retourner dans la zone de charge. Mais si un AGV doit effectuer plusieurs arrêts, la charge de la batterie pourrait être trop basse pour que le dispositif fonctionne correctement. Pour les AMR, ce n'est pas un problème important, puisqu'ils peuvent être remis en circulation et renvoyés vers une baie de charge.

Les AGV, eux, doivent rester dans la ligne. Ainsi, si un seul dispositif perd de l'énergie, l'ensemble de la flotte finira par s'arrêter et gaspiller l'énergie restante en attendant que l'AGV principal avance vers la prochaine station. La validation de la batterie est nécessaire pour examiner et définir à la fois la puissance de batterie disponible et la longueur de la voie de charge afin de s'assurer qu'aucun des AGV ne s'arrêtera le long de la chaîne et ne bloquera le site. Cette solution dépend des interactions entre l'AGV et les machines et les travailleurs au sein de l'usine. Il est donc urgent de s'assurer qu'un AGV peut se rendre à la station de charge même en cas de retard.

Intégration de chaîne de production

L'intégration de chaîne de production (mise en service virtuelle au niveau de la chaîne) est le processus d'intégration d'un contrôleur logique programmable (PLC) de niveau supérieur ou d'un ensemble de PLCs avec les commandes des dispositifs, les PLCs des stations et la gestion de flotte. Il s'agit d'une procédure trop complexe, qui est généralement sujette à des erreurs supplémentaires découvertes lors de la montée en cadence de la production. La mise en service virtuelle ou le test de l'intégration de chaîne de production au moyen du jumeau numérique réduit considérablement les surprises et permet même de découvrir des opportunités d'amélioration en observant le comportement du système sur le jumeau numérique complet du site dans Plant Simulation. La mise en service peut être effectuée de manière entièrement virtuelle à l'aide de Plant Simulation pour le jumeau numérique de production, de Siemens PLCSIM Advanced pour les commandes API virtuelles et de Siemens SIMOVE pour la commande d'AGV et la gestion de flotte.



Conclusion

Par ailleurs, pour les fabricants de biens de consommation, les AGV et les AMR sont deux des meilleures solutions disponibles pour les marques à la recherche d'un processus de fabrication plus flexible, que ce soit pour répondre à la demande croissante de produits de plus en plus complexes ou pour renforcer la résilience de la chaîne d'approvisionnement. Il est essentiel d'adapter proportionnellement les méthodes actuelles pour permettre à ces technologies récentes de s'intégrer à une stratégie plus globale. Il est de plus en plus important d'adopter ces approches à mesure que la fabrication évolue vers une plus grande personnalisation et, à terme, vers des lots de taille unitaire.

L'intégration de la maintenance avancée à des fabricants de machines, des fournisseurs de logiciels et des processus établis disparates nécessite une solution complète basée sur un jumeau numérique pour mieux comprendre le fonctionnement des processus et les optimiser avec des connaissances plus approfondies.

Travailler dans le monde virtuel avant de s'engager dans la mise en œuvre physique permet aux fabricants de recourir à la simulation de processus combinée à la simulation d'usine pour obtenir une production flexible pour des produits de plus en plus complexes et personnalisés. Grâce à son expertise en matière de logiciels et à son expérience dans le domaine de la fabrication, Siemens est un partenaire idéal pour mettre les outils de l'usine de demain à la disposition des entreprises d'aujourd'hui.



Références

1. Étude Statista, octobre 2021.
2. Étude Statista, novembre 2020.

Siemens Digital Industries Software

Amériques : 1 800 498 5351

Europe, Moyen-Orient, Afrique : 00 800 70 002 222

Asie-Pacifique : 001 800 03061910

D'autres numéros de téléphone sont disponibles [ici](#).

Siemens Digital Industries Software aide les entreprises de toutes tailles dans leur transformation numérique en leur fournissant les logiciels, le matériel et les services de la plateforme Siemens Xcelerator. Les logiciels de Siemens et le jumeau numérique complet permettent aux entreprises d'optimiser leurs processus de conception, d'ingénierie et de fabrication, afin de transformer les idées d'aujourd'hui en produits durables de demain. Des puces aux systèmes complets, des produits aux processus, dans tous les secteurs, [Siemens Digital Industries Software](#) est le point de rencontre entre aujourd'hui et demain.

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

© 2023 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.

85768-D2-FR 12/23 LOC