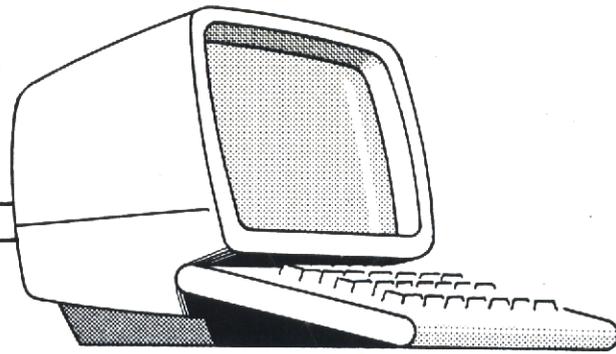
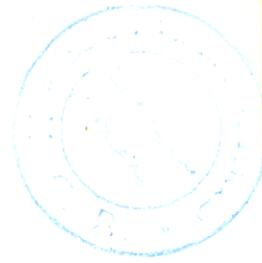
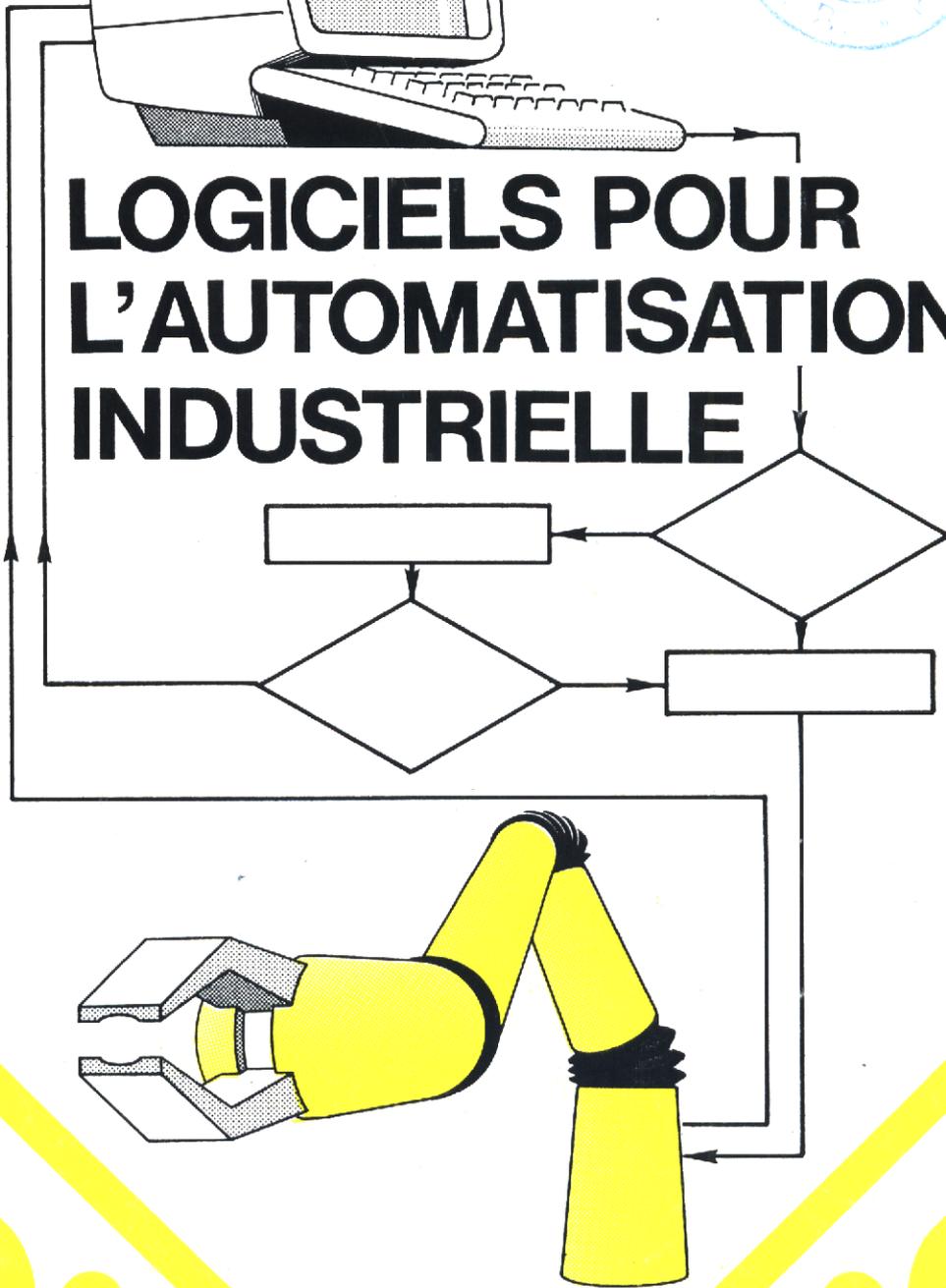


COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE



# LOGICIELS POUR L'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE



NATIONS UNIES

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

3/1

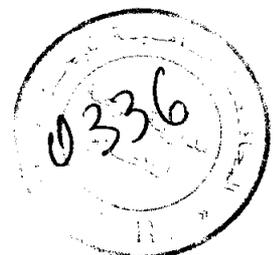
COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE  
Genève

C 2273/12

# LOGICIELS POUR L'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE



NATIONS UNIES  
New York, 1987



ECE/ENG.AUT/29



PUBLICATION DES NATIONS UNIES

*Numéro de vente* : F.87.II.E.19

ISBN 92-1-216192-8

03500P

ETUDE SUR LES LOGICIELS POUR L'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

TABLE DES MATIERES

|  | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| Liste des tableaux .....   | vi          |
| Liste des figures .....  | vi          |
| Avant-propos .....   | ix          |
| Liste d'abréviations fréquemment employées dans l'étude .....                                      | xi          |
| <br>   |             |
| I. <u>Introduction générale, définitions de base et objectifs de l'étude</u> .....                 | 1           |
| I.1 Introduction .....   | 1           |
| I.2 Champ et objectifs de l'étude .....  | 4           |
| I.3 Définitions .....  | 5           |
| I.4 Logiciels à divers niveaux dans le concept de l'usine automatisée .....                        | 5           |
| I.5 Tendances récentes du génie logiciel .....   | 6           |
| <br>   |             |
| II. <u>Situation et tendances actuelles des logiciels pour l'automatisation industrielle</u> ..... | 11          |
| II.1 Etude de l'offre et de l'utilisation de logiciels pour l'automatisation industrielle .....    | 11          |
| II.1.1 Machines-outils à CN, CNC, CND, SCA .....   | 11          |
| II.1.2 Cellules flexibles de fabrication (CFF) .....   | 33          |
| II.1.3 Systèmes flexibles de fabrication (SFF) .....   | 35          |
| II.1.4 Robots industriels .....  | 40          |
| II.1.5 Matériel automatisé de manutention .....  | 46          |
| II.1.6 Conception assistée par ordinateur/Fabrication assistée par ordinateur .....                | 50          |
| II.1.7 Fabrication intégrée par ordinateur (FIO) .....   | 66          |
| II.1.8 Intelligence artificielle .....   | 73          |
| II.2 Exemples de systèmes d'automatisation industrielle installés .....                            | 80          |
| II.3 Tendances actuelles dans les logiciels d'automatisation industrielle .....                    | 94          |

TABLE DES MATIERES (suite)

|   | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| III. <u>Introduction de l'automatisation industrielle plus spécialement du point de vue des logiciels : aspects technico-économiques, sociaux et autres</u> ..... | 105         |
| III.1 Planification et organisation du processus d'introduction .....   | 105         |
| III.2 Considérations de coûts-avantages .....   | 107         |
| III.3 Evolution de la structure de l'emploi. Formation et recyclage du personnel. Enseignement et postenseignement .....  | 109         |
| III.4 Fourniture des logiciels .....  | 110         |
| III.5 Adaptation, diagnostic, débogage, essai et maintenance des logiciels. Outils disponibles .....  | 113         |
| III.6 Aspects concernant la propriété intellectuelle .....  | 115         |
| IV. <u>Mesures destinées à faciliter la mise au point et l'adoption de logiciels avancés pour l'automatisation industrielle</u> .....                             | 119         |
| IV.1 Programmes lancés par les gouvernements dans divers pays .....   | 119         |
| IV.2 Coopération internationale .....   | 136         |
| V. <u>Conclusions</u>   |             |
| Annexe I. <u>Définitions intéressant la présente étude</u> .....  | 155         |
| A. Sélection de termes clefs relatifs au traitement de l'information .....  | 155         |
| B. Sélection de termes clefs d'automatisation industrielle .....  | 161         |
| Annexe II. <u>Planification et réordonnement des SFF</u> .....  | 165         |
| (Tchécoslovaquie)   |             |
| Annexe III. <u>Systèmes de programmation par simulation pour SFF</u> .....  | 167         |
| (Tchécoslovaquie)   |             |

TABLE DES MATIERES (suite)

|  | <u>Page</u> |
|--|-------------|
| Annexe IV. <u>Description d'un contrôleur industriel de cellule de fabrication</u> .....   | 171         |
| (Hongrie)  |             |
| Annexe V. <u>Architecture type de logiciels pour SFF</u> .....   | 175         |
| (URSS)   |             |
| Annexe VI. <u>Automatisation de la conception des logiciels des systèmes de production dans la construction de machines et d'appareils</u> ..... | 185         |
| (URSS)   |             |
| Annexe VII. <u>Outils logiciels de modélisation</u> .....  | 197         |
| (Hongrie)  |             |
| Annexe VIII. <u>Systèmes de programmation pour la classification et la technologie de groupe</u> .....   | 203         |
| (Bulgarie)   |             |
| Références .....   | 207         |

## Liste des tableaux

|                    | <u>Page</u>   |
|--------------------|---|
| <u>Chapitre II</u> |   |
| Tableau 1          | Comparaison des avantages et inconvénients de diverses structures CNC ..... 20  |
| Tableau 2          | Exemples pratiques de capteurs de défaillance d'outil utilisés entre opérations ou après opération d'usinage ..... 26 |
| Tableau 3          | Méthodes et capteurs pour la détection d'une défaillance d'outil en cours d'usinage ..... 27                          |
| Tableau 4          | Méthodes et capteurs typiques pour la détection de la force de coupe ..... 28   |
| Tableau 5          | Interfaces utilisateur et leurs ensembles fonctionnels . 64   |
| <u>Chapitre IV</u> |   |
| Tableau 6          | Thèmes à traiter dans l'étude des systèmes intégrés de traitement des données et des matières en Hongrie ..... 135    |
| Tableau 7          | Le programme ESPRIT en 1984 et 1985 ..... 139   |

## Liste des figures

### Chapitre I

|          |   |
|----------|---|
| Figure 1 | Modèle de système FIO ..... 3   |
| Figure 2 | Cycle de vie du logiciel ..... 8  |
| Figure 3 | Critères essentiels concernant le logiciel standard pour utilisateur ..... 10 |

### Chapitre II

|          |   |
|----------|---|
| Figure 4 | Principe de la commande numérique (CN) ..... 13                                 |
| Figure 5 | Subdivision des logiciels de CNC ..... 13                                       |
| Figure 6 | Analyse des fonctions logicielles nouvellement introduites dans la CNC ..... 15 |
| Figure 7 | Objectifs et étapes du développement de logiciels fonctionnels de CNC ..... 16  |

Liste des figures (suite)

|           |   | <u>Page</u> |
|-----------|---|-------------|
| Figure 8  | Méthodes de programmation CN utilisées (en pourcentage)                                       | 17          |
| Figure 9  | Chevauchement des fonctions des systèmes de programmation sur machine et de la CNC .....      | 19          |
| Figure 10 | Vue d'ensemble de quelques structures de CNC .....  | 21          |
| Figure 11 | Structure du logiciel pour la commande par MPST .....   | 23          |
| Figure 12 | Structure de la commande par MPST .....   | 23          |
| Figure 13 | Distribution de fréquence des fonctions du système exécutées en fabrication flexible .....    | 25          |
| Figure 14 | Exemple de modification de la force de coupe due à une rupture d'outil dans le tournage ..... | 30          |
| Figure 15 | Exigences à l'égard d'un système de simulation dynamique .....                                | 36          |
| Figure 16 | Programmation pièces du SFF .....   | 38          |
| Figure 17 | Application de la simulation dans la technologie de la production .....                       | 39          |
| Figure 18 | Méthodes de programmation de RI .....   | 41          |
| Figure 19 | Langages de programmation pour RI .....   | 47          |
| Figure 20 | Structure du système de VGA .....   | 49          |
| Figure 21 | CFAO - Structure et constituants fonctionnels du système .....                                | 51          |
| Figure 22 | Domaines fonctionnels de la CAO et de la FAO .....  | 53          |
| Figure 23 | Architecture générale du logiciel de CFAO .....   | 61          |
| Figure 24 | Modules requis pour les systèmes de CFAO .....  | 62          |
| Figure 25 | Interconnexion des principaux éléments de système des structures de FIO .....                 | 68          |
| Figure 26 | Communications dans les structures de FIO .....   | 70          |
| Figure 27 | Structure fonctionnelle d'un organe de commande de mécatronique généralisée .....             | 74          |

Liste des figures (suite)

|                     | <u>Page</u>   |
|---------------------|---|
| Figure 28           | Systèmes intelligents en ingénierie ..... 75  |
| Figure 29           | Possibilités de l'intelligence artificielle (moteurs d'inférences, interpréteur de fabrication) ..... 77  |
| Figure 30           | Structure d'un système de programmes modulaires et liaisons d'information essentielles ..... 79   |
| Figure 31           | Structure d'un système de programmation hors ligne des robots ..... 91  |
| Figure 32           | Développement de spécifications pour l'échange de données ..... 97  |
| Figure 33           | Modèle de référence pour l'interconnexion de systèmes ouverts (OSI) ..... 100   |
| Figure 34           | Emboîtement des protocoles de couche ..... 102  |
| <u>Chapitre III</u> |   |
| Figure 35           | Division du travail entre l'homme et la machine selon la génération des langages de programmation ..... 112   |
| <u>Annexe V</u>     |   |
| Figure V.1          | Structure organisationnelle type du SAG SFF ..... 176   |
| Figure V.2          | Architecture type des logiciels du SAG SFF ..... 180  |
| Figure V.3          | Schéma fonctionnel des logiciels du SAG SFF ..... 182   |
| <u>Annexe VI</u>    |   |
| Figure VI.1         | Automatisation des travaux de recherche et de conception, à l'Institut central de recherche scientifique, pour la création de systèmes automatisés intégrés de gestion dans l'industrie ..... 187 |
| Figure VI.2         | Conception automatisée d'un SAIG ..... 193  |