

20403

Machines à commande numérique

Bernard Méry

HERMES

Table des matières

Préface	9
Chapitre 1 : Machines-outils et robots, un aperçu de leur développement	13
1.1. Bref historique de la machine-outil conventionnelle.....	13
1.2. Brève histoire des automates.....	15
1.3. La machine à commande numérique.....	16
1.4. Les robots.....	18
1.5. Objectifs de l'ouvrage.....	20
Chapitre 2 : Tâches des robots et des MOCN	21
2.1. Quelques exemples de tâches.....	21
2.2. Réalisation humaine de ces tâches.....	26
2.3. Réalisation automatique des tâches.....	28
2.4. Généralisation.....	31
Chapitre 3 : Description géométrique des tâches, outils mathématiques	35
3.1. Eléments mathématiques de base.....	35
3.2. Modèle géométrique associé à l'espace des tâches.....	43
3.3. Modèle géométrique associé à l'effecteur.....	44
3.4. Position d'un effecteur dans un espace de dimension donnée.....	47
3.5. Les outils mathématiques.....	49
3.6. Description géométrique d'une tâche.....	66
Chapitre 4 : Tâches d'usinage	71
4.1. Surfaces obtenues par enlèvement de matière : généralités.....	71
4.2. Surfaces obtenues par empreinte.....	72
4.3. Surfaces obtenues par enveloppe.....	73
4.4. Surfaces obtenues par une ligne génératrice.....	78
4.5. Surfaces résultant d'interférences.....	81
4.6. Cas particulier des machines de tournage.....	82
Chapitre 5 : Modèle géométrique d'une structure mécanique articulée	87
5.1. Structure mécanique articulée simple ouverte.....	87
5.2. Paramétrage systématique de la structure mécanique.....	97

6 Machines à commande numérique

5.3. Modèle géométrique direct	105
5.4. Axes commandés d'une structure et degrés de liberté du segment terminal	110
5.5. Modèle géométrique inverse	113
5.6. Signification physique du modèle géométrique	117
Chapitre 6 : Modèle cinématique ou différentiel	119
6.1. Petits déplacements et vitesses dans les systèmes mécaniques articulés	119
6.2. Matrice jacobienne : différentes formes	124
6.3. Modèle différentiel (ou cinématique) inverse	126
Chapitre 7 : Quelques structures usuelles	131
7.1. Robot avec porteur à coordonnées cylindriques	131
7.2. Tour à trois axes de type RTT (ou CZX)	141
7.3. Tour à trois axes type TTR (ou ZXB)	148
7.4. Fraiseuse à trois axes de translation type TTT (ou XYZ)	154
7.5. Centre d'usinage à quatre axes type RTTT (ou BXZY)	156
7.6. Centre d'usinage à cinq axes type RRTTT (ou BAXZY)	159
7.7. Centre d'usinage à cinq axes type RTTTR (ou CXYZB)	164
Chapitre 8 : Constitution et fonctionnement d'un axe numérique	167
8.1. Schéma général de la commande d'un axe	167
8.2. Capteurs relatifs à l'asservissement d'un axe	171
8.3. Mise en œuvre d'un axe numérique	178
8.4. Coordonnées mesure	179
Chapitre 9 : Fonctions comparées des robots et des MOCN	181
9.1. Les tâches réalisées	181
9.2. Propriétés comparées des structures mécaniques	184
9.3. Modes de commande	186
9.4. Modes de programmation	187
Chapitre 10 : Fonctions d'un directeur de commande numérique	191
10.1. Fonctions générales d'un DCN	191
10.2. Gestion et commande de l'effecteur	193
10.3. Commande des axes de la machine	194
10.4. Prise en compte de l'environnement automatisé	208
10.5. Exécution d'un programme	210
10.6. Gestion des programmes	214
10.7. Gestion des anomalies et interventions de l'opérateur	216
10.8. Visualisation	218
10.9. Langage ISO	220

Chapitre 11 : Notion d'entité d'usinage	221
11.1. Description géométrique de l'usinage en fraisage	222
11.2. Etude systématique d'une opération d'usinage.....	228
11.3. Entité d'usinage.....	230
Chapitre 12 : Modèle géométrique global pour la mise en œuvre d'une MOCN	243
12.1. Cellule élémentaire d'usinage.....	243
12.2. Boucle fondamentale de la CEU. en exploitation.....	254
12.3. Modèle géométrique global	257
12.4. Application au CU 5 axes , RRTTT, doté d'un NUM 760 F.....	258
12.5. Autres structures de CU 5 axes.....	269
12.6. Cas du CU 4 axes RTTT	274
Chapitre 13 : Programmation structurée des MOCN	281
13.1. Problèmes posés par l'utilisation d'une MOCN	281
13.2. Stratégie de mise en œuvre et de programmation	283
13.3. Structure d'un programme d'usinage	287
13.4. Gestion des paramètres : cas du DCN NUM 760F.....	290
13.5. Gestion des programmes et des sous-programmes	292
13.6. Sous-programmes généraux	297
13.7. Sous-programmes spécifiques aux entités d'usinage	299
13.8. Conclusion.....	300
Chapitre 14 : Mise en œuvre d'une production	301
14.1. Mesurage des constantes mesure des axes d'une machine	302
14.2. Mesurage des coordonnées du porte-pièce	313
14.3. Mesurage des outils.....	327
14.4. Démarrage de la production	330
Chapitre 15 : Mise au point d'une production	331
15.1. Origines des défauts rencontrés sur les pièces fabriquées.....	331
15.2. Expression des erreurs	335
15.3. Propriétés caractéristiques des écarts géométriques induits.....	337
15.4. Problème inverse : détermination des torseurs écarts.....	339
15.5. Problème inverse : détermination de la nature des écarts.....	344
15.6. Mise au point sur une pièce de réglage.....	348
15.7. Utilisation du modèle différentiel de la machine.....	352
15.8. Conclusion.....	354

Chapitre 16 : Utilisation de palpeurs de métrologie sur MOCN	355
16.1. Rappel sur le mesurage en coordonnées	355
16.2. Comment une MOCN devient une MMC	361
16.3. Cycle de palpation d'un point	363
16.4. Entité de palpation	366
16.5. Stockage des données	377
16.6. Traitement des données	386
16.7. Définition et étalonnage du palpeur	396
16.8. Mesure des coordonnées d'un porte-pièce	401
16.9. Balancement des usinages d'une pièce	403
16.10. Positionnement d'usinages à partir d'autres usinages	408
16.11. Contrôle des usinages effectués	408
16.12. Autres emplois des palpeurs de métrologie	409
Chapitre 17 : Conclusion	411
17.1. En résumé	411
17.2. Étendre l'utilisation de l'intelligence locale	412
17.3. Comment se situer par rapport à la CFAO ?	414
Annexe A : Langage de programmation ISO NUM 760 F	417
Annexe B : Nomenclature des entités d'usinage	437
Annexe C : Exemple de sous-programme paramétré : sous-programme de changement d'outil	441
Annexe D : Définition d'un repère de pose	445