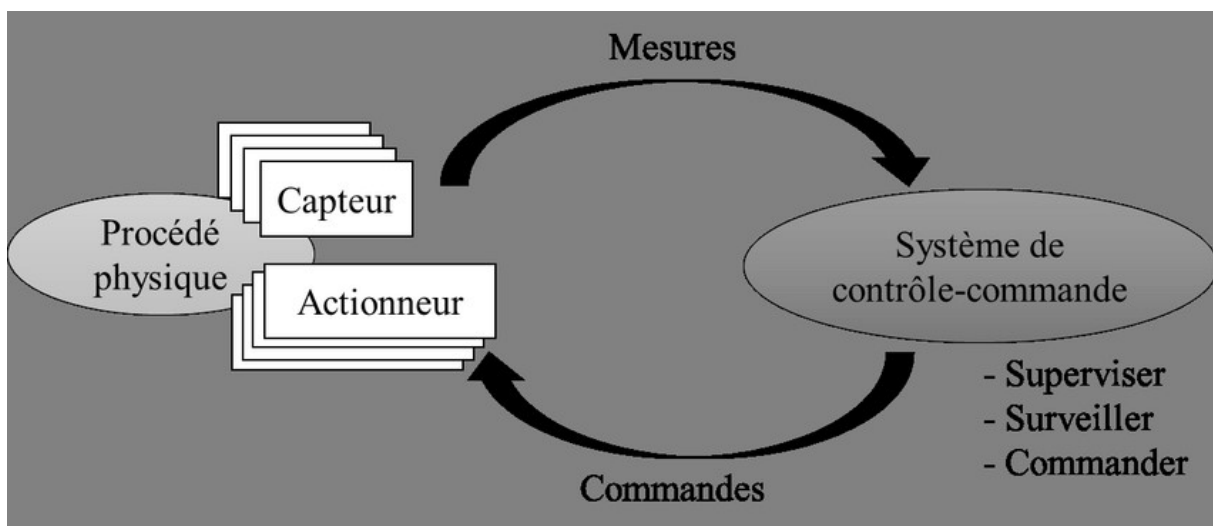


MATIERE : SUPERVISION INDUSTRIELLE

Chapitre 2 Composants d'un système de contrôle industriel

Définitions :

Les systèmes de contrôle industriel gèrent divers composants, tels que des dispositifs de surveillance et des systèmes logiciels, afin de gérer l'exploitation et de l'automatiser, dans la mesure du possible. Ils équilibrent les nombreux composants nécessaires au Un système de contrôle industriel (ICS) constitue un élément essentiel de nombreuses organisations, car il assure le contrôle automatisé d'un large éventail de composants sur plusieurs sites. Il existe des ICS de diverses natures et ces derniers peuvent prendre en charge un très grand nombre d'éléments au sein de diverses exploitations, de la production industrielle à la production et la distribution d'énergie. Ils regorgent d'avantages en termes d'efficacité, de qualité, d'analyse et, bien sûr, de rendement. Et de fonctionnement d'un environnement industriel, en veillant à ce que ces composants fonctionnent efficacement et de manière synchronisée les uns avec les autres. Un ICS peut prendre entièrement le contrôle, ou s'inscrire dans une approche hybride qui intègre l'interaction humaine. Il existe des options de boucle ouverte, de boucle fermée et d'intervention manuelle.



Parmi les éléments que vous pourriez trouver dans un ICS figurent des serveurs et des contrôleurs, par exemple:

d'économie d'énergie (telles que l'extinction des modules d'E/S lorsqu'ils ne sont pas utilisés). Par exemple, il communique via des liaisons de communication RS485 ou sans fil dans une configuration multipoints. Dans ce type de configuration, il s'agit d'une unité distante qui collecte des données et effectue des tâches de contrôle simples. Il ne comporte pas de pièces mobiles et utilise une puissance extrêmement faible, souvent alimentée par l'énergie solaire.



Les RTU compactes de la gamme **SIMATIC RTU3000C** sont des RTU (remote terminal units) à faible consommation énergétique et autosuffisantes en énergie. Elles permettent de surveiller les points de mesure les plus éloignés, même lorsqu'aucune alimentation locale ou infrastructure de communication n'est disponible. Les RTU SIMATIC compactes peuvent s'utiliser sans source de courant externe grâce l'optimisation de leur consommation d'énergie. Elles s'auto-alimentent via une pile ou un accumulateur avec panneau solaire.

- **Interfaces homme-machine (IHM):** une **IHM** permet aux humains d'interagir avec le matériel qui contrôle les machines. L'IHM revêt généralement la forme d'une interface utilisateur graphique (GUI) qui fournit une plate-forme lisible pour l'homme, à savoir un logiciel. Les utilisateurs sont en mesure de consulter les états actuels, de surveiller les points de consigne, de recevoir des alertes de sécurité, d'ajuster les paramètres et les algorithmes, d'évaluer les données historiques, et plus encore.

L'interface IHM englobe tous les éléments qu'une personne touchera, verra, entendra ou utilisera pour **exécuter** des fonctions de contrôle et **recevoir** un retour d'information sur ces actions. Ainsi, un opérateur ou le personnel de maintenance peut commander ou surveiller des machines à partir de l'IHM, y compris des informations telles que la température, la pression, les étapes du processus de production, le calcul des matériaux nécessaires, les positions exactes des lignes de production, le contrôle des niveaux des réservoirs de matières premières et de nombreuses autres fonctions. Pour finir, ces panneaux de contrôle peuvent être connectés à des automates programmables et afficher leur comportement afin de

résoudre les problèmes pour les techniciens de maintenance, ce qui représente une économie précieuse

Les écrans IHM sont utilisés pour **optimiser un processus industriel** en numérisant et en centralisant les données. Ainsi, les opérateurs peuvent visualiser les informations importantes dans des graphiques, des tableaux de bord numériques, voir et gérer les alarmes, et se connecter aux systèmes [SCADA](#) et MES, via une console. L'interface homme-machine (IHM) communique avec des [automates programmables \(PLC\)](#) et des capteurs d'entrée/sortie pour récupérer et afficher des informations à la disposition des utilisateurs. De même, ils peuvent être utilisés pour une seule fonction, comme la **surveillance et le suivi**, ou pour des opérations plus sophistiquées, comme l'arrêt des machines ou l'augmentation de la vitesse de production, selon la façon dont ils sont mis en œuvre.

LES DIFFÉRENTS TYPES D'IHM

Les interfaces homme-machine (IHM) peuvent se présenter sous **différents formats**, depuis les affichages intégrés aux machines, les écrans d'ordinateur, jusqu'aux écrans tactiles et aux dispositifs mobiles, mais quel que soit leur format ou le terme utilisé pour les désigner (pupitre opérateur, HMI...), leur objectif est de fournir des informations sur les performances mécaniques et le développement des processus de production.

Au cours de la dernière décennie, l'évolution des besoins opérationnels et commerciaux a conduit à des développements passionnants de la technologie IHM. Il est désormais de plus en plus courant de voir des modèles d'IHM évolués. Ces interfaces plus modernes créent davantage de possibilités d'interaction et d'analyse des équipements.

Un IHM haute performance

Les opérateurs et les utilisateurs s'orientent de plus en plus vers les IHM hautes performances, une méthode de conception des IHM qui permet d'assurer une **interaction rapide et efficace**. En n'attirant l'attention que sur les indicateurs les plus nécessaires ou les plus critiques de l'interface, cette technique de conception aide l'opérateur à voir et à réagir aux problèmes plus efficacement, ainsi qu'à prendre des décisions mieux informées. Les écrans IHM haute performance sont simples, propres et exempts de commandes ou de graphiques superflus. D'autres éléments de conception, tels que la couleur, la taille et le placement, sont utilisés discrètement pour optimiser l'expérience de l'utilisateur.

Écrans tactiles et dispositifs mobiles

Les écrans tactiles et les IHM mobiles sont deux exemples d'avancées technologiques qui ont vu le jour avec l'avènement des smartphones. Au lieu de boutons et d'interrupteurs, les versions mobiles modernisées permettent aux opérateurs de toucher l'écran physique pour accéder aux commandes. Les écrans tactiles sont particulièrement importants lorsqu'ils sont utilisés avec un appareil mobile, qui est déployé via des systèmes SCADA basés sur le web ou via une application. L'IHM mobile offre de nombreux avantages aux opérateurs, notamment un accès instantané aux informations et une surveillance à distance.

Surveillance à distance

La surveillance à distance permet une plus grande flexibilité et accessibilité pour les opérateurs et les gestionnaires. Grâce à cette fonction, un ingénieur externe du système de contrôle peut, par exemple, confirmer la température d'un entrepôt sur un appareil portable, éliminant ainsi la nécessité d'une surveillance sur place après

les heures de travail. De nos jours, vérifier un processus dans votre atelier de production alors que vous êtes à des kilomètres de l'installation ne semble pas sortir de l'ordinaire.

IHM en réseau et cloud

Les IHM de réseau sont également très demandées car elles permettent aux opérateurs d'accéder aux données et à la visualisation à partir des appareils de terrain. En outre, il est de plus en plus courant d'envoyer les données des IHM locales vers le cloud, où elles peuvent être consultées et analysées à distance, tout en maintenant les capacités de contrôle au niveau local.



Distributeur



Exemple HMI dans l'industrie

- **Automates programmables (PLC):**

L'automate programmable (PLC, API ou contrôleur logique...) est un dispositif informatique spécial utilisé dans les systèmes de contrôle industriels. Grâce à sa construction robuste (il est conçu pour être extrêmement robuste, de sorte qu'il puisse résister à des environnements industriels difficiles tels que des températures extrêmes, des vibrations vigoureuses, l'humidité et le bruit électrique), à ses caractéristiques fonctionnelles exceptionnelles telles que la commande séquentielle, les minuteries, les compteurs et les temporisateurs, à sa facilité de programmation, à ses capacités de contrôle fiable et à sa facilité d'utilisation du matériel, cet automate programmable est utilisé en tant qu'ordinateur spécial dans les industries ainsi que dans d'autres domaines de système de contrôle.

L'automate programmable est utilisé non seulement à des fins industrielles, mais aussi dans des applications civiles telles que le fonctionnement des machines à laver, des ascenseurs et la commande des feux de circulation. Dans les termes les plus élémentaires, un automate programmable (PLC) est un ordinateur équipé d'un microprocesseur mais qui ne possède ni clavier, ni souris, ni écran. Il est essentiellement construit pour résister à des environnements industriels très difficiles.

Structure Interne

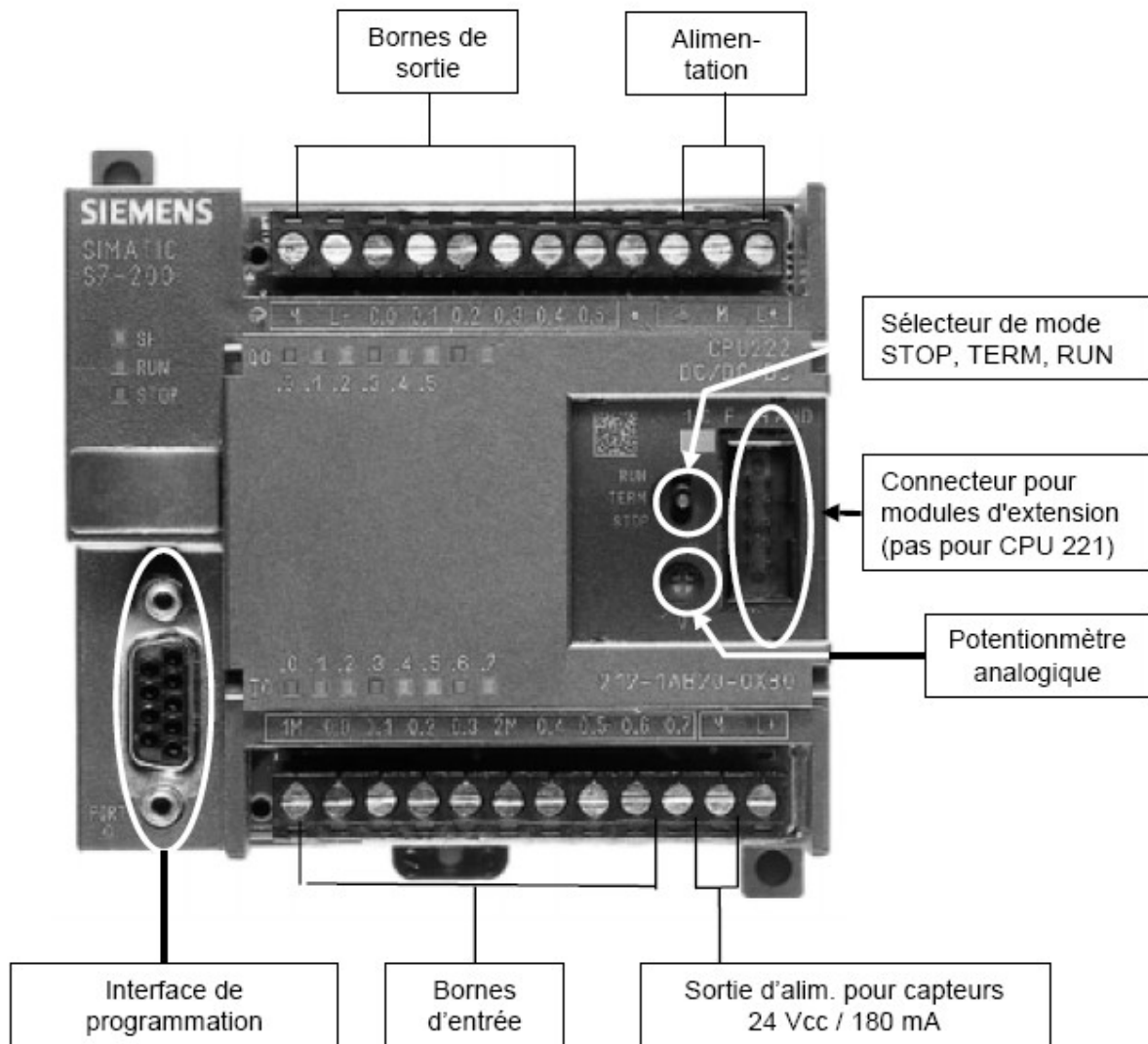
Les API comportent quatre principales parties (Figure 4.4) :

- Une unité de traitement (un processeur CPU);
- Une mémoire ;
- Des modules d'entrées-sorties ;
- Des interfaces d'entrées-sorties ;
- Une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) – 24 V (DC).

Fonctionnement

Les caractéristiques d'un automate programmable interagissent et fonctionnent généralement par cycles. L'utilisateur définit les tâches requises grâce à la logique programmable de l'automate. Un processus typique par étapes peut ressembler à ce qui suit :

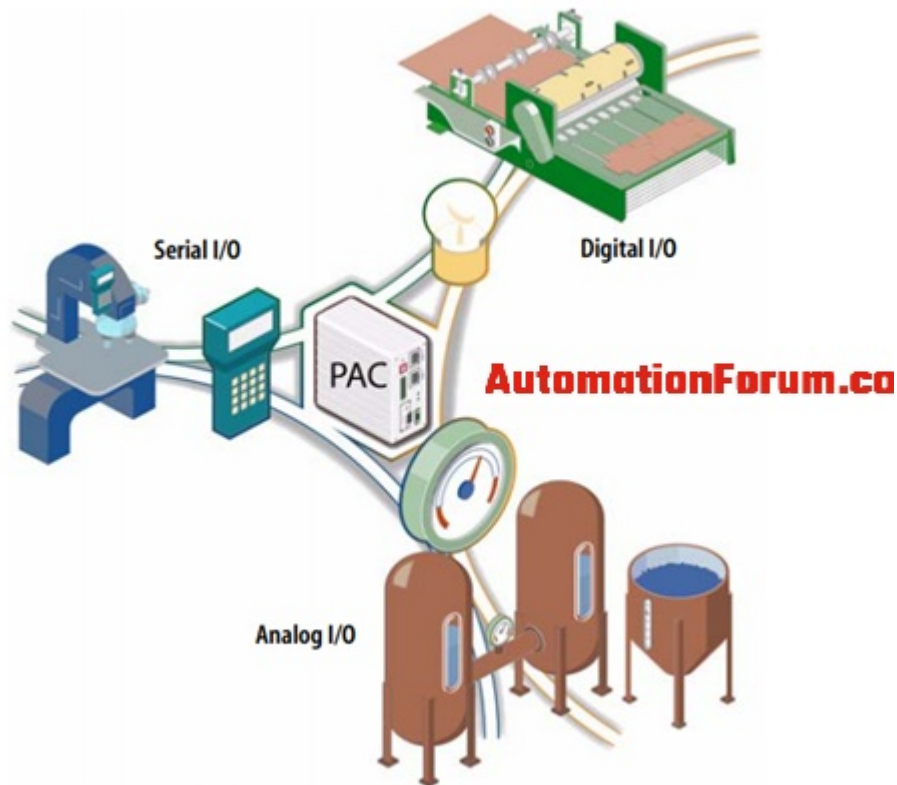
- L'automate programmable vérifie l'état des modules d'entrée et de tout dispositif connecté.
- L'unité centrale prend en charge les entrées puis exécute la logique définie par l'utilisateur par le biais du programme.
- Les modules de sortie de l'automate envoient le signal pour effectuer des actions physiques aux dispositifs connectés. Les commandes de sortie typiques sont la mise en marche ou l'arrêt, l'augmentation ou la diminution de la vitesse, etc.
- L'automate programmable effectue un contrôle global pour signaler les conditions de fonctionnement des dispositifs connectés. À ce stade, l'automate exécute des protocoles de communication pour envoyer des données à un autre système ou à une interface homme machine qui traduit les données.
- L'automate programmable met fin ou redémarre le processus tel que défini par le programme.



- **Programmable Automation Controller contrôleurs d'automatisation programmables (PAC)**, qui sont similaires aux PLC, mais sont souvent plus avancés et comprennent plus de mémoire, de flexibilité de programmation et de fonctions supplémentaires complexes.

Son architecture de conception est généralement plus intégrée que celle d'un PLC.

Les systèmes PAC offrent un large éventail d'options de programmation et de connectivité. Les opérateurs peuvent utiliser des langages de programmation de haut niveau qui peuvent étendre les options de contrôle et de réactivité à l'évolution des exigences de l'application. Ils prennent également en charge PROFINET, OPC UA, Modbus, Ethernet/IP et d'autres protocoles désormais communs aux systèmes de contrôle industriels, qui peuvent faciliter l'intégration avec les IHM, les systèmes SCADA, l'analyse et d'autres technologies.

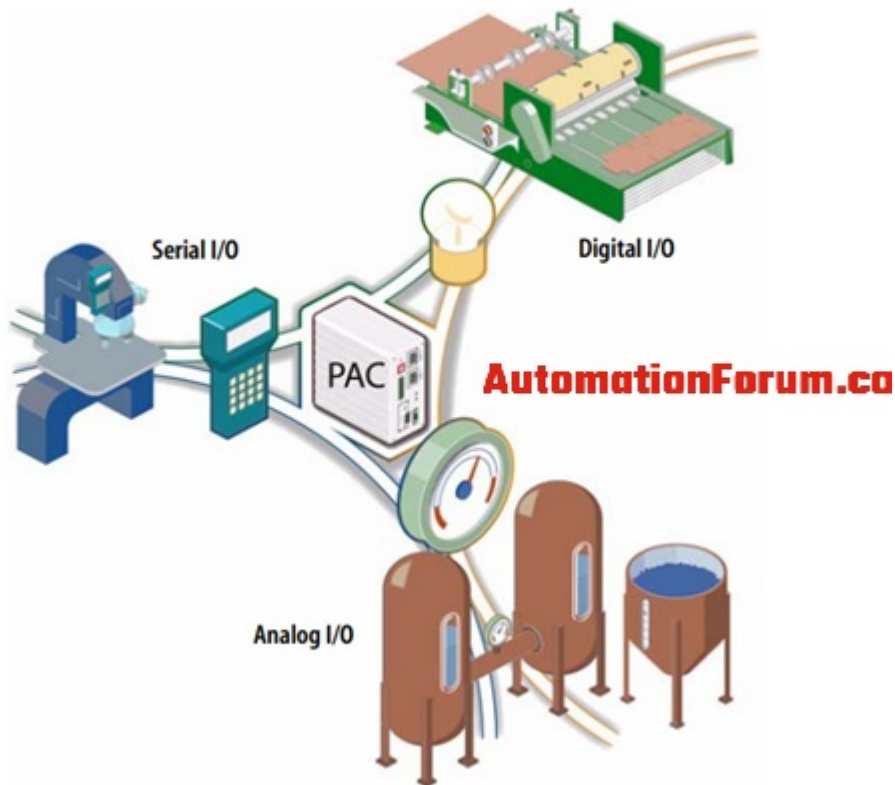


COMPOSANT :

Le PAC (programmable automation controller) ou contrôleur d'automatisme programmable en français est un contrôleur spécial qui vient remplacer les automates programmables traditionnels dans les tâches d'automatisation les plus complexes

Son architecture de conception est généralement plus intégrée que celle d'un PLC.

Les systèmes PAC offrent un large éventail d'options de programmation et de connectivité. Les opérateurs peuvent utiliser des langages de programmation de haut niveau qui peuvent étendre les options de contrôle et de réactivité à l'évolution des exigences de l'application. Ils prennent également en charge PROFINET, OPC UA, Modbus, Ethernet/IP et d'autres protocoles désormais communs aux systèmes de contrôle industriels, qui peuvent faciliter l'intégration avec les IHM, les systèmes SCADA, l'analyse et d'autres technologies.



Un contrôleur programmable d'automate industriel (PAC) peut effectuer des tâches telles que le comptage, le verrouillage, le contrôle de boucle PID, et l'acquisition et la livraison de données, mais un système de contrôle basé sur un automate programmable industriel (API) nécessiterait un matériel coûteux pour le faire. Le PAC a ces capacités intégrées, il est connu pour sa conception et sa construction modulaires. Il a une architecture ouverte et, en raison de cela, il peut se connecter à n'importe quel autre dispositif ou à des systèmes d'entreprise. Un PAC a une bonne capacité de traitement et de balayage d'E/S. Le PAC peut traiter de nombreux langages tels que la logique de relais échelle, la liste d'instructions, le test structuré, le diagramme séquentiel de fonctions, et le diagramme de blocs fonctionnels. Certains PAC peuvent également être programmés dans d'autres langages de programmation tels que le langage C. En utilisant un PAC, les professionnels de l'automatisation disposent de plusieurs outils sur une seule plateforme. Le PAC a plus de mémoire par rapport à un API. La plupart du temps, les API sont conçus pour contrôler la machinerie, mais les PAC sont utilisés pour le contrôle de la machine, le contrôle du mouvement du processus, et d'autres applications. Les PAC sont capables d'améliorer les performances du système de contrôle sans utiliser de composants supplémentaires comme un API. Contrairement à l'API, le PAC utilise un seul logiciel pour répondre aux besoins actuels et futurs en automatisation.

Un contrôleur programmable d'automate industriel (PAC) est capable d'effectuer diverses tâches telles que le comptage, le verrouillage, le contrôle de boucle PID, ainsi que l'acquisition et la transmission de données. Contrairement à un système de

contrôle basé sur un automate programmable industriel (API), qui nécessiterait un matériel coûteux pour accomplir ces fonctions, le PAC intègre ces capacités de manière intrinsèque. Reconnu pour sa conception et sa construction modulaires, le PAC présente une architecture ouverte, facilitant sa connexion avec n'importe quel autre dispositif ou système d'entreprise. Doté d'une bonne capacité de traitement et de balayage d'E/S, le PAC peut traiter divers langages tels que la logique de relais échelle, la liste d'instructions, le test structuré, le diagramme séquentiel de fonctions, ainsi que le diagramme de blocs fonctionnels. Certains PAC peuvent également être programmés dans d'autres langages tels que le langage C. En optant pour un PAC, plusieurs outils sont regroupés sur une seule plateforme pour les professionnels de l'automatisation. Avec une mémoire plus importante par rapport à un API, les PAC sont utilisés non seulement pour contrôler la machinerie, mais également pour le contrôle de la machine, le contrôle du mouvement du processus, et diverses autres applications. Le PAC offre la possibilité d'améliorer les performances du système de contrôle sans nécessiter l'ajout de composants supplémentaires comme c'est le cas avec un API. Contrairement à ce dernier, le PAC utilise un unique logiciel pour répondre aux besoins actuels et futurs en automatisation.

Un avantage supplémentaire du PAC réside dans la facilité de mise à niveau du système de contrôle. Le remplacement du matériel du processeur peut s'effectuer sans retirer le câblage existant des capteurs et des actionneurs. En raison de sa taille compacte, le PAC occupe un espace limité. Dotés de capacités modernes de réseau et de communication, les PAC permettent de connaître en temps réel les détails de la production, améliorant ainsi la collecte de données de manière plus précise et opportune. L'utilisation d'un PAC présente des avantages financiers considérables : réduction du coût du système de contrôle en raison d'un matériel moins onéreux et nécessitant moins de temps d'intégration et de développement. Comparé à un API offrant des capacités similaires, un PAC est plus économique. Opter pour un PAC plutôt qu'un API entraîne une augmentation du rendement des actifs, une réduction des coûts de cycle de vie et une diminution du coût total de possession. Les capacités limitées des API, ancrées dans leur matériel spécifique, ne permettent pas une transition aisée d'un API à un autre, et bien qu'efficaces dans le contrôle discret, elles ne peuvent rivaliser dans d'autres domaines. Les utilisateurs peuvent ainsi créer et mettre en œuvre des processus discrets et des applications de contrôle de mouvement à partir de la plateforme unique du PAC, offrant fiabilité et agilité élevées.

DCS

Un système de contrôle distribué ou DCS (distributed control system) ou encore système numérique de contrôle-commande (SNCC) est un système de contrôle industriel destiné aux usines ou process industriels dont les éléments de commande sont distribués ou géo-répartis. A la différence des systèmes de contrôle centralisés qui comportent un seul contrôleur central qui gère toutes les fonctions de contrôle-commande du système, les systèmes de contrôle distribués ou DCS sont constitués de plusieurs contrôleurs qui commandent les sous systèmes ou unités de l'installation globale.

Les Systèmes de Contrôle Distribué (DCS, Distributed Control Systems) représentent une catégorie avancée de systèmes de contrôle industriels, conçus pour superviser et réguler des processus complexes dans des environnements industriels critiques. Ces systèmes offrent une architecture distribuée, où des contrôleurs décentralisés interagissent avec des équipements sur le terrain pour assurer une automatisation efficace. Les DCS sont fréquemment utilisés dans des secteurs tels que la pétrochimie, la production d'énergie, la fabrication, et d'autres industries de processus.

L'architecture distribuée des DCS permet une gestion centralisée tout en offrant une flexibilité opérationnelle accrue. Chaque contrôleur dans le système peut fonctionner de manière indépendante, ce qui facilite l'optimisation locale des processus. Cette capacité à répartir les tâches de contrôle permet aux DCS de traiter des systèmes complexes impliquant un grand nombre d'instruments et d'actuateurs. De plus, les DCS intègrent souvent des interfaces graphiques conviviales pour la surveillance en temps réel, la configuration et le diagnostic, ce qui facilite la gestion globale du processus.

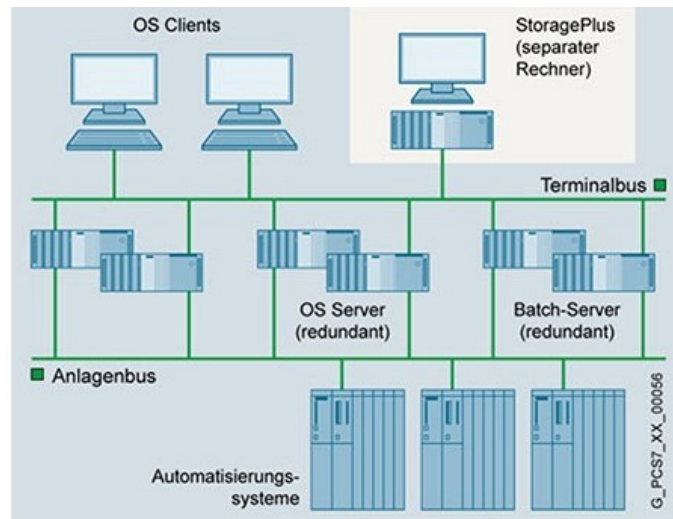
Les domaines d'utilisation des DCS ou SNCC

Les systèmes de contrôle distribués sont principalement utilisés dans les industries de procédés intégrant la gestion par batch ou recette. Par exemple, on peut retrouver les DCS dans les industries de raffinage, dans l'industrie pétrolière, dans les stations de production d'énergie, dans les cimenteries, dans l'industrie pharmaceutique etc...

Les systèmes DCS les plus communément utilisés dans le monde industriel sont :

- Yokogawa avec le Centum V
- Emerson avec Delta V

- ABB avec le 800xA
- Siemens avec PCS7
- Honeywell avec Experion
- Schneider Electric avec PlantStruxure et Foxboro
- Rockwell avec PlantPAx



PC- BASED CONTROL

Un système de contrôle basé sur un PC fait référence à une architecture de système de contrôle où un ordinateur personnel (PC) est utilisé comme unité centrale de traitement pour les tâches d'automatisation et de contrôle. Cette approche exploite la puissance de calcul, la flexibilité et les fonctionnalités de connectivité d'un PC standard pour effectuer des fonctions de contrôle traditionnellement assurées par du matériel spécialisé tel que des automate programmable industriel (API) ou des systèmes de contrôle dédiés.

Les principaux aspects et avantages des systèmes de contrôle basés sur un PC :

1. **Plateforme Matérielle** : Dans un système de contrôle basé sur un PC, le PC sert de plateforme matérielle principale. Le PC est équipé d'un processeur, de mémoire, de stockage et de diverses interfaces périphériques. Il peut gérer les algorithmes de contrôle, le traitement des données et les opérations d'entrée/sortie (E/S).

2. **Contrôle Logiciel** : Les fonctions de contrôle sont mises en œuvre via des applications logicielles s'exécutant sur le PC. Ce logiciel peut inclure des systèmes d'exploitation temps réel (RTOS) ou des logiciels de contrôle dédiés qui exécutent des algorithmes de contrôle et gèrent les opérations d'E/S.

3. **Flexibilité de Programmation** : Les systèmes de contrôle basés sur un PC permettent souvent aux ingénieurs et programmeurs d'utiliser des langages de programmation standard, facilitant ainsi le développement et la mise en œuvre de stratégies de contrôle complexes. Les langages de programmation courants incluent C, C++ ou des environnements de programmation graphique.

4. **Connectivité** : Les PC offrent généralement une large gamme d'options de connectivité, telles que l'Ethernet, l'USB et les ports série. Cela facilite la communication avec d'autres dispositifs, capteurs et actionneurs dans l'environnement industriel. Il prend également en charge l'intégration avec des systèmes d'entreprise de niveau supérieur.

5. **Évolutivité** : Les systèmes de contrôle basés sur un PC peuvent être facilement adaptés pour prendre en compte les changements de complexité ou d'expansion du système. Une puissance de traitement supplémentaire, de la mémoire ou des capacités d'E/S peuvent être ajoutées en mettant à niveau le matériel du PC ou en connectant des PC supplémentaires au système.

6. **Traitement et Analyse des Données** : La puissance de calcul d'un PC permet un traitement avancé des données et des analyses. Cela est particulièrement précieux pour les applications où l'analyse en temps réel, l'enregistrement des données historiques ou la maintenance prédictive sont essentiels.

7. **Coût-Efficacité** : L'utilisation de PC standard peut être rentable par rapport au matériel de contrôle propriétaire. Cela permet aux organisations de tirer parti de l'infrastructure informatique existante et de bénéficier des améliorations constantes du matériel commercial hors étagère (COTS).

8. **Interfaces Utilisateurs Graphiques (GUI)** : Les systèmes de contrôle basés sur un PC intègrent souvent des interfaces utilisateur graphiques intuitives pour la

surveillance et la configuration du système. Cela améliore l'expérience utilisateur et simplifie la gestion du système.

9. **Intégration à l'Industrie 4.0 :** Les systèmes de contrôle basés sur un PC conviennent bien à l'intégration dans les concepts de l'Industrie 4.0, permettant l'échange transparent de données entre divers composants d'une usine intelligente.