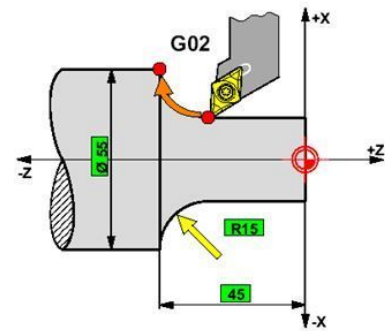


# Machines outils à commande numérique



Dr : Zahia HESSAINIA

Université Des Frères Mentouri Constantine 1

Faculté Des Sciences De La Technologie

Département De Génie Mécanique

# Table des matières



<b>Objectifs</b>	<b>3</b>
<b>I - Les machines outils à commande numérique dans les ateliers flexibles</b>	<b>4</b>
1. Cellules flexibles, caractéristiques et objectives .....	4
<b>Glossaire</b>	<b>8</b>
<b>Abréviations</b>	<b>9</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>10</b>

# *Objectifs*



Objectifs des systèmes flexibles

# Les machines outils à commande numérique dans les ateliers flexibles



## 1. Cellules flexibles, caractéristiques et objectives



### *Définition*

On entend par « *la flexibilité* », la possibilité de fabriquer d'autres pièces différentes que celles prévues au moment de la conception de l'atelier.



### *Complément*

Cela entraîne une étude technologique nouvelle de l'ensemble et des modifications coûteuses. Les MOCN assurent cette notion puisqu'elles sont pilotées à partir d'un programme et peuvent ainsi usiner des pièces différentes aussi facilement que l'on charge un nouveau programme.

Une cellule flexible de fabrication est un système d'usinage automatisé et intégré qui se compose de deux ou plusieurs MO identiques ou non et de dispositifs de chargement et de déchargement automatique des pièces (bande transporteuse, chariot de convoyage, robot manipulateur, robot portique, etc.). A partir de cette définition, un centrage d'usinage comportant un chargeur automatique d'outils représente, lui-même, une cellule flexible.

Les cellules flexibles sont conçues, en général, pour fonctionner sans surveillance humaine aussi longtemps qu'elles sont alimentées en pièces et en outils de coupe puisqu'elles disposent d'équipements appropriés permettant de détecter toute anomalie de fonctionnement et d'arrêter la cellule si cette anomalie ne peut pas être corrigée automatiquement.

Comme il est difficile de trouver un compromis entre les objectifs contradictoires de flexibilité et de rentabilité d'une cellule flexible pour passer d'un type de fabrication à un autre dans un minimum de temps et avec un minimum d'organisation, les ateliers dits « flexibles » peuvent résoudre ces problèmes. Ce système est piloté par ordinateur et peut regrouper plusieurs machines et équipements reliés les uns aux autres par des dispositifs de transports des pièces d'un point à l'autre du système. L'ordonnancement de la production, la gestion des programmes d'usinage, le contrôle et le magasinage des pièces ainsi que les données relatives au fonctionnement (rapports, données statistiques, etc.) font également partie du système.

- *Caractéristiques des systèmes flexibles*

Un système flexible possède deux caractéristiques essentielles :

*A. La grande souplesse d'utilisation* : les MOCN largement utilisées pour composer un système flexible ont cette caractéristique qui en découle plusieurs avantages :

- changement aisé du programme d'usinage ;
- réduction des outillages et suppression des gabarits ;
- réduction des temps de préparation et de réglage des postes de travail ;
- prise en compte rapide des modifications d'usinage en modifiant les programmes ;
- réduction de nombre de prises de pièces ;
- diminution du temps d'attente entre les diverses machines ;
- gain de surface sur sol.

*B. La sécurité du travail* : d'une part, des simulations graphiques hors usinage des programmes nouvellement créés peuvent être réalisées pour éviter des risques éventuels de collision et d'autre part, les courses d'outils sont préalablement programmées. Le système de commande peut décider d'interrompre le déroulement d'une opération et d'alerter l'opérateur en cas d'incident.

- *Objectifs des systèmes flexibles*

Un système flexible a deux objectifs principaux :

*A. Amélioration de la productivité* : la productivité est apparue comme la mesure du progrès technologique qui résulte des effets d'un très grand nombre de facteurs distincts mais inter-indépendants tels que la quantité et la qualité de l'équipement employé, améliorations techniques, efficacité de la direction, circulation des matières premières et des pièces, capacité professionnelle et efforts des travailleurs, etc.

L'amélioration de la productivité est possible si on respecte certaines règles :

- Analyse préalable du processus productif ;
- Maîtrise des tâches productives (qualité, fiabilité, bonne connaissance des paramètres, ...) et suppression des tâches ne créant pas de la valeur ajoutée ;
- Pré-automatisation avec des technologies simples et peu coûteuses ou automatisation coûteuse avec suppression des tâches ne créant pas de la valeur ajoutée ;
- Modernisation avec les moyens de haute technologie.

La productivité peut être améliorée de 40% à 50% si une nouvelle technologie est particulièrement bien adaptée au problème posé (robots, CFAO, automatisation intégrée, systèmes flexibles, ...). Cette amélioration est généralement locale.

Elle peut être améliorée de 15% à 25% par simplification des tâches (changement rapide des outils, amélioration de la maintenance, application d'une politique de qualité, amélioration de la gestion, ...). Cette amélioration est généralement globale.

*B. Accroissement de la rentabilité* : la rentabilité d'un investissement productif dans une entreprise se fait à l'aide des calculs comparatifs entre diverses solutions techniques et en appliquant les méthodes comptables les plus récentes surtout lorsqu'on envisage à remplacer une des machines outils par une autre.

En utilisant les indices économiques, le coût total de fabrication d'une pièce varie en fonction du nombre total de pièces à fabriquer d'une manière hyperbolique. A cet effet, le domaine de rentabilité économique des cellules flexibles se situe dans la production en moyenne série. Pour des grandes séries, le recours à des machines à automatisation rigide (machines de transfert, tours automatiques, ...) se montre encore très avantageux.

*Exemple d'une cellule flexible*

*A. Partie opérative* :

La partie opérative de la cellule est organisée autour d'un système de convoyage (Fig. 4.4) qui permet un acheminement flexible vers les différents postes de travail de palettes qui reçoivent les plaques support des produits.

Six postes de travail peuvent être distingués :

- Un poste R1 de montage des composants A et D (robot Adept One équipé d'un système de vision programmé en V+),
- Un poste R2 de montage des composants C et D (robot IBM 7576 programmé en AML2),
- Un poste R3 de montage des composants B et C (robot Staübli Puma 500 programmé en Val2),
- Un poste R4 de montage des composants A et B (robot ACMA TH8 programmé par apprentissage),
- Un poste R5 d'inspection des produits par vision (système Sherlock32 d'Imaging Technologie avec éclairage Laser), réalisant le contrôle des produits finis,
- Un poste R6 de chargement et de déchargement de plaques supports sur les palettes (robot Citroën RM à 7 axes programmé en LM).

Les plaques support sont, dans un premier temps, chargées sur les palettes par le poste R6. Ces palettes sont ensuite acheminées vers les postes de montage en empruntant les bandes de convoyage et des transferts (T1 à T8). Elles se présentent, en fonction des nomenclatures des produits, aux différents postes de montage. A chacun de ces postes, un robot est capable d'assurer le montage de deux types de composants, disposés dans des stocks. De plus, il existe toujours deux postes capables de monter chaque composant. Cette redondance introduit une certaine flexibilité, utile en cas d'indisponibilité d'un des postes de montage (panne, maintenance).

#### *B. La partie commande :*

Celle-ci est composée d'un pilote temps réel, d'un superviseur, de quatre automates programmables industriels et de différents réseaux locaux industriels. Le pilote temps réel, constitué d'un PC et d'un exécutif temps réel, contrôle la production et détermine dynamiquement le routage des palettes. Il met en oeuvre la stratégie de routage élaborée en phase de conception à l'aide de l'outil de simulation.

Le superviseur (Panorama) permet de gérer diverses vues d'exploitation de la cellule. Les 4 automates (Schneider TSX PREMIUM) assurent la commande des convoyeurs et des transferts, le dialogue avec les robots et le système de vision, et les accès en lecture et écriture sur les étiquettes magnétiques qui permettent d'identifier les palettes avant chaque embranchement.

Chaque automate prend en charge une zone géographique de la cellule parcourue par le convoyeur. Chaque zone a une complexité à peu près équivalente.

Les réseaux locaux assurent la communication entre les divers équipements de la partie commande. Une liaison FIP permet l'échange d'informations entre automates, sur la base d'une table de données partagées dans laquelle chaque automate peut lire et/ou écrire des données. Les bus AS-I assurent un lien logique entre les automates et des modules d'entrées sorties TOR répartis dans les 4 zones géographiques de la cellule. Chaque automate communique avec les plots de lecture écriture de sa zone par l'intermédiaire d'un bus Unitelway. L'un des automates communique de façon bidirectionnelle avec le pilote par liaison série (RS232). Enfin, chaque automate peut éventuellement être exploité à distance grâce à une liaison « Industrial Ethernet ».

La cellule est pré-câblée de manière à assigner à chaque robot ainsi qu'au poste de vision un nombre réputé suffisant d'entrées et de sorties TOR. Ce câblage réalise entre les différents équipements une interconnexion physique. En revanche, le paramétrage des communications n'est pas effectué par défaut, et aucune fonction particulière n'est pré-affectée aux différentes entrées sorties.



Figure 6.1. Vue d'ensemble d'une cellule flexible



### *Remarque*

---

Les critères d'emploi des machines outils à commande numérique dans une unité de production se sont modifiés

#### *Anciens critères :*

- Cadences maximale ;
- Qualité de production acceptable ;
- Prix d'achat minimal.

#### *Nouveaux critères :*

- Cadence homogène avec les autres équipements de production ;
- Garantie de fiabilité ;
- Solution la plus compétitive

# Glossaire

**La technologie CN (Numerical Control)**

terme utilisé pour le contrôle numérique avec des verniers, des appareils de mesure, etc.

**La technologie CNC (Computerized Numerical Control)**

l'ordinateur est utilisé pour contrôler les déplacements dans les MOCN.

**La technologie DCN (Distributed Numerical Control)**

ce système est utilisé pour piloter un ensemble de MOCN. Actuellement, le terme DCN (Direct Numerical Control) signifie souvent qu'une machine est piloté par un ordinateur.






# Abréviations



MOCN : machine outil à commande numérique

# Bibliographie

- 
- [1] MARTY C., CASSAGNES C. et MARIN P., La pratique de la commande numérique des machines-outils. Tec Doc Lavoisier 1993.
- [2] MAGNIN R. et URSO J.P., Mémotech Commande Numérique. Programmation. Edition Casteilla, 1991.
- CORNAND A., KOLB F., LACOMBE J. et RAK I., Usinage et commande numérique 1 et 2. Edition Fournier, 1987.
- [4] GALLAIS E., Les métiers et la CAO. Edition Hermès, 1994.
- [5] LEPAGE F., Les réseaux locaux industriels. Edition Hermès, 1991.
- [6] SOURISSE C., Les automatismes industriels. Edition Hermès, 1988.
- [7] CAMERON R., Technologie et usinage à commande numérique, Éléments de fabrication assistée par ordinateur. Edition Saint-Martin, 1996.
- [8] HAZARD C., La commande numérique des machines-outils. Edition Foucher, 1984.
- [9] GONZALEZ P., La commande numérique par ordinateur. Edition Casteilla Educalivre, 1993.
- [10] RIMBAUD, LAYES, MOULIN, Guide Pratique de l'usinage, 1 Fraisage. Edition Hachette Technique, 1992.
- [11] JACOB, MALESSON, RICQUE, Guide Pratique de l'usinage, 2 Tournage. Edition Hachette Technique, 1992.
- [12] DIETRICH, GARSAUD, GENTILLON, NICOLAS, Méthodes d'usinage; Méthodologie, production, normalisation. Edition Nathan AFNOR, 1981.
- [13] VERNGNAS J. Usinage, Technologie et pratique. Edition Dunod, 1982
- [14] PROD'HOMME G., Commande numériques des machines-outils, Techniques de l'ingénieur, Doc. B7 130.