

Introduction à la commande numérique



Thème : Commande numérique

Sujet : Présentation

Réalisé par : David Maître, étudiant
: M. Etienne

Date : 17 mars 2000

Références

Personne(s) de référence

Maison Siemens

Lieu : Renan

Personne : M. Salvador

Tél. : 021/631.81.11

Documentation(s) de référence

Catalogue Siemens

Rubrique : Systèmes d'automatisation pour machines-outils

Référence : NC60.1

Validité : 1999/2000

Site Web Siemens

Adresse : www.siemens.ch

Autre : www3.ad.siemens.de

La Commande Numérique

GREME

ISBN : 2-606-00788-3

Initiation à la commande numérique des machines-outils

ACIERA

Édition : troisième

Documentation électrique

MIKRON

Référence : 152.47.80.121

Table des matières

INTRODUCTION A LA COMMANDE NUMERIQUE.....	1
REFERENCES	2
PERSONNE(S) DE REFERENCE	2
DOCUMENTATION(S) DE REFERENCE.....	2
TABLE DES MATIERES	4
1.0 INTRODUCTION.....	5
.1.1 FONCTION D'UNE MACHINE CNC.....	5
.1.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	6
.1.3 COMPOSANTS D'UNE CNC.....	7
.1.3.1 <i>La commande numérique (CN)</i>	7
.1.3.2 <i>Amplificateur moteur</i>	8
.1.3.3 <i>Les retours d'information de vitesse</i>	9
.1.3.4 <i>Les codeurs de position</i>	10
.1.3.5 <i>Les moteurs d'axe</i>	13
.1.3.6 <i>Automate programmable (AP)</i>	14
.1.4 REMARQUES.....	15

1.0 Introduction

.1.1 Fonction d'une machine CNC

Le premier rôle d'une machine CNC (Computerized Numerical Control), est de générer des mouvements. Elle recevra des valeurs de positionnement, de vitesse et d'accélération et générera, suite à un traitement, des consignes numériques en sortie.

Elle dispose d'une grande puissance de calcul et d'une plus grande souplesse d'utilisation qu'un automate programmable. Ce dernier est néanmoins un complément de la commande CNC pour ce qui est de la gestion des entrées telles que : interrupteur, bouton d'arrêt d'urgence, butée « hard », etc. et l'activation de sorties binaires telles que : alimentation de groupe hydraulique, colonne lumineuse, etc. .

En résumé, la commande CNC va générer des mouvements selon des consignes numériques et réguler ces derniers par des systèmes en boucle fermée, alors que l'automate va acquérir des signaux binaires et mettre à jour les sorties concernées. À noter que les données reçues en entrées par l'automate sont également exploitable par la commande numérique et inversement.

.1.2 Principe de fonctionnement

La machine CNC travaille avec des systèmes de contrôles en boucle fermée.

Des ordres vont être générés vers la commande par le biais d'un programme pièce ou par action manuelle de l'opérateur.

La commande va traiter ces informations et générer des consignes afin d'obtenir les déplacements voulus par le biais des moteurs d'axes. Des contrôles de vitesse et de position seront alors effectués de manière continue par la machine.

La position sera régulée par la commande numérique alors que la vitesse sera le plus souvent régulée par le système d'asservissement moteur (cf. .1.3.2 « *Amplificateur moteur* »). On se trouve donc en face d'un système à deux boucles et l'on parle de système asservi.

Le schéma ci-dessous (figure 1), nous montre le flux d'informations avec ses directions, ainsi que les deux boucles de contrôles (position et vitesse).

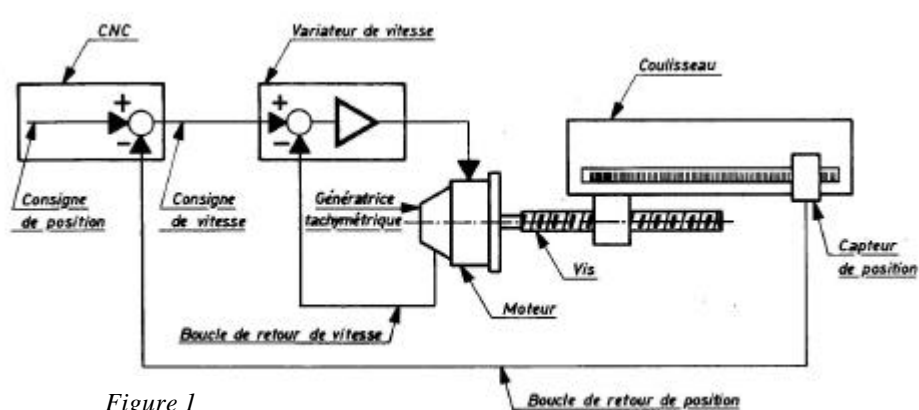


Figure 1

Cet asservissement se retrouve dans toutes les commandes numériques actuelles.

.1.3 Composants d'une CNC

Ce chapitre a pour but de décrire de manière plus détaillée, les éléments présents dans l'asservissement de la figure 1 (cf. .1.2 « *Principe de fonctionnement* »).

.1.3.1 La commande numérique (CN)

Comme expliqué au chapitre 1.0 « *Introduction* », la commande numérique a pour tâche de générer des mouvements d'axes. Ses instructions viendront du programme pièce ou de l'opérateur machine.

Ces instructions consisteront en une position et une vitesse de déplacement. Le processeur de la CN va alors générer une consigne auprès du groupe d'asservissement (cf. .1.3.2 « *Amplificateur moteur* ») afin que ce dernier puisse commander les moteurs d'axes. Elle aura également pour tâche, lors du déplacement des axes, de vérifier la position de ces derniers et dans certain cas, la vitesse de déplacement (cette dernière tâche incombe généralement au groupe d'asservissement d'axe).

Les CN actuelles sont capables d'effectuer des mouvements en combinant simultanément les position sur les axes X, Y et Z. Elles s'appellent commande numérique par contournage. De plus, elles sont capables de gérer plusieurs axes simultanément. On parle alors d'interpolation.



Figure 2

.1.3.2 Amplificateur moteur

Il s'agit d'un des éléments de ce qu'on appelle l'asservissement d'axe. Ce dernier sous-ensemble comporte :

- Amplificateur et variateur moteur (décrit dans ce sous-chapitre)
- Servomoteur ou moteur pas à pas
- Génératrice tachymétrique ou resolver
- Codeur de position

Les autres éléments seront décrits dans les sous-chapitres suivants.

L'amplificateur a la fonction suivante : Commander le moteur d'axe selon la consigne de la commande numérique. Il génère la rampe d'accélération et de décélération à destination du moteur et contrôle sa vitesse de rotation. Le retour de l'information se fait par une génératrice tachymétrique ou le resolver (cf. .1.3.3 « Les retours d'information de vitesse »).

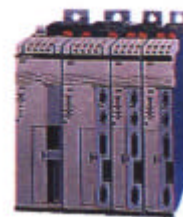
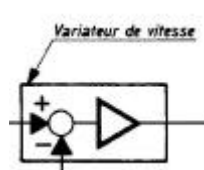


Figure 3

*Amplificateur et
variateur moteur*

.1.3.3 Les retours d'information de vitesse

Leur rôle est de retourner une information de vitesse après de l'amplificateur moteur – variateur et/ou de la commande numérique. Comme indiqué au chapitre .1.3.1 « *La commande numérique (CN)* », ce traitement peut être fait au niveau du groupe d'amplification (déportation d'une puissance de calcul sur le composant) ou au niveau de la commande numérique.

On trouve deux éléments capables de retourner une information de vitesse :

- La génératrice tachymétrique
- Le resolver

La génératrice tachymétrique fournit une tension en fonction de sa vitesse de rotation. Il s'agit d'une sorte de génératrice courant continue. Elle n'est plus beaucoup utilisée de nos jours.

Le resolver quant à lui est largement utilisé. Son principe de fonctionnement est de générer un certain nombre d'impulsions par révolution moteur. La vitesse peut ainsi être déterminée. Il est parfois utilisé pour des contrôles de position ; cependant, le nombre limité d'impulsions par tour ne permet pas un positionnement précis.

Ces éléments sont partie intégrante du moteur.

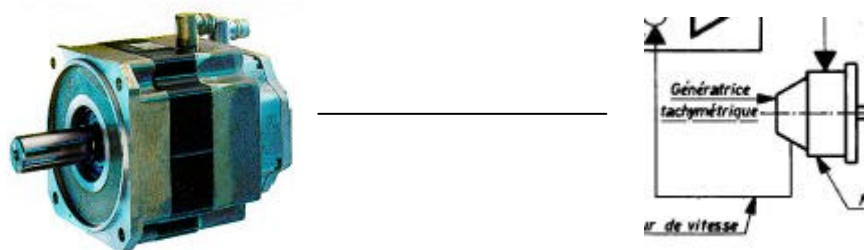


Figure 4

.1.3.4 Les codeurs de position

Ils ont pour fonction de renvoyer la position d'un axe d'une machine CN en valeur absolue ou relative. Cet information permettra à la CN de corriger sa consigne jusqu'à ce que la position demandée soit atteinte.

Ils font donc partie d'une boucle fermée de régulation appelée « boucle de positionnement ».

Au niveau de leur forme, deux types de codeurs sont utilisés. Il s'agit des codeurs rotatif et des codeurs linéaires. Du point de vue fonctionnement, ce sont principalement des codeurs optiques qui sont mis en place.

Le codeur rotatif se présente selon la figure 5 ci-dessous. Son fonctionnement (figure 6) est le suivant : Un faisceau lumineux est émis en direction du disque équipé d'éléments photovoltaïques à travers un réticule de balayage. La lumière est ainsi dirigé de manière contrôlée sur les éléments photoélectriques du disque. De part sa rotation, ce dernier va recevoir une quantité de lumière d'abord croissante, pour atteindre un maximum et ensuite diminuer. On obtiendra alors pour chaque cellule photovoltaïque, une tension de forme sinusoïdale. Cette dernière sera ensuite décomposée électroniquement afin de générer des signaux proportionnels à la valeur de la sinusoïde en fonction du temps.



Figure 5

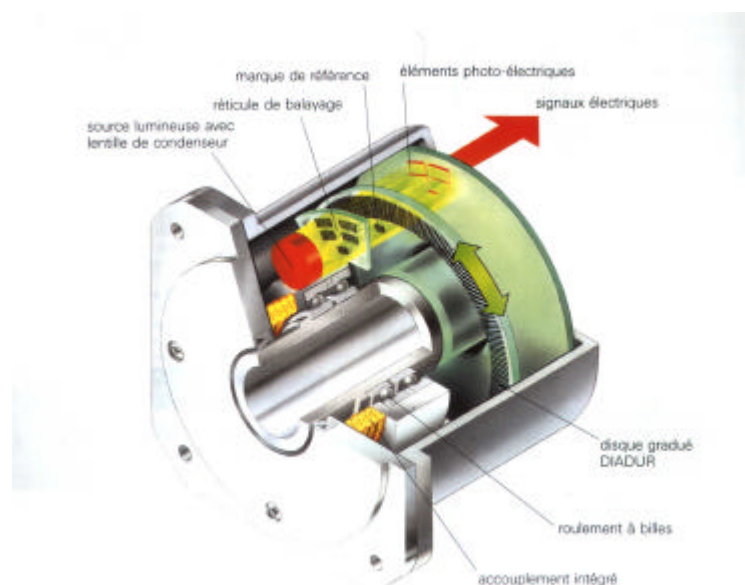


Figure 6

Le codeur linéaire se présente sous la forme d'un règle. Son principe de fonctionnement est généralement optique, soit le même que celui du codeur rotatif. Les figures 7, 8 et 9 renseignent sur l'aspect extérieur et intérieur d'un tel codeur.

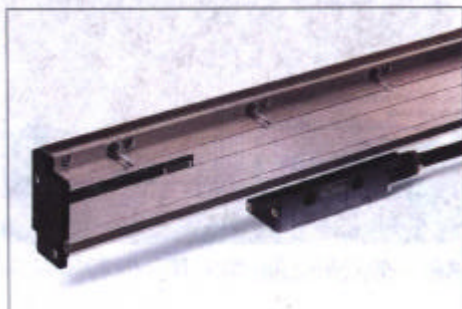


Figure 7 – règle linéaire

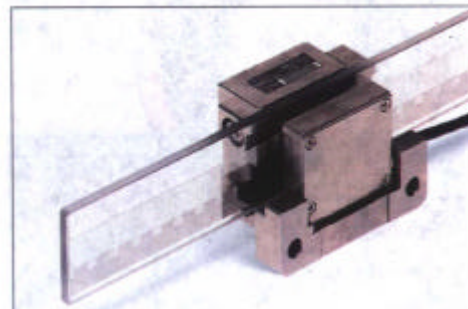


Figure 8 – règle linéaire ouverte

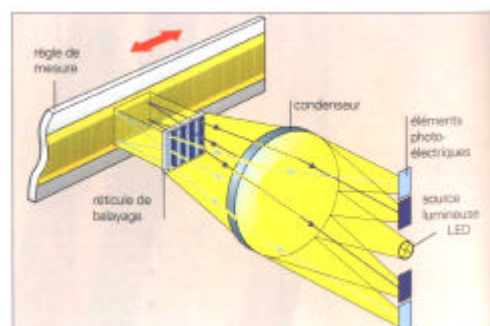


Figure 9

Les codeurs rotatifs ont l'avantage d'être moins coûteux que les codeurs linéaires. Par contre, ces derniers confèrent une précision supérieure. Étant généralement fixés directement sur la coulisse, ils ne sont pas perturbés par le jeu, la dilatation ou les défauts des éléments d'entraînement.

Les capteurs rotatifs sont le plus souvent fixés sur la vis d'axe ou directement sur le moteur d'axe.

La figure 10 ci-dessous, représente un système d'axe avec l'utilisation d'un codeur linéaire (règle de positionnement).

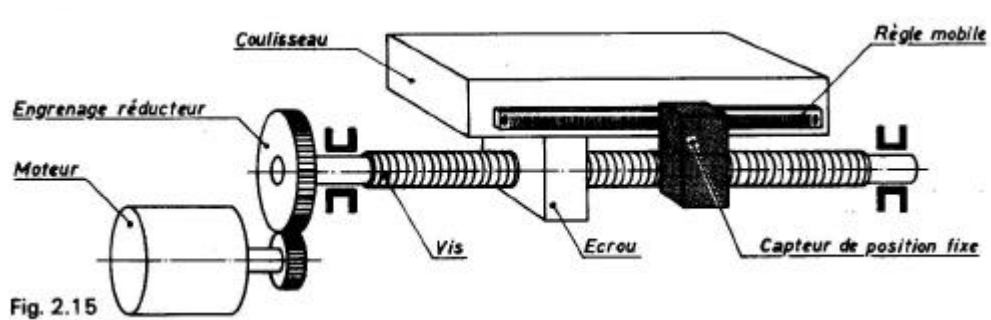


Figure 10

Dans l'exemple du schéma du chapitre .1.2 « Principe de fonctionnement », un capteur linéaire est représenté.

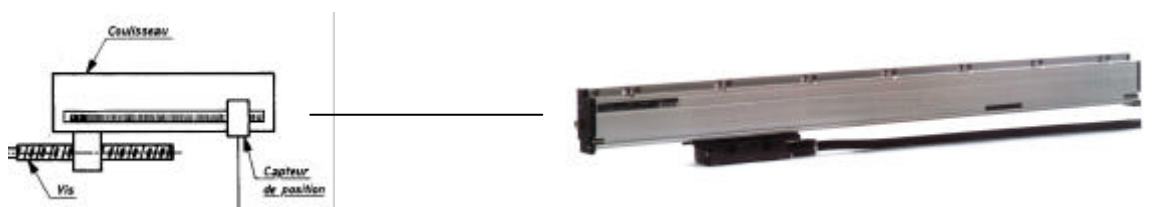


Figure 11

.1.3.5 Les moteurs d'axe

Trois sortes de moteurs sont utilisés pour le déplacement d'axes CNC :

- Moteur pas à pas
- Moteur à courant continu
- Moteur à courant alternatif (incluant moteurs synchrone et asynchrone)

Les moteurs pas à pas ne sont plus utilisés de nos jours pour les mouvements d'axes CNC. Leur faible dynamisme et faible couple ne permettent plus de répondre aux conditions actuelles des machines-outils.

Les moteurs à courant continu deviennent également obsolète de part la conception mécanique peu fiable. En effet, une maintenance est nécessaire sur les éléments à contact (collecteurs ou balais). De plus, leur fréquence de rotation se limite aux environs de $4'000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Les moteurs d'actualité sont donc les moteurs à courant alternatif. Ils sont plus coûteux, mais ne nécessitent quasiment aucun entretien. De plus, leur couple est très grand et ils peuvent atteindre des vitesses de rotation de l'ordre de $10'000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Les moteurs synchrones sont encore beaucoup utilisés. Ils permettent un déplacement précis mais sont sujet à une plus grande limitation de couple que les moteurs asynchrone. Ces derniers par contre, nécessitent un système d'asservissement efficace pour combler le glissement entre rotor et stator.

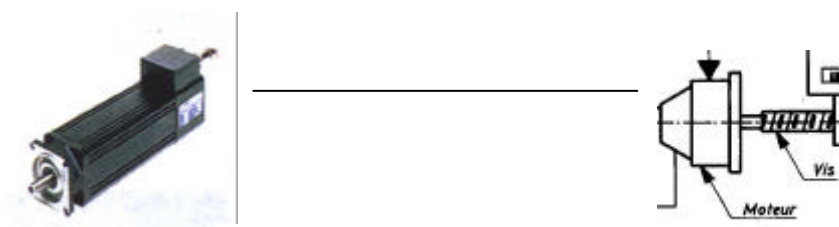


Figure 12

.1.3.6 Automate programmable (AP)

L'automate programmable est lié à la commande numérique et a pour rôle l'activation de sorties généralement binaires ; telles que arrosage, fermeture des portes, enclenchement de groupes hydraulique, etc.

Il permet également de recevoir des informations en entrée tels que boutons poussoir, bouton d'arrêt d'urgence, détection de fin de course, etc.

Il fonctionne selon un programme autonome. Cependant, ces entrées-sorties peuvent interagir avec le programme CN et inversement.



Figure 13 – automate programmable Siemens

Souvent, leur forme plus compacte, leur permet de faire un seul bloc avec la commande numérique.



Figure 14 – module I/O d'un automate Siemens

C'est sur ce type de module d'entrées-sorties que viendront connecté les périphériques d'entrée (poussoirs, arrêt urgence, capteurs, détecteurs de portes, etc.) et les périphériques de sortie (moteur de groupe, vérin de portes de protection, colonne lumineuse, etc.)

.1.4 Remarques

Dans un futur très proche, la partie commande des machines-outils (CN), va céder sa place aux « PC Industriels ».

Le principe de fonctionnement de la machine restera identique. La puissance de calcul, alors fourni par le PC industriel, permettra une meilleure compatibilité entre les plates-formes et fournira de meilleures performances.