

FlexPicker™ avec PickMaster™ : une révolution dans les opérations de prise et dépose à la volée

Håkan Brantmark, Eric Hemmingson



IRB 340 Flexpicker™

Depuis de nombreuses années, ABB est la référence en automatisation flexible dans un large éventail de secteurs industriels. Conjuguant rapidité et précision, l'IRB 340 FlexPicker™ ouvre notamment de nouvelles perspectives en réduisant considérablement le coût des opérations de prise et de dépose.

Un certain nombre de développements, y compris un tout nouveau logiciel, PickMaster™, une variante nettoyable du robot IRB 340 et un système de commande aux performances sans équivalent en termes de vitesse et de pilotage des axes du robot, confèrent au FlexPicker™ encore plus de muscle d'acier.

La pression est forte sur l'industrie des biens de consommation, secteur hautement concurrentiel, pour réduire le coût des opérations de saisie et de dépose à la volée (*picking*). Les produits et leurs emballages ne cessent d'évoluer pour attirer les consommateurs que nous sommes, et les solutions d'automatisation doivent se plier à cette contrainte. Les opérateurs font preuve de rapidité et de dextérité dans la manipulation de produits comme les gâteaux secs et les chocolats. C'est cette dextérité qui constitue un tel défi pour l'automatisation des opérations de saisie et de dépose.

L'automatisation flexible des opérations de picking au sein de l'industrie des biens de consommation passe par le robot FlexPicker™ avec PickMaster™, le couplé

gagnant conçu spécifiquement pour ce secteur. Les nombreux avantages des robots ne sont plus à démontrer : adaptabilité, polyvalence, fiabilité, disponibilité et robustesse.

Le nouveau système s'appuie sur un robot extrêmement rapide, doté de logiciels applicatifs, qui identifie, saisit et dépose des articles à la volée, tout comme les opérateurs humains, mais deux fois plus rapidement. Chocolats, gâteaux secs et autres produits alimentaires, composants électroniques et mécaniques, et produits pharmaceutiques sont quelques exemples parmi tant d'autres pour lesquels le système FlexPicker avec PickMaster révolutionne les opérations de picking.

Un retour sur investissement très rapide

A l'automne 1997, ABB Flexible Automation lançait un nouveau robot de palettisation, le FlexPalletizer™ IRB 640, conçu pour satisfaire les contraintes de retour sur investissement rapide de l'industrie des biens de consommation. Ce robot avec ses nouveaux logiciels applicatifs, PalletWare™ et PalletWizard™, connaît aujourd'hui un grand succès dans le monde entier.

Poursuivant ses efforts d'innovation en solutions d'automatisation flexible, ABB a depuis introduit le FlexPicker™ IRB 340, un robot de picking extrêmement rapide – également disponible en variante nettoyable – avec fonctionnalités de suivi de convoyeur et logiciel applicatif PickMaster™ pouvant être

1 L'IRB 340 au travail dans une fabrique de fromages en Scandinavie.



2 La version complètement étanche et traitée anti-corrosion de l'IRB 340 Flexpicker™, conçue spécifiquement pour les environnements certifiés Hygiène, peut être nettoyée aux détergents et à l'eau à basse pression.



programmé à partir d'un PC pour effectuer des opérations de picking à grande vitesse. Il peut identifier, sélectionner et saisir à la volée des produits sur un ou plusieurs convoyeurs et les déposer sur un autre convoyeur en mouvement.

Basé sur le concept Delta¹, FlexPicker est un robot parallèle, ce qui signifie que les axes principaux se déplacent parallèlement les uns par rapport aux autres. Le robot compte quatre degrés de liberté et une masse dynamique de l'ordre de 4 kg, hors capacité de charge de 1 kg. Grâce à sa conception et au système de commande S4Cplus avec fonctionnalités QuickMove™, le robot peut manipuler plus de 150 produits par minute, ce qui est au moins deux fois plus rapide qu'un opérateur.

De conception modulaire, le système robot peut réaliser des opérations de picking

avec la même flexibilité qu'un opérateur, c'est-à-dire choisir un article, le saisir et le déposer à la volée, par exemple sur un convoyeur en mouvement. La variante nettoyable du robot, l'IRB 340SA, est conçue pour travailler en environnements «aliments non emballés» (certifiés Hygiène) **1**.

Le système est constitué du robot IRB 340 (ou sa variante nettoyable **2**), l'armoire de commande S4Cplus, les logiciels de suivi de convoyeur et PickMaster, plus des composants standard comme les caméras (pour l'identification automatique), les PC et les écrans de contrôle.

Axes de développement prioritaires

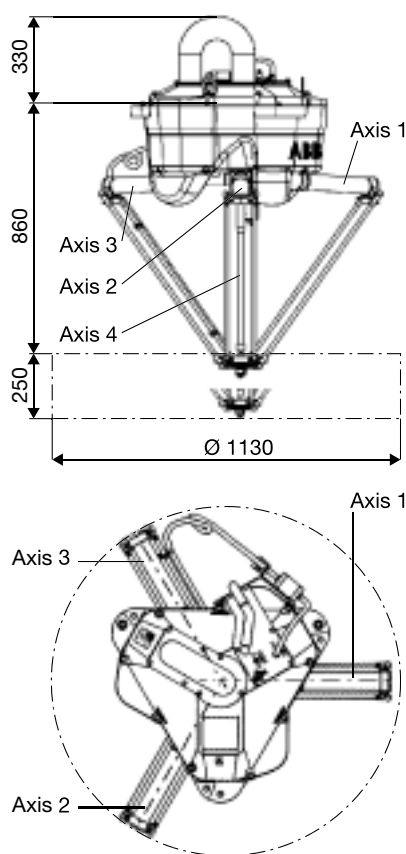
En phase de développement du système FlexPicker, l'accent a été mis sur les aspects suivants:

■ *La productivité élevée* est garantie par un robot extrêmement rapide qui, en opérations de picking (saisie, rotation et dépose), peut réaliser plus de 150 manipulations par minute. Il est caractérisé par une vitesse maximale de 10 m/s et une accélération maximale légèrement supérieure à 10 g ($>100 \text{ m/s}^2$). Les temps de réglage en cas de changement de variantes de produits sont réduits au minimum. La clé des performances sont le système de vision et la préprogrammation.

■ *Grâce à sa conception modulaire et ses options standard*, une installation FlexPicker peut très facilement être optimisée pour différentes applications. De nombreuses options sont proposées pour le robot, notamment, raccordement de puissance et port pour signaux, système de préhension à ventouse et flexibles à air comprimé. Plusieurs options sont également proposées pour l'armoire de commande, comme le traitement multitâche, le suivi de convoyeur, ScreenViewer™ et les services Ethernet. Le système de vision n'est

¹ Le concept Delta est un système de coordonnées breveté par le professeur Clavel de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse

pas raccordé directement au système de commande, mais est constitué de modules raccordés aux caméras utilisées par l'installation. Le système PickMaster, fonctionnant sur PC, est un nouveau produit ABB pour l'identification des objets et le picking à grande vitesse, ainsi que pour la programmation des opérations de picking.



3 Avec ses trois axes coordonnés, le robot saisit et dépose des objets dans le plan horizontal dans une zone de travail cylindrique d'un diamètre de 1130 mm et d'une hauteur de 250 mm. Le quatrième axe réalise la rotation complète de l'objet.

■ *L'excellente disponibilité et la simplicité d'exploitation* sont garanties par la conception modulaire et le taux de disponibilité de 99% exigé par l'industrie automobile pour le système robot. Les fonctions de PickMaster étant programmées hors ligne, la mise en exploitation est directe et consiste principalement en une opération de démarrage et d'arrêt, avec des réglages de correction simples apportés à la station en cours de fonctionnement.

■ *Le faible encombrement et l'enveloppe de travail étendue* ont été obtenus en suspendant le robot au-dessus de sa zone de travail, un cylindre d'un diamètre de 1130 mm et d'une hauteur de 250 mm **3**.

■ *Nettoyable*. La variante nettoyable est parfaitement étanche avec un degré de protection normalisé IP 67, recouvert d'une peinture spéciale avec toutes les pièces en aluminium anodisé. Cette variante peut être exploitée dans des environnements certifiés Hygiène et être nettoyée selon les normes industrielles correspondantes.

■ *Simplicité de maintenance*. Le système robot est constitué de modules, le remplacement de tout composant n'exigeant pas plus de trente minutes.

FlexPicker™ avec PickMaster™ – un investissement rentable

Le FlexPicker IRB 340 a été développé pour réaliser des opérations de picking à très grande vitesse dans des applications types des industries agro-alimentaire, pharmaceutique et électronique où la saisie de produits unitaires est très fréquente **4**. Avec des cadences de production élevées et le remplacement des équipements de manutention spéciaux (ex., palettes) par des fonctions

logicielles (ex. suivi de convoyeur et PickMaster), il s'agit d'un investissement très rentable, même au vu des exigences de rentabilité de l'industrie des biens de consommation.

Si, par ailleurs, on tient compte du fait que le robot réalise des tâches très monotones et astreignantes pour les opérateurs (susceptibles d'être à l'origine de douleurs ou de problèmes de santé), l'automatisation des opérations de picking avec le FlexPicker est d'autant plus séduisante.

Aussi flexible qu'un «opérateur humain»

Le système robot saisit des produits sur un convoyeur en mouvement continu et les dépose sur un autre convoyeur, également en mouvement. C'est le système de vision qui permet l'identification et la saisie de chaque produit. Les produits non conformes, c'est-à-dire tout produit qui n'a pas été programmé, sont ignorés.

Les programmes de production/picking de différents produits ou variantes peuvent très rapidement être mis en place car aucune modification ne doit être apportée à l'architecture matérielle. Tout changement est géré par le logiciel qui peut être préprogrammé pour le nouveau produit. Il suffit à l'opérateur de sélectionner un autre programme et de redémarrer la ligne – tout cela en moins de trente secondes.

La saisie peut se faire à l'unité ou groupée, plusieurs produits pouvant être saisis simultanément en utilisant un multipréhenseur. La capacité de charge maxi (produits plus préhenseur) est de 1 kg.

L'enveloppe de travail étendue forme un cylindre de 1130 mm de diamètre et 250 mm de hauteur.

Deux fois plus rapide qu'un opérateur et moins encombrant

Avec un temps de cycle inférieur à 0,4 seconde pour un cycle standard de $25 \times 305 \times 25$ mm, le système robot est au moins deux fois plus rapide qu'un opérateur humain. Sa répétabilité est de $\pm 0,05$ mm. Etant suspendu au-dessus du convoyeur, il exige également moins de surface qu'un opérateur.

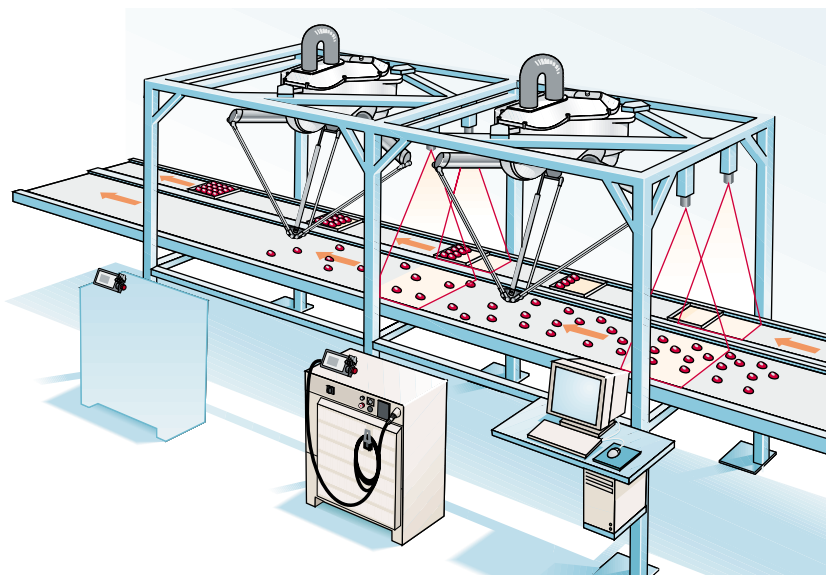
Structure mécanique du robot

Le robot comprend trois paires de bras (avec bras supérieur et bras inférieur) articulés au niveau du coude. Les bras inférieurs sont reliés entre eux par un préhenseur qui peut être doté de ventouses. Les bras supérieurs sont fixés à une embase par l'intermédiaire de réducteurs et de moteurs électriques. Le 4^{ème} axe, télescopique et tournant sur 360° , est fixé à l'embase et forme un module séparé.

Les entraînements sont protégés par un capot en plastique. Pour minimiser le poids des composants en mouvement et maximiser leur résistance, les bras sont en matière plastique renforcée par fibre de carbone. Les éléments de fixation des articulations et du préhenseur sont en aluminium anodisé.

Les trois bras avec leur entraînement sont constitués de modules identiques, mais indépendants. Les bras inférieurs comportent chacun deux tiges réunies au niveau du coude par des mécanismes à ressort; ils sont très rapidement et facilement démontés pour, par exemple, être nettoyés ou remplacés. Les moteurs électriques sont refroidis par un système de ventilation logé dans l'enveloppe de l'embase, qui regroupe le capot plastique, une embase en fonte et un couvercle en aluminium. Des œillets dans l'embase permettent de la suspendre à l'intérieur d'un portique.

4 Système de tri/regroupement avec deux FlexPicker en ligne pour les opérations de prise et dépose entre deux convoyeurs parallèles. Les caméras sont utilisées pour identifier les barquettes et les gâteaux secs. Le logiciel applicatif PickMaster™ garantit que les gâteaux secs seront placés rapidement et correctement dans la bonne barquette.



Le tuyau recourbé que l'on distingue au-dessus du capot amène l'air de refroidissement lorsqu'un refroidissement interne est utilisé. En cas de refroidissement externe, l'ouverture d'aération du robot est raccordée à un système de ventilation.

Le robot est proposé avec un certain nombre d'options de raccordements pré-installées en usine (ex., port pour signaux électriques et raccordement de puissance sur l'embase du robot, système d'air comprimé pour ventouses et flexibles d'air séparés pour le raccordement à un système d'air comprimé externe).

PickMaster – un nouveau logiciel applicatif

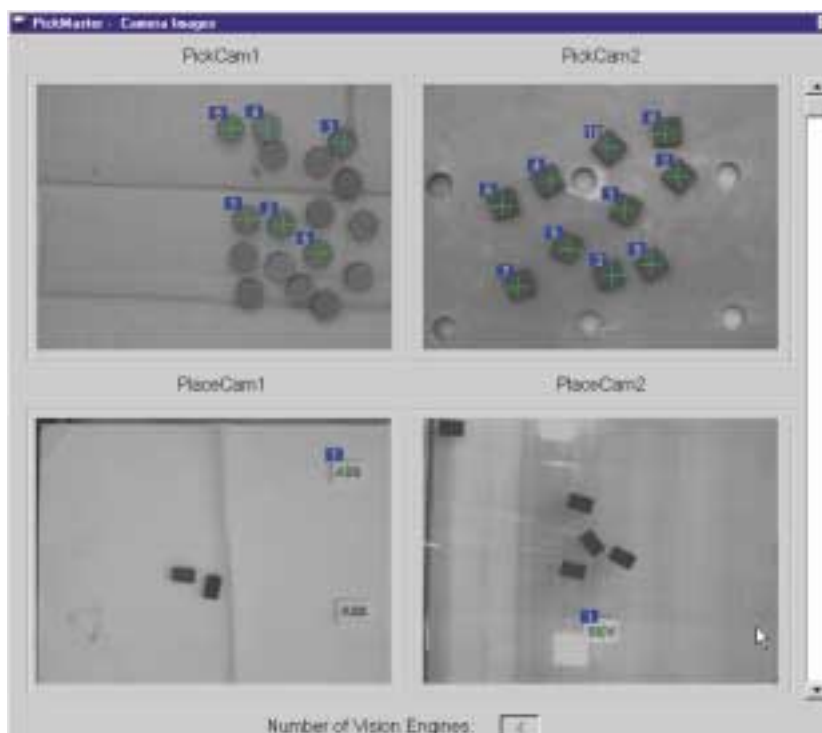
PickMaster est un package complet pour la programmation, la commande et l'exploitation des robots de picking. La configuration logicielle et matérielle de PickMaster varie en fonction des spécifications de la cellule ou de

la ligne robotisée, et de ses éléments constitutifs. Une ligne robotisée type, exploitée et commandée par PickMaster, comprend les éléments suivants:

- Un ou plusieurs robots FlexPicker (IRB 340),
- Un ou deux convoyeurs pour chaque robot, pour la saisie ou la dépose des produits,
- Une ou plusieurs caméras pour l'identification et la reconnaissance de la position des produits sur le convoyeur,
- Un PC PickMaster, qui assure les fonctions générales de vision et la coordination de la ligne complète,
- Un réseau local qui assure la communication entre le PC PickMaster et les robots. Il s'agit d'une liaison Ethernet.

Le package d'intégration de PickMaster est en général constitué des éléments suivants, avec la possibilité de légères variations en fonction de l'agencement de la ligne robotisée:

5 Ecran des résultats d'une recherche obtenue avec quatre moteurs de vision.



- Logiciel applicatif PickMaster, c'est-à-dire le programme de commande installé et utilisé par le PC PickMaster,

- Le logiciel du système de vision, à savoir le programme installé et utilisé par chaque serveur de vision. Il est constitué de fonctions logicielles pour la reconnaissance d'images, la programmation des modèles et les adaptations et réglages en cours de fonctionnement. Ce logiciel, développé par Cognex, s'appelle Cognex OMI,

- Une carte électronique pour le traitement d'images, installée dans chaque serveur de vision. Cette carte est proposée en deux versions: une pour une configuration mono-caméra et une pour une configuration multi-caméra (quatre caméras maximum). Cette carte a également été développée par Cognex. Lorsque plusieurs caméras sont utilisées, elles peuvent fonctionner indépendamment les unes des autres,

- Une carte d'E/S pour les déclencheurs temps réel,

- Des cartes codeurs pour la mesure de la vitesse du convoyeur et de positionnement,

- Un logiciel de communication pour la liaison Ethernet entre le PC PickMaster et les différents robots ou, plus exactement, les armoires de commande des robots de la ligne,

- «Prepared for PickMaster»: ce programme spécial complète le programme de commande du robot et est installé dans chaque robot. Il traduit les positions relevées par les différents systèmes de vision en mouvements précis et rapides du robot.

La ligne de picking commandée par PickMaster

Une ligne robotisée type de picking – dans ce cas pour la saisie et la dépose de gâteaux secs – peut être configurée comme décrit ci-après. Dans cet exemple précis, un robot

FlexPicker saisit les produits sur un convoyeur **4**, chaque produit étant identifié et localisé par une caméra avec un logiciel de vision **5**.

La caméra prend des images qui sont synchronisées avec le mouvement du convoyeur, de sorte que chaque section du convoyeur est couverte au moins par une image. Ainsi, tous les produits, disposés dans un ordre quelconque sur le convoyeur, sont détectés et prélevés. La synchronisation avec le convoyeur se fait par un compteur relié à un codeur sur le convoyeur, qui enregistre la distance parcourue par le convoyeur et, sur des positions prédéfinies, envoie une impulsion de synchronisation à la caméra, qui prend alors une image.

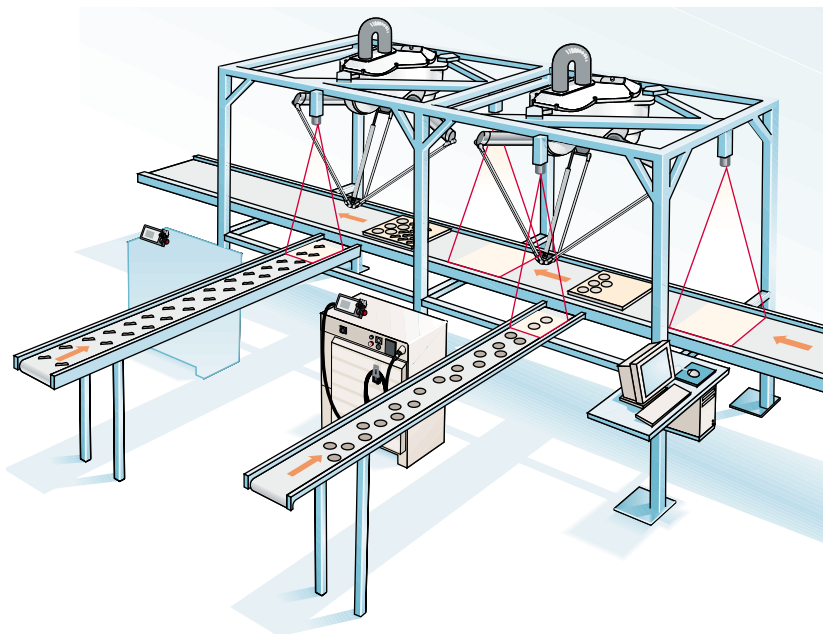
Les produits prélevés doivent être déposés dans des contenants (plateaux, barquettes, boîtes, etc.) selon un ordre précis et dans des positions spécifiques. Ces contenants sont placés un par un et de manière aléatoire sur le convoyeur d'évacuation. Une autre caméra détermine la position et l'orientation de chaque contenant. Une nouvelle image est prise chaque fois qu'un contenant passe devant un capteur optique, où il interrompt le rayon lumineux perpendiculaire au convoyeur. Le système PickMaster enregistre les positions libres de chaque contenant où il peut déposer les gâteaux secs.

Simplicité de la configuration et de l'exploitation d'une ligne de picking

Comme le montre l'exemple précédent, une ligne type d'opérations de saisie et dépose peut être complexe, regroupant robots, caméras et systèmes de vision. Tous ces éléments doivent travailler en symbiose pour

6 Système de panachage avec trois

FlexPicker en ligne pour prélever des chocolats sur des convoyeurs d'alimentation et les déposer dans des boîtes sur un convoyeur d'évacuation. Pour identifier et positionner rapidement et correctement les produits dans la boîte, cette solution utilise également des caméras et le logiciel PickMaster. La programmation se fait sur un PC sous environnement Windows.



mener à bien la tâche définie, comme remplir une boîte de chocolats de différentes formes 6.

PickMaster comprend plusieurs fonctionnalités très puissantes pour la commande de lignes de picking. Cependant, être capable de commander et contrôler une ligne de production normale, lorsque tout fonctionne comme prévu, est insuffisant. Il est également indispensable de pouvoir installer une ligne rapidement et facilement, et de la maintenir en service lors des changements de production ou de la résolution de problèmes. Cela signifie que son fonctionnement et les ordres de l'opérateur doivent être simples et intuitifs, pour minimiser les risques de dysfonctionnement.

Ainsi, par exemple, l'installation et la programmation de ce type de ligne peuvent être fastidieuses selon les méthodes traditionnelles, qui supposent normalement les phases suivantes :

- Installer et mettre en service les logiciels dans les différents ordinateurs et robots qui constituent la ligne,
- Configurer la communication, à savoir chaque nœud du réseau (ex., robot) doit être identifié et décrit,
- Décrire les convoyeurs. Les convoyeurs avec lesquels chaque robot travaillera doivent être décrits et étalonnés (mesure des positions et de l'orientation),
- Décrire les caméras utilisées et leur mode de raccordement au système. Traduire ou étalonner les données image pour les robots 7, à savoir position et orientation que le système de coordonnées du robot doit comprendre,
- Décrire les différents produits que le robot doit manipuler et qui doivent être reconnus par le système de vision,
- Apprendre au système de vision à reconnaître les différents produits et leur mode de préhension,

- Décrire comment les positions de saisie et de dépôt élaborées par les différentes caméras doivent être affectées aux différents robots et dans quel ordre,
- Programmer et configurer les différents robots avec la séquence de mouvements pour les différentes opérations de picking.

Avec PickMaster, ces opérations sont réalisées en quelques heures, réduisant les risques d'erreurs et de détérioration. Le logiciel inclut un certain nombre d'assistants de configuration de la cellule ; ce sont des outils d'aide interactifs qui guident l'utilisateur pas à pas, affichant une succession de boîtes de dialogue avec des questions et des choix à faire selon les besoins. Ces assistants peuvent servir à différentes tâches, notamment :

- La configuration : décrire les composants de la ligne,
- L'étalonnage : mesurer les positions des convoyeurs et des caméras de sorte que

7 L'étalonnage des caméras et des robots se fait de manière interactive avec les assistants de PickMaster.



8 Panneau opérateur de PickMaster pour des changements de production rapides. Il sert également d'interface pour la commande et la surveillance d'une ligne robotisée en cours d'exploitation.



toutes les dimensions et les positions nécessaires peuvent être entrées dans le système de coordonnées du robot,

- La description des modèles: apprendre au système de vision à reconnaître les différents produits,
- La transcription de l'opération de picking de l'image caméra en positions du robot.

Une fois la configuration définie avec ces outils, elle peut être affichée sous forme d'arborescence avec les différents éléments constitutifs et leurs relations.

Mais pouvoir utiliser des assistants et outils d'aide en phases d'installation et de programmation ne suffit pas. Ils ont également un rôle à jouer en cours d'exploitation de la ligne, pour résoudre les problèmes ou lors des changements de produits. Pour ce faire, PickMaster inclut deux autres outils puissants:

- Project Viewer
- Le panneau opérateur

L'outil Project Viewer de PickMaster est destiné au programmeur du robot et l'aide à vérifier, modifier, supprimer ou ajouter des constituants ou des opérations à une ligne de picking existante.

Avec le panneau opérateur de PickMaster **8**, l'opérateur peut démarrer la ligne et surveiller son fonctionnement. Il lui fournit des informations d'état sur les différentes parties de la ligne, affiche des messages d'erreur et propose des actions correctives, sert à arrêter et démarrer la ligne ou un robot, à vérifier une caméra, etc.

Le système S4Cplus aux commandes du robot le plus rapide au monde

S4Cplus **9** est la toute dernière génération de systèmes de commande des robots. Elle s'appuie sur une longue tradition de fiabilité, robustesse, simplicité d'utilisation et performances uniques en termes de

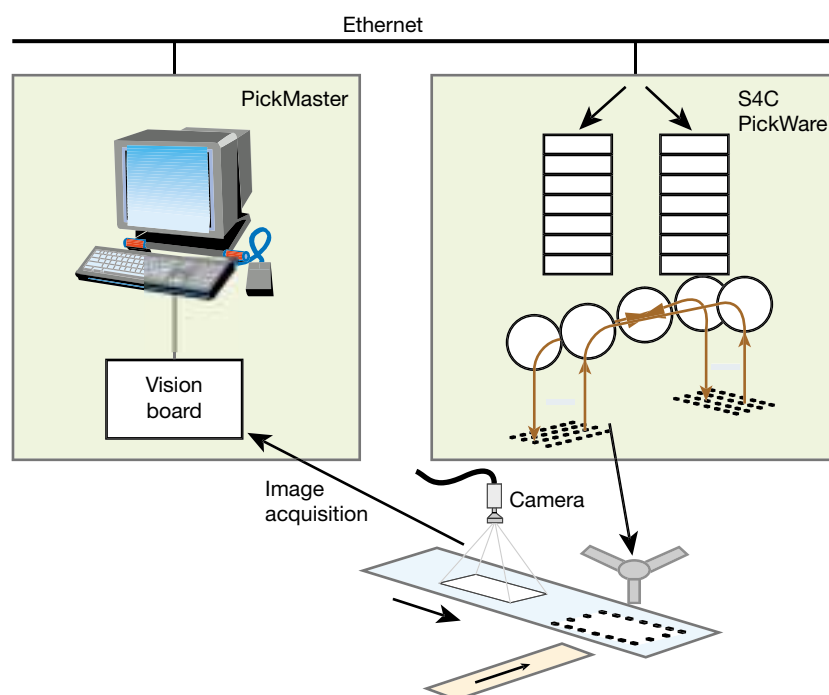
commande d'axes et de vitesse. Par rapport à son prédécesseur, le S4C, le système S4Cplus intègre les nouveautés suivantes:

- S4Cplus met en œuvre une nouvelle architecture interne basée sur des processeurs



9 Nouveau système de commande S4Cplus basé sur la technologie des PC industriels.

10 Flux de données pour une opération de prise et de dépose. PickMaster reçoit les informations de position de la caméra et du système de vision, et les stocke dans le tampon des positions des différents robots. La séquence de mouvements de chaque robot est exécutée dans l'ordre spécifié par le tampon de prises et déposes.



Pentium et utilise des cartes compatibles PC raccordées à un bus PCI,

- Une plus grande capacité de traitement et des performances supérieures pour une commande plus précise et plus rapide des robots,
- Une nouvelle architecture mémoire avec disque dur et capacité mémoire nettement supérieure,
- En standard, de nouvelles liaisons de communication, basées sur Ethernet et USB,
- Une flexibilité accrue qui permet d'utiliser des composants standard du marché raccordés à un bus PCI,
- Des fonctions de diagnostic plus efficaces et la correction des défauts en utilisant des programmes de test sur un PC raccordé directement au système,
- Une armoire de conception spéciale.

Le système S4Cplus est aussi simple à utiliser que son prédécesseur le S4C. Le même

langage de programmation RAPID sert à décrire les mouvements et autres fonctions du robot, et le même pupitre de programmation, avec les fonctions opérateur interactives, est utilisé pour la programmation et l'exploitation.

La commande des axes du robot est basée sur le même logiciel unique avec sa modélisation poussée des caractéristiques du robot, qui garantit un suivi de trajectoire optimal, indépendamment de la charge, de la position ou de la vitesse programmée.

La commande des axes est basée sur QuickMove™ et TrueMove™; le premier assure l'exécution des mouvements à une vitesse proche des limites physiques alors que le second garantit la précision du suivi de trajectoire.

«Prepared for PickMaster™»

«Prepared for PickMaster» est un logiciel

développé spécifiquement pour les robots FlexPicker, utilisés sur les lignes commandées par PickMaster. Cela signifie qu'aucune programmation réelle n'est requise par le robot lui-même, car tous les mouvements sont prédéfinis pour chaque opération de prise/dépose et qu'aucune information supplémentaire n'est nécessaire, outre celles générées par PickMaster.

Une opération type de prise et dépose est illustrée à la figure 10. Le robot reçoit ses positions de prise et dépose de PickMaster, celles-ci étant stockées dans un tampon interne par le système robot. Le robot se déplace sur un point au-dessus de la position de saisie pour ensuite synchroniser ses mouvements avec le déplacement du convoyeur. Il descend vers la position de saisie tout en suivant le convoyeur. Le robot prélève le produit en faisant le vide dans la ventouse, attend un court instant, remonte et



11 Intégré à une machine d'emballage FlexWrapper™, un IRB 340 saisit et dépose des cartons prêts et personnalisés.

se déplace vers le convoyeur d'évacuation sur lequel il se synchronise.

Arrivé au-dessus de la position de dépose, le robot descend, positionne l'objet et le dépose. Après un court instant, il remonte et répète le cycle.

Des solutions rapides et flexibles

Robotiser des opérations de picking avec une solution aussi performante que FlexPicker et PickMaster constitue un investissement rentable. FlexPicker peut être utilisé pour un très large éventail d'applications: préparation de palettes de sous-ensembles dans l'industrie électronique, manipulation et emballage de produits dans l'industrie agro-alimentaire, conditionnement de médicaments dans le secteur pharmaceutique **11**.

Sa vitesse exceptionnelle – plus de 150 saisies/déposes par minute – et son taux de disponibilité supérieur à 99 % (conforme, par exemple, aux exigences de l'industrie automobile), garantissent une productivité très élevée.

PickMaster et son système de vision offrent de nombreux atouts: le système robot localise des produits non triés, il peut rapidement être reconfiguré pour manipuler d'autres produits ou variantes, et il peut être programmé hors ligne sous environnement Windows.

Les opérations d'entretien et de maintenance sur le système compact sont rapides et aisées, du fait de la conception modulaire avec des composants mécaniques et électriques simples.

En bref, FlexPicker avec PickMaster révolutionnent l'automatisation des opérations de picking sur convoyeur. Par ailleurs, les avantages qu'ils offrent aux industriels des biens de consommation sont aisément transposables aux autres secteurs de l'industrie manufacturière.

Auteurs

Håkan Brantmark
Eric Hemmingson
 ABB Robotics AB
 SE-721 68 Västerås
 Suède
 hakan.brantmark@se.abb.com
 eric.hemmingson@se.abb.com
 Fax : +46 21 34 41 87

Bibliographie

[1] **E. Hemmingson, H. Brantmark:** Robots de palettisation pour l'industrie des biens de consommation. Revue ABB 4/98, 17–24.