

TABLE DES MATIÈRES

| | | | |
|----------|--|----------|---|
| 1 | PROGRAMMATION EN COMMANDE NUMÉRIQUE6 | 3.4 | CYCLES D'USINAGE116 |
| 1.1 | PROGRAMMATION DES MACHINES À COMMANDE NUMÉRIQUE.....6 | 3.4.1 | Cycles de perçage et d'alésage116 |
| 1.1.1 | Principes généraux.....6 | 3.4.2 | Cycles de filetage et de taraudage125 |
| 1.1.2 | Référentiels de programmation – systèmes d'axes7 | 3.4.3 | Cycles de poches.....128 |
| 1.1.3 | Origines8 | 3.4.4 | Exemples d'utilisation de cycles : perçages – taraudages – usinages de poches simples et complexes136 |
| 1.1.4 | Décalages.....10 | | |
| 1.2 | ÉCRITURE DES PROGRAMMES.....15 | 4 | PROGRAMMATION STRUCTURÉE148 |
| 1.2.1 | Définition15 | 4.1 | ALGORITHME ET CODE ISO.....148 |
| 1.2.2 | Formats16 | 4.1.1 | Appel et saut148 |
| 1.2.3 | Structure générale des programmes18 | 4.1.2 | Interruption154 |
| 1.2.4 | Classification des fonctions20 | 4.1.3 | Création-suppression-insertion : programme et bloc.....155 |
| 2 | FONCTIONS ISO TOURNAGE22 | 4.2 | STRUCTURATION DES PROGRAMMES159 |
| 2.1 | CODAGE ET DÉSIGNATION22 | 4.2.1 | Méthodologie159 |
| 2.1.1 | Fonctions G.....22 | 4.2.2 | Analyse structurée.....160 |
| 2.1.2 | Fonctions M24 | 4.2.3 | Structuration sur deux niveaux en tournage.....161 |
| 2.1.3 | Autres fonctions24 | 4.2.4 | Structuration sur trois niveaux en fraisage164 |
| 2.2 | PROGRAMMATION DE L'OUTIL.....25 | 4.3 | PROGRAMMATION PARAMÉTRÉE167 |
| 2.2.1 | Orientation de l'outil.....25 | 4.3.1 | Les variables programme L.....167 |
| 2.2.2 | Appel d'outil.....28 | 4.3.2 | Les paramètres externes E174 |
| 2.2.3 | Jauge et correcteur d'outil.....29 | 4.3.3 | Applications : bride de serrage - encoche.....178 |
| 2.2.4 | Positionnement outil/pièce.....33 | 4.3.4 | Bibliothèque de profils paramétrés183 |
| 2.3 | PROGRAMMATION DES MOUVEMENTS35 | 4.4 | PROGRAMMATION GÉOMÉTRIQUE DE PROFIL (PGP).....188 |
| 2.3.1 | Choix des origines de déplacements35 | 4.4.1 | Principes généraux.....188 |
| 2.3.2 | Choix de programmation38 | 4.4.2 | Éléments de programmation des blocs en PGP189 |
| 2.3.3 | Commandes de broches.....40 | 4.4.3 | Applications : pièce de jeu d'échecs – biellette196 |
| 2.3.4 | Interpolations.....45 | | |
| 2.3.5 | Vitesses de déplacement53 | 5 | ÉTUDES DE CAS.....198 |
| 2.4 | CYCLES D'USINAGE56 | 5.1 | PALIER.....198 |
| 2.4.1 | Cycles d'ébauche.....56 | 5.1.1 | Mise en situation198 |
| 2.4.2 | Cycles de perçage et d'alésage64 | 5.1.2 | Étude : phases 300 et 400 (tournage CN)200 |
| 2.4.3 | Cycles de filetage et de taraudage70 | 5.1.3 | Programmation : phases 300 et 400 (tournage CN)203 |
| 3 | FONCTIONS ISO FRAISAGE81 | 5.1.4 | Étude phase : 500 (fraisage CN)208 |
| 3.1 | CODAGE ET DÉSIGNATION81 | 5.1.5 | Programmation : phase 500 (fraisage CN)210 |
| 3.1.1 | Fonctions G.....81 | 5.2 | BRIDE216 |
| 3.1.2 | Fonctions M83 | 5.2.1 | Mise en situation216 |
| 3.1.3 | Autres fonctions83 | 5.2.2 | Étude : phases 100 et 200 (tournage CN)218 |
| 3.2 | PROGRAMMATION DE L'OUTIL.....84 | 5.2.3 | Programmation : phases 100 et 200 (tournage CN)227 |
| 3.2.1 | Orientation de l'axe de l'outil84 | 5.3 | CABESTAN À SYSTÈME UNIVERSEL D'AUTO-ENROULEMENT230 |
| 3.2.2 | Appel d'outil85 | 5.3.1 | Mise en situation230 |
| 3.2.3 | Jauge et correcteur d'outil86 | 5.3.2 | Représentation graphique.....232 |
| 3.2.4 | Positionnement outil/pièce.....90 | 5.3.3 | Flasque inférieur : processus de fabrication, contrats de phases et programmes.....235 |
| 3.3 | PROGRAMMATION DES MOUVEMENTS93 | 5.3.4 | Flasque supérieur : processus de fabrication, contrats de phases et programmes.....243 |
| 3.3.1 | Choix des origines de déplacements93 | | |
| 3.3.2 | Choix de programmation96 | | |
| 3.3.3 | Commandes de broches.....97 | | |
| 3.3.4 | Interpolations.....100 | | |
| 3.3.5 | Vitesses de déplacement111 | | |

ANNEXES

A.1 FONCTIONS ISO DIVERSES251

A.1.1 ÉCART DE POURSUITE.....251
 A.1.2 FONCTION MIROIR252
 A.1.3 HOMOTHÉTIE253
 A.1.4 DÉGAGEMENT D'URGENCE.....254

A.2 MATÉRIAUX ET ALLIAGES.....255

A.2.1 SYMBOLISATION ET DÉSIGNATION255
 A.2.1.1 Symboles chimiques et métallurgiques255
 A.2.1.2 Désignation des aciers et fontes.....257
 A.2.1.3 Désignation des métaux et alliages non ferreux...259
 A.2.2 ESSAIS DES MATÉRIAUX.....262
 A.2.2.1 Caractéristiques mécaniques.....262
 A.2.2.2 Essai de traction.....263
 A.2.2.3 Essais de dureté Brinell.....264
 A.2.2.4 Essais de dureté Vickers.....264
 A.2.2.5 Essais de dureté Rockwell.....265
 A.2.2.6 Essai au choc.....265
 A.2.3 CHOIX DES MATÉRIAUX266
 A.2.3.1 Nuances et qualités recommandées266
 A.2.3.2 Nuances et caractéristiques267
 A.2.4 TRAITEMENTS THERMIQUES.....270
 A.2.4.1 Diagramme fer - carbone270
 A.2.4.2 Traitements thermiques dans la masse271
 A.2.4.3 Traitements de surface.....272

A.3 COUPE DES MATÉRIAUX.....274

A.3.1 USINAGE PAR COUPE274
 A.3.1.1 Paramètres d'usinage par coupe.....274
 A.3.1.2 Durée de vie de l'outil - modèle de Taylor.....276
 A.3.1.3 Génération de surfaces.....278
 A.3.1.4 Conditions de coupe.....279
 A.3.2 OUTILS DE COUPE280
 A.3.2.1 Outils de fraisage.....284
 A.3.2.2 Code des plaquettes.....292
 A.3.2.3 Recommandations et correspondance internationale.....294
 A.3.2.4 Outils de tournage.....296
 A.3.2.5 Outils d'alésage et de perçage.....299

A.4 SPÉCIFICATIONS DIMENSIONNELLES ET GÉOMÉTRIQUES304

A.4.1 TOLERANCES DIMENSIONNELLES - AJUSTEMENTS.....304
 A.4.1.1 Définitions.....304
 A.4.1.2 Représentation graphique.....304
 A.4.1.3 Qualités et valeurs des tolérances.....305
 A.4.1.4 Positionnement des intervalles de tolérance (IT).....305
 A.4.1.5 Positionnement et signe des écarts.....305
 A.4.1.6 Écarts fondamentaux des alésages.....306
 A.4.1.7 Écarts fondamentaux des arbres.....307
 A.4.1.8 Résolution d'un ajustement308

A.4.1.9 Ajustements recommandés en fabrications mécaniques.....309
 A.4.2 TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES.....310
 A.4.2.1 Références géométriques310
 A.4.2.2 Principes généraux.....311
 A.4.2.3 Tolérances de forme.....312
 A.4.2.4 Tolérances d'orientation.....313
 A.4.2.5 Tolérances de position315
 A.4.2.6 Tolérances de battement.....316
 A.4.3 COTATION FONCTIONNELLE.....318
 A.4.3.1 Définitions.....318
 A.4.3.2 Représentation vectorielle.....318
 A.4.3.3 Calcul d'une chaîne de cotes319
 A.4.3.4 Cotes unilimites321
 A.4.3.5 Transferts de cotes.....323

A.5 MESSAGES D'ERREUR NUM324

A.5.1 ERREURS DIVERSES ET ERREURS MACHINE.....324
 A.5.2 ERREURS EN PROGRAMMATION PARAMÉTRÉE325
 A.5.3 ERREURS EN PGP326
 A.5.3.1 Le point d'arrivée est déterminé ou peut être calculé à l'aide des éléments du bloc.....326
 A.5.3.2 Le point de tangence ou d'intersection peut être calculé à l'aide des données de deux blocs.....326
 A.5.3.3 Les points de tangence ou d'intersection peuvent être calculés à l'aide des données de trois blocs.....326
 A.5.3.4 Erreurs dans la définition des congés ou des chanfreins.....326
 A.5.3.5 Erreurs diverses en PGP326
 A.5.4 ERREURS DIVERSES.....327
 A.5.5 DEMANDE DE DÉPLACEMENTS EN DEHORS DES COURSES MACHINES327
 A.5.6 ERREURS EN PROGRAMMATION STRUCTURÉE327
 A.5.7 DÉFAUTS AXES328
 A.5.8 ERREURS EN CYCLES DE POCHEs QUELCONQUES328
 A.5.9 AXES NON IDENTIFIÉS SUR LE BUS329
 A.5.10 OPÉRATEURS DYNAMIQUES EN C.....329
 A.5.11 ERREURS EN INTERPOLATIONS SPLINE329
 A.5.12 ERREURS EN NUMAFORM.....329
 A.5.13 ERREURS DE PROGRAMMATION DES CYCLES330

BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTATION TECHNIQUE331

INDEX332