



ONTARIO COLLEGE OF TRADES

ORDRE DES MÉTIERS DE L'ONTARIO

Norme d'apprentissage
Programme de formation
en établissement

Programmeur ou
programmeuse en commande
numérique

Code de métier : 670C

Date : 2008

Veillez noter que le Ministère de la Formation et des Collèges et Universités (MFCU) a préparé les normes de formation d'apprentissage et les normes de programme. À partir du 8 avril 2013, l'Ordre des métiers de l'Ontario (l'Ordre) sera responsable du développement et de l'entretien de ces normes. L'Ordre reportera les normes actuelles sans modifications.

Puisque les normes de formation d'apprentissage et les normes de programme ont été préparées en vertu de la *Loi sur la qualification professionnelle et l'apprentissage des gens de métiers* (LQPAGM) ou la *Loi de 1998 sur l'apprentissage et la reconnaissance professionnelle* (LARP), il se peut que les définitions qui apparaissent dans ces normes ne soient plus précises et ne reflètent pas la nouvelle *Loi de 2009 sur l'Ordre des métiers de l'Ontario et l'apprentissage* (LOMOA). Ces définitions seront mises à jour prochainement par l'Ordre des métiers.

Pour vous renseigner sur l'Ordre, consultez le site de l'Ordre des métiers (<http://www.ordredesmetiers.ca/>). Pour obtenir plus d'information sur LOMOA et les règlements, visitez : <http://www.ordredesmetiers.ca/qui-sommes-nous/loi-et-reglements> .

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1	
Résumé du programme – sujets obligatoires	2	
S0681	Technologie de la commande numérique par ordinateur (CNC)	3
S0681.1	Décrire les règles de sécurité pour mettre en place et utiliser des machines à commande numérique par ordinateur (CNC)	4
S0681.2	Décrire les principes de fonctionnement et des applications des centres d'usinage et de tournage à CNC	5
S0681.3	Décrire les notions de dimensionnement à CNC pour 2 et 3 axes	6
S0681.4	Décrire les opérations d'usinage à CNC	7
S0681.5	Décrire les méthodes de programmation des pièces, les feuilles de montage, les listes d'outillage, les programmes de pièce et les supports d'entrée	7
S0681.6	Décrire l'utilisation manuelle de machines à CNC	8
S0682	Développer des formes géométriques en utilisant la conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO)	9
S0682.1	Décrire les techniques de gestion des systèmes à CAO/FAO	10
S0682.2	Décrire les capacités des systèmes d'exploitation informatiques	11
S0682.3	Créer des entités géométriques de base	12
S0682.4	Créer une géométrie	13
S0682.5	Créer une géométrie 3D	15
S0682.6	Convertir des fichiers de dessin en fichiers d'autres formats	16
S0683	Programmation manuelle de machines à commande numérique par ordinateur (CNC)	17
S0683.1	Décrire le montage et les applications des dispositifs de fixation des centres d'usinage à CNC	18
S0683.2	Développer un plan d'opération d'usinage à CNC	19
S0683.3	Décrire les options des systèmes d'usinage à CNC	19
S0683.4	Développer des programmes de CNC	20

S0684.0	Applications de fabrication assistée par ordinateur (FAO).....	23
S0684.1	Décrire les capacités et les applications des technologies de FAO	25
S0684.2	Utiliser des fonctions d'interface de FAO	27
S0684.3	Réaliser la géométrie de trajectoires d'outil	28
S0684.4	Réaliser des trajectoires d'outils de coupe.....	28
S0684.5	Utiliser des techniques de chaînage en géométrie à 2D	28
S0684.6	Décrire les applications de FAO à 3D	30
S0684.7	Utiliser des plans de conception et des plans graphiques	30
S0684.8	Élaborer des surfaces de base avec des méthodes de conception et de modification géométriques à 3D	31
S0684.9	Utiliser des techniques de projection de trajectoires d'outil.....	31
S0684.10	Modifier un postprocesseur	31
S0684.11	Utiliser des techniques de modification à l'écran	32
S0684.12	Décrire la compensation d'outils de coupe 3D.....	32
S0684.13	Utiliser des techniques de dégrossissage et de finition 3D	32
S0684.14	Utiliser des techniques d'optimisation de la trajectoire d'outil.....	33

Introduction

Cette révision du programme d'apprentissage post-certification des programmeurs ou programmeuses en commande numérique pour les métiers d'usinage et d'outillage de précision est basée sur les objectifs de rendement de la formation en milieu de travail établies dans les normes de formation approuvées par l'industrie.

Le programme est réparti en 4 sujets obligatoires. Le tableau Résumé du programme – sujets obligatoires indique les heures de formation pour chaque sujet obligatoire.

Il indique seulement l'apprentissage ayant lieu hors du milieu de travail. Le programme de formation en établissement met d'abord l'accent sur les connaissances théoriques et les techniques essentielles requises pour prendre en charge les objectifs de rendement des normes de formation par l'apprentissage. On s'attend à ce que l'employeur/parrain accroisse les connaissances et les compétences des apprentis et apprenties par le biais d'une formation pratique en milieu de travail. On évalue régulièrement les connaissances et les compétences des apprentis et apprenties au cours de la formation pour s'assurer que tous atteignent les résultats d'apprentissage indiqués dans le programme.

Le programme de formation en établissement n'est pas censé perfectionner les compétences acquises en milieu de travail. Le volet pratique du programme de formation en établissement sert à renforcer les connaissances théoriques. La formation en vue d'acquérir des compétences est dispensée au travail.

Résumé du programme – sujets obligatoires

Numéro	Sujets obligatoires	Heures totales	Heures de théorie	Heures de pratique
S0681.0	Technologie de la commande numérique par ordinateur	12	12	0
S0682.0	Développer des formes géométriques en utilisant la conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO)	72	24	48
S0683.0	Programmation manuelle de machines à commande numérique par ordinateur (CNC)	84	24	60
S0684.0	Applications de fabrication assistée par ordinateur (FAO)	72	24	48
	Total	240	84	156

PROGRAMMEUR OU PROGRAMMEUSE EN COMMANDE NUMÉRIQUE – POST-ACCRÉDITATION

Numéro : **S0681**

Sujet obligatoire : **TECHNOLOGIE DE LA COMMANDE NUMÉRIQUE PAR ORDINATEUR (CNC)**

Durée : Total 12 heures Théorie 12 heures Pratique 0 heure

Préalables : Certificat de qualification professionnelle
429A, 430A, 431A ou 630T

Contenu :

- S0681.1 Décrire les règles de sécurité pour mettre en place et utiliser des machines à commande numérique par ordinateur (CNC).
- S0681.2 Décrire les principes de fonctionnement et l'utilisation de centres d'usinage et de tournage à CNC. **(1 h)**
- S0681.3 Décrire les notions du dimensionnement à CNC pour 2 et 3 axes. **(2 h)**
- S0681.4 Décrire les opérations d'usinage à CNC. **(2 h)**
- S0681.5 Décrire les méthodes de programmation des pièces, les feuilles de montage, les listes d'outillage, les programmes de pièce et les supports d'entrée. **(5 h)**
- S0681.6 Décrire l'utilisation manuelle de machines à CNC. **(2 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session durant la session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
100 %	0 %	100 %

Stratégies d'enseignement :

- Exposés
- Vidéo
- Matériel imprimé
- Formation fondée sur les compétences
- Formation en ligne

Documents de référence :

- Manuels de technologie à CNC
- Programmes de CAO/FAO

S0681.0 Technologie de la commande numérique par ordinateur (CNC)

Durée : Total 12 heures Théorie 12 heures Pratique 0 heure

Renvois aux normes de formation : 670C – U0711 > U0720

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de décrire les principes et les applications de la technologie de commande numérique par ordinateur (CNC) et les méthodologies d'usinage par CNC.

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

81.1 Décrire les règles de sécurité pour mettre en place et utiliser des machines à commande numérique par ordinateur (CNC).

Déterminer les risques pour la sécurité qui peuvent survenir durant la mise en place et l'utilisation de machines à CNC.

Décrire les habitudes de travail sécuritaires :

- port de vêtements de protection
- port de matériel de protection
- bon entretien des lieux de travail
- mise en marche
- méthodes d'arrêt
- fixation de la pièce/outils de coupe
- stabilisation de la pièce/outils de coupe
- utilisation de lubrifiants
- méthodes de verrouillage
- méthodes d'étiquetage

81.2 Décrire les principes de fonctionnement et les applications des centres d'usinage et de tournage à CNC. (1 h)

Décrire les machines à CNC :

- types de matériel
- capacités
- principes de fonctionnement
- commandes
- correction
- capacité de suivre le chemin d'un programme
- unité de commande de la machine
- systèmes d'ordinateurs personnels (PC)
- systèmes de commande numérique directs/répartis (CND)

Décrire les principales caractéristiques et les fonctions des centres de tournage :

- tourelle
- enveloppes
- dispositifs de support
- alarmes
- verrouillage de sécurité
- outil rotatif
- accessoires
- fiabilité
- précision
- répétabilité

Décrire les principales caractéristiques et les fonctions des centres d'usinage à CNC :

- enveloppe
- changeur d'outil
- dispositifs de support
- verrouillage de sécurité
- programme de pièce
- répétabilité
- exactitude
- fiabilité
- résolution
- accessoires

81.2 (suite)

Décrire les caractéristiques et les fonctions des commandes des centres d'usinage à CNC :

- avances
- vitesses
- dérogations
- choix de l'axe
- choix du mode
- entrée de données manuelles
- commande des manettes
- boutons d'arrêt d'urgence
- interrupteurs d'annulation
- lancement du cycle
- pause usinage
- fonctionnement bloc par bloc
- fonctionnement à vide
- verrouillage de la machine
- verrouillage de la fonction auxiliaire
- affichage graphique

81.3 Décrire les notions de dimensionnement à CNC pour 2 et 3 axes. **(2 h)**

Décrire le système de coordonnées cartésiennes :

- notation en quadrant
- emplacement d'un point dans le plan X - Y
- emplacement d'un point dans le plan Z - X
- emplacement d'un point dans le plan Y - Z

Décrire les termes des axes des machines-outils :

- axe primaire
- axe secondaire
- orientation de l'axe

Déterminer les types d'emplacement du point zéro des machines :

- points zéro fixes
- écart du zéro complet
- zéro flottant

Établir les points de montage :

- position de repos de la machine
- position du zéro du programme
- points de départ de l'outil

81.3 (suite)

Décrire les capacités de positionnement et de contour :

- interpolation linéaire
- interpolation circulaire

Décrire les méthodes de programmation du dimensionnement :

- incrémentielle
- absolue

81.4 Décrire les opérations d'usinage à CNC. **(2 h)**

Décrire les séquences et les termes relatifs aux cycles fixes :

- niveau initial
- niveau du point R
- niveau Z
- incrément d'usinage
- approche rapide
- rétraction rapide
- temps d'arrêt
- vitesse d'avance

Décrire les techniques de CNC spécialisées évoluées :

- usinage haute vitesse
- coupe de filets
- outils isolants
- axe additionnel
- multi-tourelles
- multi-broches
- accessoires spécialisés
- accessoires évolués

81.5 Décrire les méthodes de programmation des pièces, les feuilles de montage, les listes d'outillage, les programmes de pièce et les supports d'entrée. **(5 h)**

Déterminer la documentation requise pour l'usinage à CNC :

- feuille de montage
 - position zéro de la pièce
 - emplacement de la pièce
- liste d'outillage
 - type d'outil
 - numéro d'outil
 - décalages de l'outil
- programme de pièce

81.5 (suite)

Décrire chacun des composants d'un programme de pièce :

- numéros de séquence
- fonctions préparatoires
- orientation de l'axe
- vitesses d'avance
- régimes de broche
- numéros d'outils
- fonctions auxiliaires
- programmation manuelle
- systèmes de FAO
- programmation conversationnelle

Décrire les structures additionnelles de mots et de blocs d'un programme de pièce :

- suppression du zéro à gauche
- suppression du zéro après
- programmation avec virgule décimale
- suppression de bloc
- saut de bloc
- commentaires

Décrire le système habituel de production de fichiers de programme de pièce.

81.6 Décrire l'utilisation manuelle de machines à CNC **(2 h)**

Décrire l'interruption manuelle :

- fonctionnement bloc par bloc
- pause usinage
- arrêt d'urgence
- arrêt facultatif

Décrire l'entrée de données manuelle.

Décrire les fonctions et applications de dérogation :

- mouvement rapide
- régime de broche
- vitesse d'avance
- fonctionnement à vide

Décrire l'interface vers les périphériques.

Numéro : **S0682**

Sujet obligatoire : **DÉVELOPPER DES FORMES GÉOMÉTRIQUES EN UTILISANT LA CONCEPTION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR (CAO) ET LA FABRICATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR (FAO).**

Durée : Total 72 heures Théorie 24 heures Pratique 48 heures

Préalables : Certificat de qualification professionnelle
429A, 430A, 431A ou 630T

Contenu : S0682.1 Décrire les techniques de gestion des systèmes de CAO/FAO. **(3 h)**
S0682.2 Décrire les capacités des systèmes d'exploitation informatiques. **(3 h)**
S0682.3 Créer des entités géométriques de base. **(21 h)**
S0682.4 Créer une géométrie. **(21 h)**
S0682.5 Créer une géométrie 3D. **(21 h)**
S0682.6 Convertir des fichiers de dessin en fichiers d'autres formats. **(3 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session durant la session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
33 %	67 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéo
Matériel imprimé
Formation fondée sur les compétences
Formation en ligne

Documents de référence : Manuels de technologie à CNC
Programmes de CAO/FAO

S0682.0 Développer des formes géométriques en utilisant la conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO).

Durée : Total 72 heures Théorie 24 heures Pratique 48 heures

Renvois aux normes de formation : 670C – U0711 > U0720

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie est capable de développer des formes géométriques en utilisant les techniques de conception assistée par ordinateur (CAO) et de fabrication assistée par ordinateur (FAO).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

82.1 Décrire les techniques de gestion des systèmes de CAO/FAO. (3 h)

Décrire un système de CAO/FAO :

- fonctions de CAO/FAO
- capacités d'un système de CAO/FAO
- traitement des données de programmation
- manipulation des données de programmation

Connaître des fonctions et composants de base d'un ordinateur :

- mémoire vive (RAM – Random Access Memory)
- mémoire morte (ROM – Read Only Memory)
- unité centrale (CPU – Central Processing Unit)
- carte graphique
- moniteur

Connaître les dispositifs d'entrée :

- clavier
- tablette
- dispositif d'introduction de coordonnées
- souris
- numériseur
- écran tactile

82.1 (suite)

Connaître les dispositifs de sortie :

- imprimantes
- tables traçantes
- moniteur
- systèmes de transfert de fichiers

Décrire des dispositifs de stockage de données.

Décrire des techniques de gestion des fichiers :

- désignation des fichiers
- archivage
- accessibilité au réseau
- conformité aux normes
- sauvegardes

Décrire l'organisation d'un menu :

- menu principal
- fichier historique
- ligne de texte
- barre des tâches
- touches directes
- macros

82.2 Décrire les capacités des systèmes d'exploitation informatiques. (3 h)

Décrire la convention de désignation des fichiers.

Décrire la structure d'un répertoire :

- établissement d'un répertoire/dossier
- désignation d'un répertoire/dossier
- modification d'un répertoire/dossier
- suppression d'un répertoire/dossier

Dresser la liste des méthodes de contrôle d'accès aux fichiers.

Dresser la liste des méthodes de gestion du disque et des fichiers :

- restauration/suppression
- archivage
- compression de fichier
- copie de fichier
- déplacement de fichier
- attribution d'un nouveau nom à un fichier

82.3 Créer des entités géométriques de base. (21 h)

Créer des entités de dessin de base :

- point
- ligne
- cercle
- arc

Analyser la précision des entités.

Créer des entités en entrant des coordonnées :

- absolues
- progressives
- relatives
- polaires

Créer des entités en utilisant les fonctions du système.

Modifier des entités de dessin en utilisant des commandes d'édition :

- copier
- déplacer
- effacer
- supprimer
- annuler
- couper
- coller
- mettre en parallèle
- mettre en retrait
- découper
- agrandir
- disposer
- créer une image-miroir
- faire pivoter
- changer les propriétés
- poser des arrondis
- interrompre
- changer
- changer d'échelle

82.3 (suite)

Créer du texte :

- entrée de texte
- styles de texte
- choix des polices
- polices personnalisées
- disposition du texte
- déplacement du texte
- modification du texte

Conserver des fichiers de dessin :

- enregistrer
- enregistrer sous
- ouvrir
- charger
- énumérer
- récupérer

Créer des dessins de pièces usinées pour les trajectoires de pièce de coupe.

82.4 Créer une géométrie. (21 h)

Décrire les concepts et les propriétés des couches/niveaux :

- organisation
- normes de dessin
- types de ligne de commande
- couleur
- visible
- invisible
- masqué

Organiser les éléments d'un dessin :

- création de couches/niveaux
- attribution de types de ligne
- attribution de couleur
- activation/désactivation des couches/niveaux
- blocage et masquage des niveaux/couches
- indication de l'état des couches/niveaux

82.4 (suite)

Décrire en détail les dimensions d'un dessin :

- linéaire
- angulaire
- radial
- diamètre
- ordonnée
- paramètres
- tolérances

Créer des motifs de hachurage :

- standard
- personnalisé
- à l'échelle
- bornes
- points

Importer des symboles standard.

Entités générales :

- rectangle
- ellipse
- polyligne
- polygone
- hélice
- cannelure
- courbes
- nœuds
- largeur de ligne
- entités de connexion
- entités de liaison
- édition

Vérifier la conformité des dimensions :

- erreurs
- analyse d'entité
- coordonnées d'une fonction de dessin
- distance entre deux points
- surface d'un objet fermé
- périmètre d'un objet fermé
- volume

82.5 Créer une géométrie 3D. (21 h)

Décrire les éléments de base d'un dessin 3D :

- concepts du dessin 3D
- terminologie du dessin 3D
- dessin en trois dimensions
- visualisation
- attribution de la couleur
- rotation des objets dans une visualisation
- rotation des objets dans l'espace
- zoomage

Effectuer une construction de géométrie 3D :

- plans de conception standard
- désignation des plans de conception
- modification d'un plan de conception
- création de plan de conception
- établissement d'un point de référence
- modification d'un point de référence
- établissement de la profondeur
- visualisation des plans

Établir des vues multiples :

- vue ou fenêtre simple
- vues ou fenêtres multiples

Créer des objets 3D :

- cube
- cône
- sphère
- cylindre
- pyramide
- tore
- objets combinés

Créer des solides et des surfaces 3D.

Colorer des surfaces :

- cache
- opacité
- texture
- ombres

82.5 (suite)

Éditer des solides et des surfaces :

- extrusion
- ajout
- soustraction
- coupe
- pose d'arrondi
- découpage

82.6 Convertir des fichiers de dessin dans en fichiers d'autres formats. **(3 h)**

Exportation de fichiers dans d'autres formats.

Importation de fichiers d'autres formats.

Vérification de la conversion de fichiers.

Compute sortie papier.

Numéro : **S0683**

Sujet obligatoire : **PROGRAMMATION MANUELLE DE MACHINES À
COMMANDE NUMÉRIQUE PAR ORDINATEUR (CNC)**

Durée : Total 84 heures Théorie 24 heures Pratique 60 heures

Préalables : Certificat de qualification professionnelle
429A, 430A, 431A ou 630T

Contenu : S0683.1 Décrire le montage et les applications des dispositifs
de fixation à CNC. **(6 h)**
S0683.2 Préparer un plan d'opération d'usinage à CNC. **(12 h)**
S0683.3 Décrire les options des systèmes d'usinage
à CNC. **(6 h)**
S0683.4 Développer des programmes de CNC. **(60 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session durant la session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen pratique	Examen théorique	Évaluation finale
33 %	67 %	100 %

Stratégies d'enseignement : Exposés
Vidéo
Matériel imprimé
Formation fondée sur les compétences
Formation en ligne

Documents de référence : Manuels d'atelier
Manuels d'usinage à CNC
Programmes de CAO/FAO

S0683.0 Programmation manuelle de machines à commande numérique par ordinateur (CNC)

Durée : Total 84 heures Théorie 24 heures Pratique 60 heures

Renvois aux normes de formation : 670C – U0711 > U0720

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir effectuer la programmation manuelle de machines à commande numérique par ordinateur (CNC).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

**83.1 Décrire le montage et les applications des dispositifs de fixation à CNC.
(6 h)**

Décrire les fonctions à prendre en compte pour positionner et fixer la pièce :

- pièce brute
- préusinage
- moules
- emplacement des points
- surfaces de fixation
- plusieurs pièces
- décalage de la pièce de fixation
- nombre de pièces

Décrire les techniques de montage des dispositifs de fixation :

- alignement de l'axe
- dispositifs de guidage pour pièces multiples
- pressions de serrage
- zéro du programme
- considérations de la géométrie de la pièce
- mâchoires dures ou mordaches
- dispositifs de serrage
- contre-poupée
- table support de pièces
- mandrins/pinces de serrage

Décrire les procédures de montage pour les opérations à CNC.

83.2 Développer un plan d'opération d'usinage à CNC. **(12 h)**

Dresser la liste des documents de travail requis.

Déterminer quelles sont les machines-outils à CNC requises.

Interpréter la documentation.

Planifier la séquence d'usinage.

Déterminer les méthodes de fixation de la pièce.

Déterminer le type et l'application de l'outillage à CNC.

Élaborer les feuilles de montage en déterminant :

- les points de positionnement
- les méthodes de fixation de la pièce
- le zéro du programme
- l'alignement de l'axe

Élaborer la liste d'outillage en indiquant :

- les outils
- les porte-outils
- le type de matériel d'outil
- les dimensions du montage
- les numéros d'outils
- les décalages de l'outil
- le registre de compensation du rayon de coupe

83.3 Décrire les options des systèmes d'usinage à CNC. **(6 h)**

Décrire les options des machines à CNC :

- affichage graphique
- calibrage en cours de fabrication
- limites de dépassement
- entrée des dimensions du dessin
- cycles d'usinage
- animation de l'outil de coupe
- capteurs d'outil/de préréglage
- vérification de la pièce et de l'outil

83.4 Développer des programmes de CNC. (60 h)

Utiliser les commandes préparatoires (codes G).

Utiliser les codes G dans un bloc :

- modalité
- commandes conflictuelles
- ordre

Utiliser des codes M.

Utiliser des codes afin de préciser les dimensions :

- choix entre les systèmes métrique/impérial
- entrée de données absolues
- entrée de données incrémentielles
- combinaison dans le même bloc
- programmation du diamètre
- la programmation du rayon
- entrée de zéros avant et après

Utiliser des codes afin de préciser les vitesses et l'avance :

- sens de rotation de la broche
- arrêt de la broche
- orientation de la broche
- régime de la broche (tr/min)
- fonction d'avance
- avance par minute
- avance par révolution
- dérogation
- arrêt de l'avance
- vitesse superficielle constante
- régime de broche maximum

Utiliser des codes afin de préciser la fonction de l'outil :

- enregistrement du décalage de l'outil
- numéro de l'outil
- numéro de décalage
- longueur et calibre de l'outil
- commandes de compensation
- approche vectorielle de l'outil
- description de l'outil

83.4 (suite)

Utiliser des codes afin de monter et de désigner les points de référence :

- point de référence de la machine
- point de référence de la pièce
- point de référence de l'outil
- commande du registre de position
- modifications du registre
- modifications des décalages
- retour au zéro de la machine
- vérification de la position de retour
- retour du zéro de la machine
- second zéro de la machine

Utiliser des codes afin de définir les enveloppes :

- zones de sécurité
- restrictions d'outil
- zone restreinte
- paramètres
- limites programmables

Utiliser des codes pour exécuter un positionnement rapide :

- trajectoire de positionnement
- approche de la pièce
- mouvement à axe simple
- mouvement à plusieurs axes
- type de mouvement
- complétion du mouvement de l'axe
- réduction de la vitesse du mouvement rapide

Utiliser des codes pour créer des programmes de contour :

- interpolation linéaire
- interpolation circulaire
- interpolation hélicoïdale
- dégrossissage
- finition
- usinage en plongée constante

83.4 (suite)

Utiliser des codes pour exécuter une compensation du rayon de coupe :

- compensation du rayon de coupe à droite
- compensation du rayon de coupe à gauche
- table de décalage du rayon de coupe
- décalage par usure du rayon de coupe
- valeur du rayon de coupe
- compensation du rayon de coupe activée

Utiliser des sous-programmes et des macros.

Utiliser des cycles d'usinage fixes :

- cycles fixes
- forage
- taraudage
- tournage
- perçage
- filetage
- dégrossissage
- finition

Numéro : **S0684**

Sujet obligatoire : **APPLICATIONS DE FABRICATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR (FAO)**

Durée : Total 72 heures Théorie 24 heures Pratique 48 heures

Préalables : Certificat de qualification professionnelle
429A, 430A, 431A ou 630T

Contenu :

- S0684.1 Décrire les capacités et les applications des technologies de FAO. **(2 h)**
- S0684.2 Utiliser des fonctions d'interface de FAO. **(2 h)**
- S0684.3 Réaliser la géométrie de trajectoires d'outil. **(8 h)**
- S0684.4 Réaliser les trajectoires d'un outil de coupe. **(8 h)**
- S0684.5 Utiliser des techniques de chaînage en géométrie à 2D. **(3 h)**
- S0684.6 Décrire les applications de FAO à 3D. **(3 h)**
- S0684.7 Utiliser des plans de conception et des plans graphiques. **(3 h)**
- S0684.8 Élaborer des surfaces de base avec des méthodes de construction et de modification géométriques à 3D. **(15 h)**
- S0684.9 Utiliser des techniques de projection des trajectoires d'outil. **(3 h)**
- S0684.10 Modifier un postprocesseur. **(2 h)**
- S0684.11 Utiliser des techniques de modification à l'écran. **(3 h)**
- S0684.12 Décrire la compensation des outils de coupe 3D. **(3 h)**
- S0684.13 Utiliser les techniques de dégrossissage et de finition 3D. **(15 h)**
- S0684.14 Utiliser des techniques d'optimisation des trajectoires d'outil. **(2 h)**

Évaluation et tests : Travaux ayant trait à la théorie et à la pratique
Au moins un examen de mi-session durant la session
Examen final à la fin de la session
Tests périodiques

Répartition des points

Examen théorique	Examen pratique	Évaluation finale
33 %	67 %	100 %

PROGRAMMEUR OU PROGRAMMEUSE EN COMMANDE NUMÉRIQUE – POST-ACCRÉDITATION

Stratégies d'enseignement :	Exposés Vidéo Matériel imprimé Formation fondée sur les compétences Formation en ligne
Documents de référence :	Manuels d'atelier Manuels d'usinage à CNC Programmes de CAO/FAO

S0684.0 Applications de fabrication assistée par ordinateur (FAO)

Durée : Total 72 heures Théorie 24 heures Pratique 48 heures

Renvois aux normes de formation : 670C – U0711 > U0720

RÉSULTATS GÉNÉRAUX D'APPRENTISSAGE

Une fois la formation terminée avec succès, l'apprenti ou l'apprentie doit pouvoir utiliser des applications et la technologie de fabrication assistée par ordinateur (FAO).

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE ET CONTENU

84.1 Décrire les capacités et les applications des technologies de FAO. (2 h)

Décrire les codes d'usinage à CNC que l'on peut créer avec des logiciels de CAO :

- usinage 2D
- usinage 2 1/2D
- usinage 3D
- tour
- fraise
- usinage par étincelage
- plasma
- laser
- jet d'eau
- poinçons

84.1 (suite)

Décrire les fonctions des logiciels de FAO :

- interface avec l'utilisateur (à menu)
- module de géométrie
- postprocesseur (générateur de code machine)
- module de communication
- éditeur de texte
- calculs du temps de cycle
- calculs de vitesse et d'avance
- génération de courbes
- taille des fichiers
- bibliothèque d'outils
- bibliothèque de matériaux
- section commentaires du programme
- graphismes interactifs
- reconnaissance de fonctions
- détection de collision
- accès à l'aide en ligne

Décrire la programmation des machines d'usinage par étincelage :

- fonctions générales
- axes des machines d'usinage par étincelage
- génération du profil
- compensation du rayon
- représentation graphique
- 4 axes
- prise en charge du postprocesseur

Décrire les fonctions en option pour les logiciels de FAO :

- traçage en arrière-plan
- programmation d'une famille de pièces
- macros
- énoncés conditionnels
- entrée des formules
- simulation des trajectoires d'outil

84.2 Utiliser des fonctions d'interface de FAO. (2 h)

Manipuler le curseur entre le menu et l'écran :

- mouvement du curseur
- type de curseur
- forme du curseur
- sélection d'article
- boutons de la souris

Décrire la structure du menu du système de FAO :

- position/changement de menu
- personnalisation du menu
- touches directes

Saisir des commandes à l'aide de la ligne de commande :

- données sur la ligne de commande
- saisie de données
- dérivation du menu système

Reconnaître la géométrie à l'écran :

- sélectionnée
- non sélectionnée
- couleur

Reconnaître la trajectoire de l'outil à l'écran :

- identification par couleurs
- trajectoire rapide
- trajectoire de coupe
- direction de la trajectoire de coupe
- animation de l'outil et du porte-outil
- chevauchement/dégagement par rainure
- hauteur du point de rebroussement

Vérifier des trajectoires de coupe simulées :

- fonctions zoom et panorama
- évaluation de la vue détaillée
- régénération d'écran

Vérifier les éléments géométriques :

- dimensions
- forme
- emplacement
- répétition
- continuité

84.3 Réaliser la géométrie des trajectoires d'outil. **(8 h)**

Créer des points de départ et d'arrêt pour les outils de coupe.

Utiliser la géométrie à 2D pour créer des trajectoires de coupe.

Utiliser la géométrie à 2D pour créer des chanfreins et des rayons.

Utiliser des fonctions de transformation :

- fonction effet miroir
- fonction de rotation
- fonction de mouvement
- fonction de translation
- fonction de copie
- fonction de décalage
- éléments de regroupement
- éléments de mise à l'échelle

84.4 Réaliser des trajectoires d'outils de coupe. **(8 h)**

Déterminer le support de l'axe de la machine et du logiciel à CNC.

Indiquer les exigences de fixation de la pièce.

Dresser la liste des outils de coupe et choisir les outils.

84.5 Utiliser des techniques de chaînage en géométrie à 2D. **(3 h)**

Choisir les contours de chaînage en établissant ce qui suit :

- position de départ
- direction
- trajectoire
- position d'arrêt
- fraisage en avalant
- fraisage conventionnel
- points de branchement
- changement au niveau Z

Choisir les chaînes de géométrie :

- entité
- chaînage automatique (mise en séquence)
- fenêtrage

84.5 (suite)

Réaliser des trajectoires d'outil de coupe pour :

- lignes d'entrée et de sortie
- arcs
- direction de coupe
- modification du profil
- décalage du rayon de l'outil de coupe

Réaliser des trajectoires d'outil de coupe avec une poche :

- dimensions de la poche
- forme de la poche
- point du départ
- direction de la coupe
- programme d'usinage de la poche
- spirale vers l'extérieur
- spirale vers l'intérieur
- zigzag
- direction circulaire (sens unique)
- tolérance de finition sur les murs
- tolérance de finition sur le bas
- nombre de supports de la poche
- nombre de supports de blocs
- évitement du chevauchement entre les blocs
- ébauche de la poche

Décrire les fonctions spéciales des logiciels de FAO :

- lettrage
- édition de trajectoires d'outil
- fusion de trajectoires d'outil
- suppression de trajectoire d'outil
- trajectoire d'outil associative

84.6 Décrire les applications de FAO à 3D. **(3 h)**

Décrire les fonctions de logiciels 3D :

- trajectoire de l'outil
- compensation du rayon de coupe
- surfaces
- projections
- modification de surface
- capacités de dégrossissage
- capacités de finition

Comparer la géométrie 3D et la géométrie 2D.

Décrire les méthodes de génération de trajectoires d'outil :

- trajectoire d'outil sans géométrie
- trajectoire d'outil appliquée à la géométrie définie
- limites de confinement
- surface de contrôle
- limites restrictives
- tronçonnage

84.7 Utiliser des plans de conception et des graphiques. **(3 h)**

Utiliser des plans de conception :

- plans géométriques
- plans du dessus
- avant-plan
- plan latéral
- plan défini par deux lignes
- plan défini par un arc
- plan défini par un nombre
- plan défini par le mouvement de la souris
- sauvegarde des plans définis

Utiliser des plans graphiques :

- changement du plan
- rotation du plan
- visualisation
- noms des plans

84.8 Élaborer des surfaces de base avec des méthodes de conception et de modification géométriques à 3D. **(15 h)**

Créer des surfaces de base avec des méthodes de conception et de modification géométriques à 3D :

- balayée
- réglée
- de révolution
- par section

Éditer des surfaces de base avec des méthodes de conception et de modification géométriques à 3D :

- relimiter
- agrandir
- arrondir

84.9 Utiliser des techniques de projection de trajectoires d'outil. **(3 h)**

Décrire des méthodes de projection de trajectoires d'outil existantes sur des objets en 3D.

Mettre des lettres sur des surfaces en 3D :

- convexe
- concave
- par projection
- par poche

84.10 Modifier un postprocesseur. **(2 h)**

Décrire les principes du post-traitement.

Décrire les étapes de personnalisation du postprocesseur :

- variations des techniques de post-traitement
- principes des sections
- chaînes libellées
- versions du postprocesseur
- vérification du postprocesseur

Élaborer un postprocesseur simple.

Utiliser un postprocesseur pour générer un code de CNC.

84.11 Utiliser des techniques de modification à l'écran, **(3 h)**

Décrire la modification des niveaux :

- masquage des trajectoires d'outil
- cache de la géométrie
- ajout de niveaux
- enlèvement de niveaux

Utiliser de la couleur pour préciser les entités de trajectoires d'outil de coupe,

84.12 Décrire la compensation d'outils de coupe 3D, **(3 h)**

Décrire l'application de la compensation de rayons de coupe sur une géométrie de surface :

- comparaison de la compensation du rayon de coupe 2D et 3D
- chaînage de la géométrie (mise en séquence)
- chevauchement

Décrire l'application de la compensation d'outils de coupe 3D :

- fraise rotative à denture en bout
- fraise à bout hémisphérique (fraise sphérique)
- fraise à arrondi
- bec d'outil
- point d'effecteur

Choisir la direction du décalage de la surface.

84.13 Utiliser des techniques de dégrossissage et de finition 3D. **(15 h)**

Décrire les méthodes 3D de dégrossissage des matériaux pleins :

- pièces convexes
- pièces concaves
- dégrossissage d'un contour
- dégrossissage avec des niveaux de poche
- profondeur de foret étagé
- répétition latérale
- réusinage
- réglages de l'écart
- choix du programme de dégrossissage

84.13 (suite)

Décrire les méthodes 3D de finition de pièces :

- pièces convexes
- pièces concaves
- finition d'un contour
- finition avec des niveaux de poche
- profondeur de foret étagé
- répétition latérale
- réusinage
- réglages de l'écart
- choix du programme
- choix du programme de finition

84.14 Démontrer des techniques d'optimisation des trajectoires d'outil. **(2 h)**

Utiliser des fonctions de filtrage :

- réduction de la longueur du code
- réduction de la durée du cycle
- élimination de points indésirables
- prévention du manque de code