

وزارة التعليم و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

## ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT

# PROJET DE FIN D'ÉTUDES

### S U J E T

COMPARAISON DE PROGRAMMATION  
MANUELLE DANS LES SYSTEMES  
NUM ET CAZNEUVE

Proposé par :

BALAZINSKI

Étudié par :

ALIOUALI A.

Dirigé par :

BALAZINSKI

PROMOTION : Janvier 86



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT

**PROJET DE FIN D'ÉTUDES**

**S U J E T**

COMPARAISON DE PROGRAMMATION  
MANUELLE DANS LES SYSTEMES  
NUM ET CAZNEUVE

Proposé par :

BALAZINSKI

Étudié par :

ALIOUALI A.

Dirigé par :

BALAZINSKI

PROMOTION : Janvier 86

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

- La mémoire de ma mère
- L'honneur de mon père qui s'est sacrifié avec  
dévouement pour me voir atteindre ce but
- Les membres de la famille
- Tous mes amis.

## Remerciements

Mes remerciements vont à monsieur Marek Balazinski, Docteur en sciences techniques, pour l'aide précieuse et les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de mon travail, et l'assuré de ma profonde reconnaissance.

Je tiens également à remercier tous les enseignants du département de mécanique, ainsi que tous les employés de la SNVI. C.V.I. (Rouiba) et particulièrement M<sup>r</sup> Hammoum et Laudes Robert.

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

PROMOTEUR : BALAZINSKI

ELEVE INGENIEUR : ALIOUALI. A.

هذه الدراسة التي تدرج تحت عنوان : مقارنة البرمجة اليدوية ضمن منظومتين "NUM 460 TM" و "CERCI - GAZNEUVE" تستلزم تحليلاً لوسائل، لإمكانيات و المميزات بالنسبة لكل من هاتين المنظومتين، وذلك من أجل دراسات مستقبلية متعلقة بالبرمجة الأوتوماتيكية للألات اليدوية المقادة عددياً والتي تحتاج إلى مثل هذا التحضير للمعطيات الأساسية لكل من المنظومتين

Subject : La comparaison de programmation manuelle, dans les systèmes "NUM 460 TM" et "CERCI - GAZNEUVE".

Résumé : Cette présente étude a pour objectif l'analyse des moyens, possibilités et avantages de chaque système, et cela en vue des futures études, concernant la programmation automatique des machines outils à commande numérique qui nécessitent cette préparation des données de base pour les deux systèmes.

Subject : Comparison of non-automatic programming in the systems "NUM 460 TM" and "CERCI - GAZNEUVE".

Abstract : The purpose of this present study is an analysis of means, possibilities and advantages of each system. The data base preparation for these two systems is necessary for future studies concerning the automatic programming of numerically controlled machine tools.

## SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I: Généralités

Chapitre II: Analyse des caractéristiques des machines à commande numérique.

1. Présentation descriptive
2. Particularités de construction mécanique.

Chapitre III: Principe de choix des machines outils.

1. Charge admissible sur la broche
2. Dimensions des machines et pièces.
3. Précision des usinages
4. matériaux usiné
5. Complexité et dimensions des usinages

Chapitre IV: Couplage et code des deux systèmes

1. Définitions préliminaires
2. Tableaux des codes reconnu par les deux systèmes

Chapitre V: Données et notions de base des deux systèmes

1. Programmation des côtes et déplacements
2. Réglage et mise en œuvre des outils et programmes
3. Programmation des avances
4. Temporalisation
5. Programmation des vitesses de broche
6. Fonctions diverses.

Chapitre VI: Particularités de programmation des deux systèmes

1. Filetage
2. Cycle de Tournage (Systeme NUM 460TM)
  - cycle de perçage
  - cycle d'ébrouche
  - cycle de finition
  - cycle de gorges
3. Operations de Tournage (CERCI - CAZNEUVE)
  - Dressage de Face
  - Programme d'exécution des gorges.
  - cycles fixes - filetage - Chariotage

Conclusion.



## Introduction

Toute machine outil à commande numérique a besoin de recevoir des instructions pour réaliser les mouvements nécessaires à l'usinage d'une pièce. Toutes ces instructions nécessitent un travail de préparation appelé la programmation.

Notre étude propose l'apprentissage du langage machine et l'assimilation des connaissances nécessaires à son élaboration tel que :

- Situer les origines machines, pièces
- préciser des vitesses de rotation et d'avance

... et comment exploiter les différents cycles fixes programmés propres à chaque système.

L'étude des tours à commande numérique (disponibles dans les ateliers de fabrication mécanique de la société SNVI - C.VI de Roubaix) m'a permis de faire l'analyse et comparaison de ces machines et préciser des avantages et inconvénients de chacune d'elles.

Enfin, cette présente étude constitue la base pour les futurs projets (programmation - automatique)

# CHAPITRE: 1

Généralités

Les processus d'étude à mettre en oeuvre pour l'obtention d'une pièce sur les machines outils à commande numérique, se subdivisent en :

— Programmation manuelle, réservée pour les cas ne nécessitant pas des calculs très compliqués. Elle est utilisable dans la plupart des cas, pour les pièces usuelles ayant des formes simples.

— Programmation automatique, utilisée pour les cas où les calculs relatifs aux trajectoires atteignent une complexité excessive d'où nécessité d'utilisation d'un ordinateur. Dans notre étude, on se limitera à la programmation manuelle, pour les deux systèmes à étudier.

La programmation manuelle comprend les étapes suivantes :

1. Etude du plan de la pièce à usiner.

En mettant en évidence les spécifications concernant la définition du produit :

- matière première.

- état de surface.

- cotes et indications de formes et position à savoir les caractéristiques de la géométrie du brut.

2. Mise au point de la gamme d'usinage.

Après la recherche des opérations pouvant être réalisées sur les machines outils à commande numérique.

La programmation consiste à rassembler toute les données nécessaires à l'établissement d'un programme à savoir :

- choix de la machine outil, la plus mieux adaptée à la

pièce envisagée à l'usinage.

- étude de la rentabilité de la production.
- suivant les données de forme, on transforme les cotes du dessin, suivant le type de machine choisie conformément aux déplacements des organes mobiles, suivant les axes des mouvements de la machine et définition de l'origine programme.

### 3. Conception de programme.

Permet de constituer, sous formes de textes, les informations d'entrée dans la partie commande de la machine outil, pour cela on doit:

- déterminer l'implantation de la pièce sur la table de la machine outil.
- concevoir les montages de prise de pièce (ils doivent permettre la mise en position, le dégauchissement et l'aboclage de la pièce sur la table de la machine.
- établir la liste de toutes les opérations à l'usinage en respectant un ordre chronologique.
- calculer les coordonnées des points à atteindre
- prévoir tous les déplacements d'outils.
- choisir les vitesses de rotations des broches et les vitesses de déplacement des organes mobiles.
- indiquer les instructions relatives à l'arrosage au sein de rotation des broches, au sens des déplacements des organes mobiles.

Ainsi le dossier complet de fabrication est une fois établis on rédige le programme d'instruction, sous forme

codé et compréhensible par la M.O.C.N.

Après la conception du programme, toutes les instructions énumérées ci-dessus, sont reportées sur une feuille de préparation qui constituera l'ensemble des ordres qui peuvent être communiqués à la machine de deux manières:

- directement par l'opérateur sur le pupitre du directeur de commande numérique à l'aide des commutateurs.

- au moyen des supports d'information tels que:  
bande perforées (qui sont les plus généralement utilisées en raison de leur prix, leur stockage, ainsi que leur manipulation aisées).

- bande magnétique (pour système d'information très dense).

## CHAPITRE: II

Annalyse des caractéristiques  
des machines a commande numérique.

Deux types de machines sont disponibles pour cette étude, ils s'agissaient des tours à commande numérique:

- Tour (CAZNEUVE) type : HBCNC3.
- Tour (ERNAULT.SOMUA) type : FLS40.

## II.1 Présentation descriptive :

### 1. Tour HBCNC3.

C'est un tour à banc parallèle, équipé d'un calculateur de type "CERCI" de mémoire 8K. Il comprend les éléments

#### - Broche :

moteur broche de puissance 11KW.

vitesse de broche à changement continu par variateur

à deux gammes des vitesses possibles :

- gamme harnois de 40 à 280tr/mn.
- gamme volée de 30 à 2200tr/mn

Le changement de gamme programmée avec arrêt de la broche (à l'aide d'un frein hydraulique).

#### - Trainard :

Ce type de tour dispose d'un seul trainard à déplacement longitudinal sur le banc, portant un chariot à déplacement transversal de vitesse : 0 à 5000 mm/mn et vitesse rapide de 6000 mm/mn.

Le chariot est équipé de deux tourelles de précision et automatiques à quatre outils chacune (quatre positions avec mise en place directe d'une position à l'une quelconque des trois autres).

Chaque tourelle inclut un dispositif d'arrosage sélectif outil, par outil (automatique).

La section d'outil est maximum de  $25 \times 25 \text{ mm}^2$ .

## 2. Tour FLS40

C'est un tour à disposition spécial, équipé d'un calculateur du type "NUM 460" de mémoire programme

K. Relativement au tour HBCNC3, le Tour FLS40 possède beaucoup plus des possibilités d'option et comprend:

### - Broche:

moteur broche de puissance 26 kW.

Vitesse de broche variant suivant 3 gammes automatiques de vitesse variante de 35 à 2800 tr/mn.

### - Trainard:

Ce tour est équipé de deux trainards totalement indépendants:

Trainard vertical, portant tourelle dite "principale" à 8 outils. Aux déplacements:

- Course en X/avance 240/10.
- course en Z/avance 2280/8.

Trainard horizontal, portant tourelle dite "secondaire" à 6 outils. Aux déplacements:

- course en X/avance 240/8
- course en Z/avance 940/8.

Les outils sont portés par les tourelles, par l'intermédiaire d'un plateau circulaire à commande hydraulique recevant des manches porte outils montés directement ou de porte outils rapportés et une arrivée du liquide de refroidissement pour chaque outil.



Section d'outils est de  $32 \times 32 \text{ mm}^2$ , ou de diamètre 50mm.

Parmi les options les plus importantes que peut avoir ce tour:

- Une unité de fraisage.

L'unité de fraisage de puissance (4 kW) à broche horizontale et verticale, permet des opérations d'usinage en trois axes (le troisième axe étant celui de contrôle numérique de la broche en position angulaire et en rotation lente).

Le changeur d'outil avec son magasin à 8 outils et la broche indéxable, donnent au fraisage une autonomie de fonctionnement comme autornage.

- Contrôle automatique des cotes sur machines pour cela, on utilise des palpeurs montés sur batis qui nous permettent d'inspecter les outils, de les mesurer et de déterminer les jauges d'outils.

On utilise aussi un palpeur placé sur tourelle à la place d'un outil, et ceci pour inspecter la pièce à usiner avant et après usinage, la commande numérique s'occupe elle des corrections de mesure et d'usure d'outil.

- Contrôle automatique de température.

- Contrôle d'effort de travail.

- Aide à la programmation en utilisant, table traçante ou des oscilloscopes cathodiques qui nous permettent, un tracé des trajectoires d'outils à partir du programme perforé sur la machine, et de vérifier la validité de ce dernier avant tout travail d'usinage, et de modifier éventuellement, s'il apparaît

que le tracé obtenu n'est pas conforme au tracé recherché

## II.2 Particularités de construction mécanique.

### - Banc

Tout les deux tours HBCNC3 et FLS40, sont munies des bancs en fonte et ceci pour l'amortissement des vibrations.

La disposition des bancs est de tel manière à permettre  
 \* une évacuation parfaite des copeaux, du liquide de coupe.

\* une grande rigidité et un meilleur guidage pour plus de puissance et une meilleure précision.

### - Glissières

\* Sur le tour FLS40, les glissières sont rapportés en acier trempé, rectifié et largement écartés (405 mm) donc de rigidité très grande.

Les glissières assurent le guidage longitudinal grâce aux rouleaux patins à rouleaux (voir fig 1), d'où la rigidité plus grande et l'effort nécessaire au déplacement faible, aussi les frottements sont amoindris. Le déplacement du trainard et de la coulisse est obtenu par vis à bille (voir fig 2), de précision de rattrapage de jeu.

\* Sur le tour HBCNC3, on évite les phénomènes de collage et de "STICK SLIP" par un graissage sous pression automatique des glissières pour fournir des frottements très faibles.

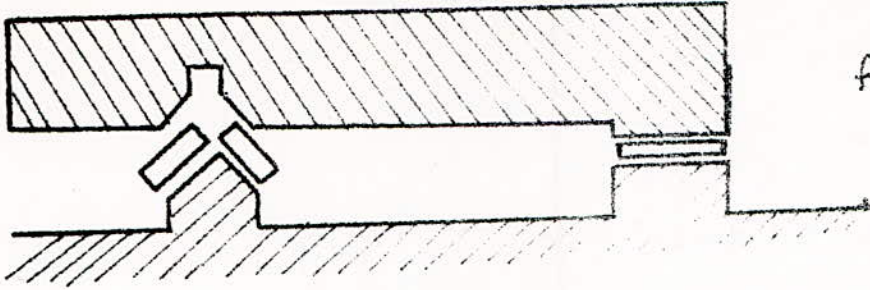


fig 1

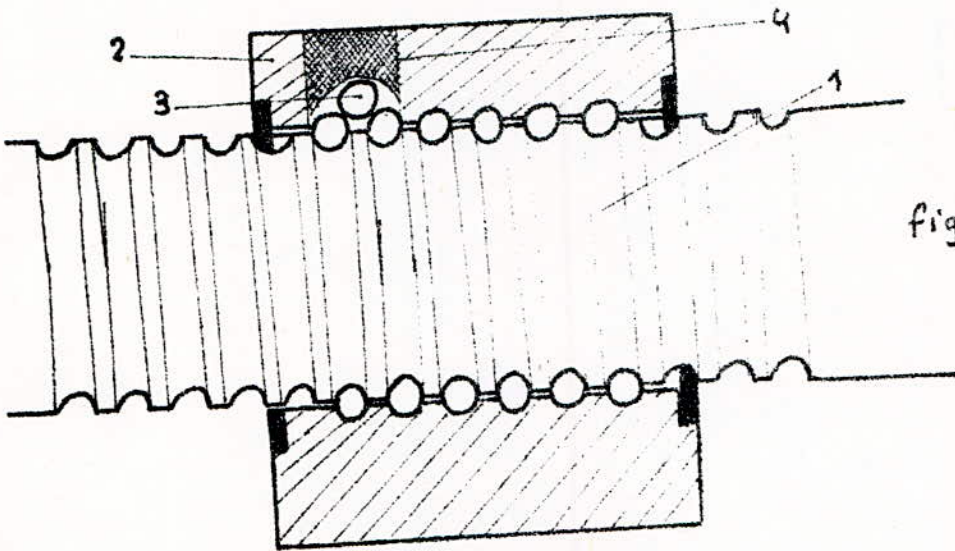


fig 2

A l'intérieure de l'ecrou (2) on trouve des rainures(4)  
qui assurent le transfert des billes (3).  
(1) étant la vis.

Comme le tour est appelé à travailler indifféremment autant avec la tourelle avant qu'avec la tourelle arrière glissière avant du trainard repose sur un prisme de comportant deux pentes symétriques.

Cette conception permet, d'une part de réagir également aux réactions des efforts de coupe en avant de ces deux tourelles et, d'autre part de répartir l'usure éventuelle de la glissière de façon égale sur les deux pentes, n'ayant ainsi que peu d'incidence sur la précision originelle du guidage du chariot et supprimant le risque de déformation ou du défaut géométrique dit de "LACET".

#### - Evacuation des copeaux

Les copeaux qui sont une source potentielle non négligeable de chaleur sont évacués à l'aide d'un évacuateur propre à chaque machine.

Ainsi sur le tour FLS40, l'évacuateur est actionné à l'aide d'un bouton manuelle, et les copeaux sont récupérés en dehors de la machine.

Tandis que sur le tour HBCNC3, possède un tiroir interchangeable pour la récupération rapide des copeaux à l'arrière de la machine.

En résumé, d'après cette analyse des éléments de construction de ces deux machines on en conclut que :

Les deux tours sont des machines, puissantes, robustes, résistantes à l'usure et conservant leur qualités dans

le temps.

les déplacements sont précis et rapides avec accélérations et décélérations importantes (exemples: commande hydraulique de contrepointes. . . ) et les organes de ces machines offrent des possibilités de nettoyage de jeux aisés.

Un comportement sûr et fiable, les ordres données sont exécutés sans défaillance, une faible inertie pour les organes mobiles.

Des arrêts des chariots réalisés avec douceur et sans saccades

Des accorages de chariot précis quel que soit le sens des déplacements.

Comportent des surfaces usinées répondant à des spécifications métrologiques serrées.

Enfin, on trouve réduits à une valeur très minimale les frottements.

- les jeux
- les déformations.
- les vibrations.
- les Températures de fonctionnement.

## CHAPITRE: II

Principe de choix des machines  
outils

Pour une meilleure exploitation des machines, on tiendra compte dans le choix de machine de

- la structure, la disposition particulière et de la capacité de chaque machine choisie.
- des indications et données définissant la pièce à usiner.

De cela, il est possible de faire une répartition des pièces entre les machines disponibles avec les opérations et tâches pour lesquelles, elles sont mieux adaptées, et cela à partir des critères suivants:

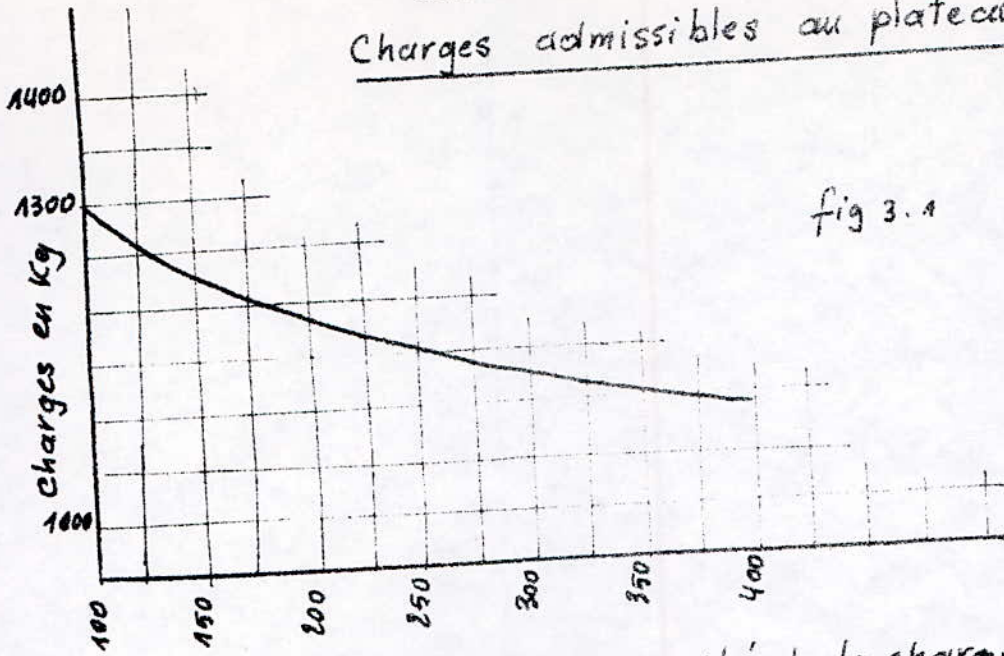
### III. 1. Charges admissibles sur la broche.

C'est pour éviter les détériorations et surcharges des éléments tels que: cas d'usinage continu de grosse pièce, ou on notera un temps de vie des roulements de broche inférieur à la moyenne générale et accroissement des sollicitations, on doit alors limiter les charges, en se référant suivant le cas, au diagramme (voir fig 3) ou en calculant le couple agissant sur la broche (voir fig 4) avec les conditions:

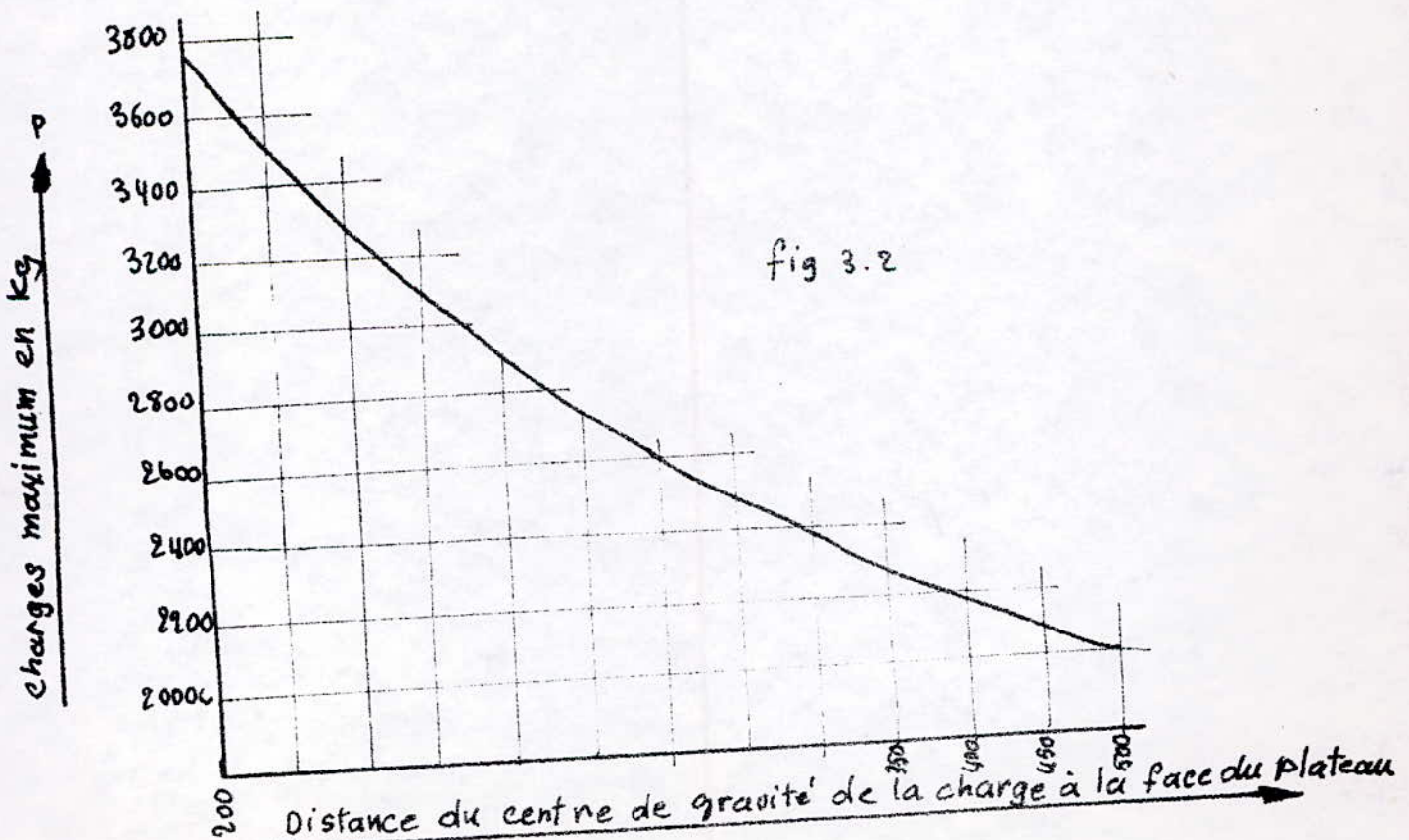
- \* pour le tour HBCNC3 en cas de montage pièce
  - en l'air, le couple maximum fixé à 140 mdaN
  - entrepointe à 134 mdaN.
- \* tandis que sur le tour FLS40 le couple maximum est fixé à 134 mdaN.

Tour "FLS40"

Charges admissibles au plateau.

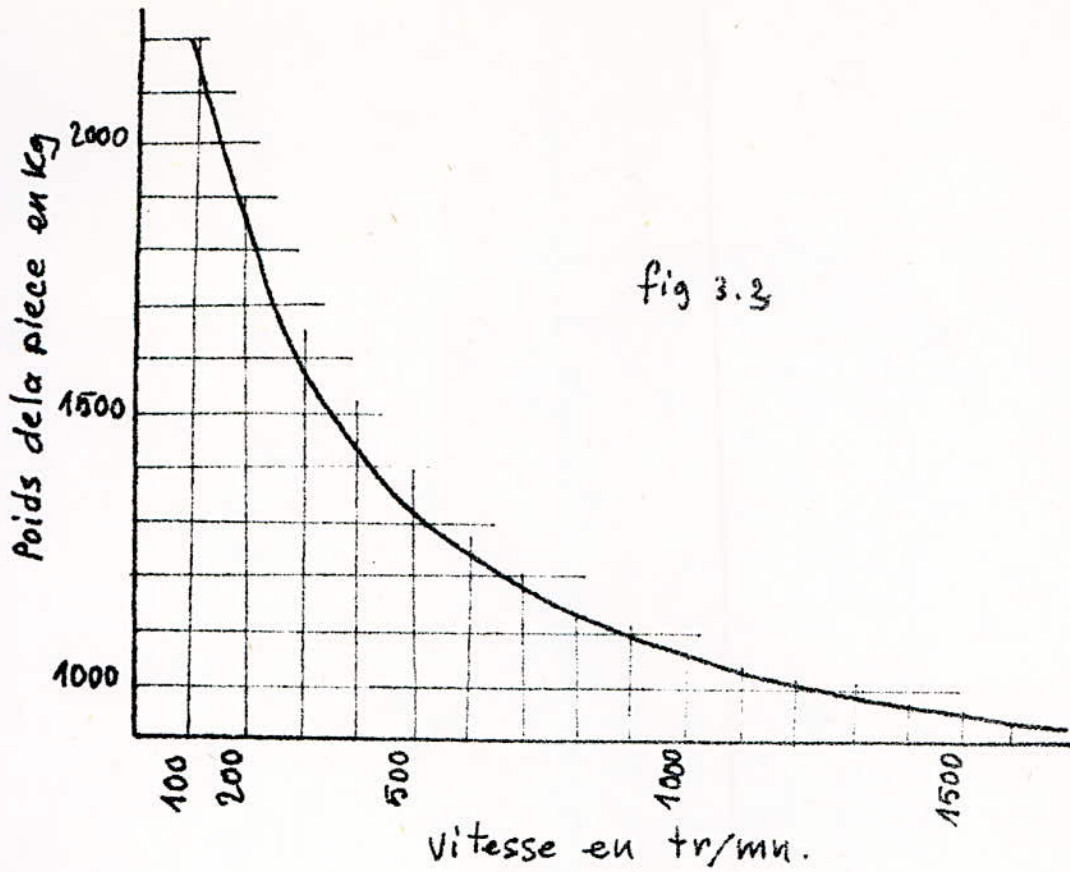


. Distance du centre de gravité de la charge à la face du plateau.

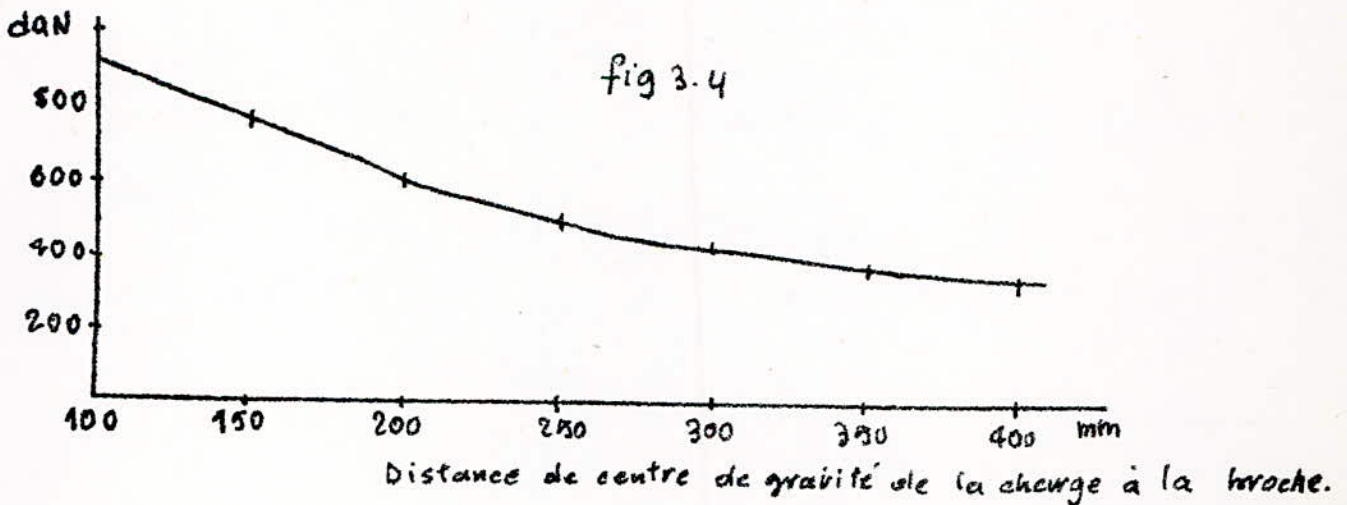




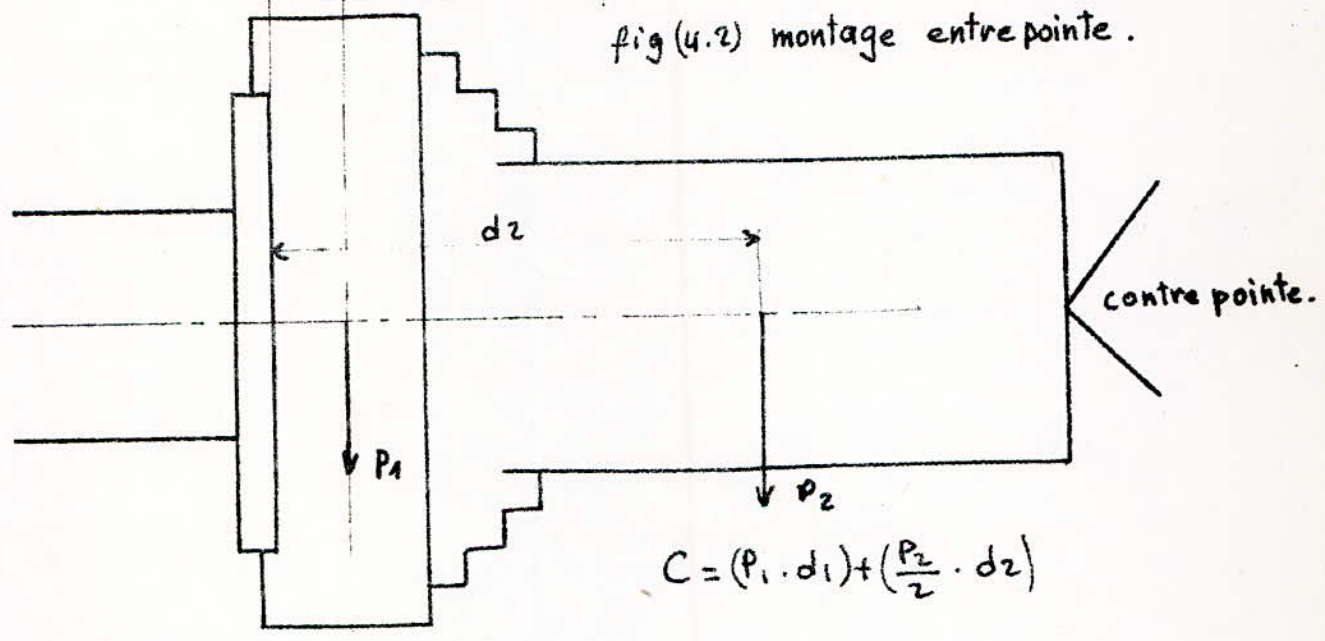
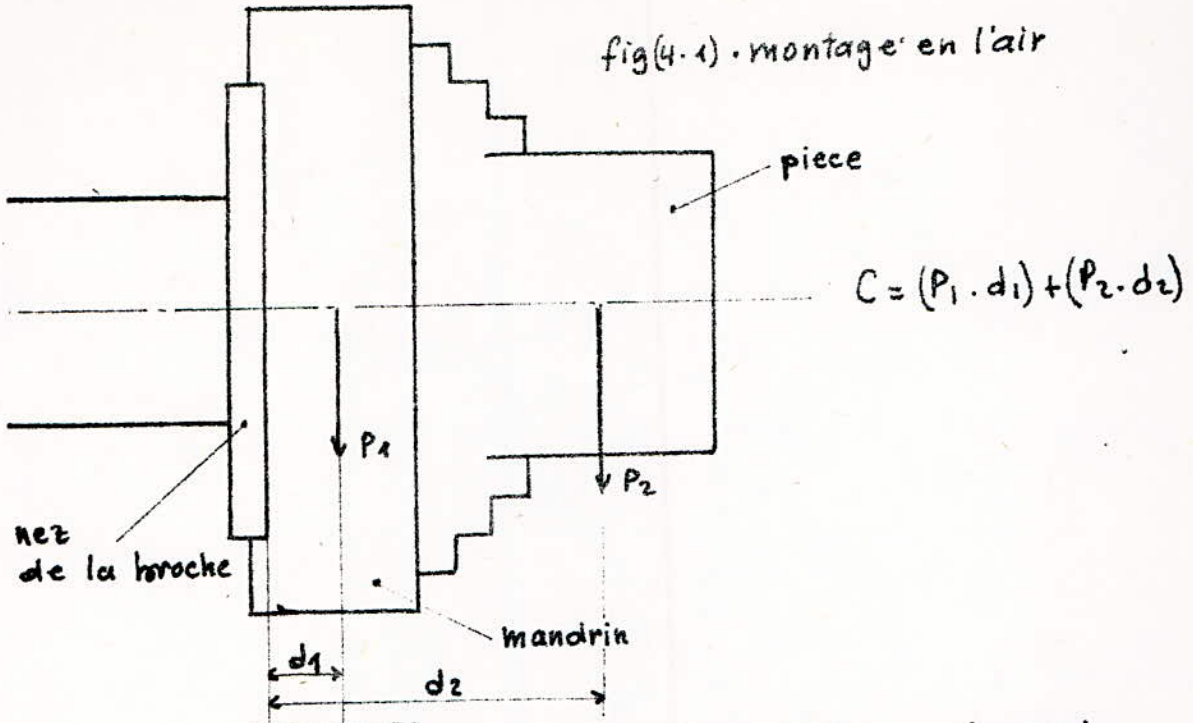
charge admissible entre pointe.



Tour "HBCNC3"  
Charges admissibles sur la broche



Le couple est calculé a partir des montages des pieces bien équilibrés



### III.2. Dimensions des machines et pièces.

Suivant les dimensions des pièces, on détermine celles des machines à choisir. A savoir les courses des organes de positionnement, les courses des organes d'usinage. (Voir figs 5 et 6).

Les dimensions maximums des pièces usinables sur

- Tour HBCNC3 longueur pièce 1900 mm et diamètre 280 mm.
- Tour FLS40 " " " " et diamètre 540 mm.

On notera donc que le tour HBCNC3 est mieux apte à l'usinage des pièces relativement de très grande longueur relativement à leur diamètre. Et l'inverse pour le tour FLS40. De ces faits on réservera par exemple:

- les arbres de très grande longueur pour le tour HBCNC3
- les alésages " " " " diamètre et comportant des formes intérieures pour le tour FLS40.

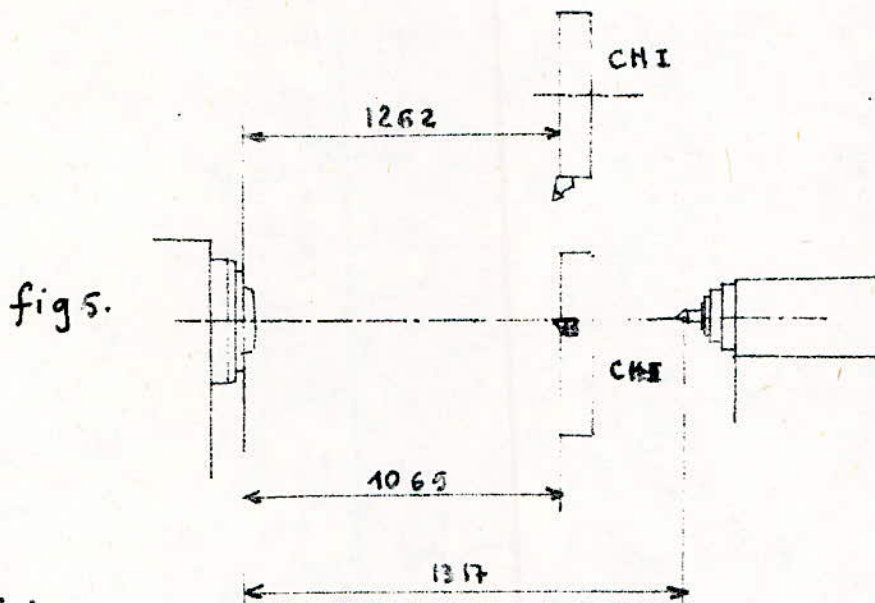
Il est à noter qu'en plus de ses dimensions le tour FLS40, possédant un mandrin mal adapté, il ne peut tourner qu'à la vitesse maximum de 1800 tr/mn, ce qui le laisse donc, réservé aux pièces volumineuses mais de courtes longueurs.

Aussi que le tour HBCNC3, possédant un mandrin de type "FORWARD", tourne à vitesse maximum plus importante 2200 tr/mn et ayant une meilleure assise du fait de son banc, on en déduit sa meilleure adaptation aux arbres de très grande longueur.

# Caractéristiques dimensionnelles machines

## Tour FLS40

Disposition de la machine.

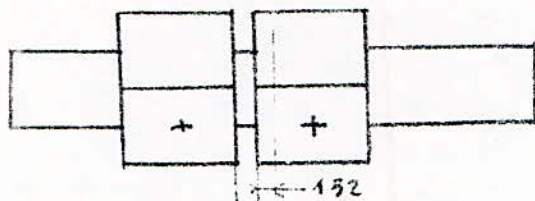
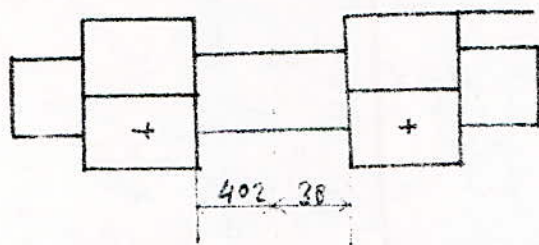


Capacités :

Passage sur banc	560 en mm
Diamètre usinable en mandrin	max 415
Diamètre usinable entre pointes	max 360
Diamètre mandrin	250
Distance entre pointe.	1300
nez de la broche	A1-8
Alésage	77.

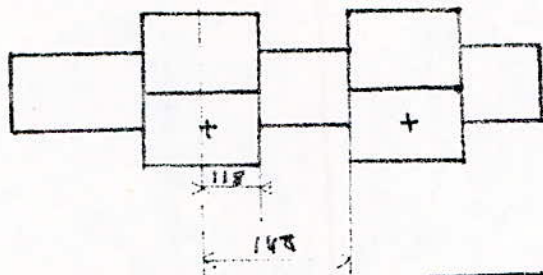
## Dimensionnement et capacité du tour HBENC3

Diamètre admis en dessus du banc	580 mm.
Diamètre admis en dessus de charriot	280 mm.
entre pointe	1800 mm.
Diamètre usinable en continu	580 mm.
Longueur usinable en continu	1630 mm.
Encombrement tourelles sur chariot	

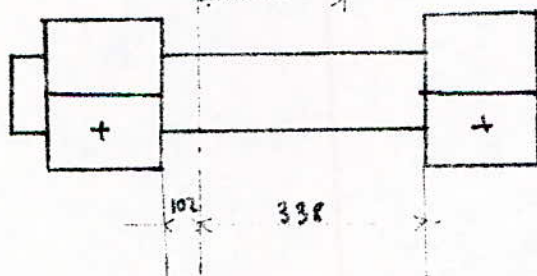


Course de coulisse 182

fig 6



coulisse en position arrière.



coulisse en position avant.

axe de la broche - entre pointe.

La course du charriot par rapport à x est 300 mm.

### III.3. Précision des usinages

Comme il s'agit des machines à commande numérique, ayant une rigidité suffisante pour éviter le collage et le broutage des organes mobiles, et munies d'éléments éliminant jeux, vibrations et températures de fonctionnement... etc...

Et que la cotation est au micron, sur les deux machines.

On en déduit que toutes ces deux machines ont toutes les capacités pour réaliser des usinages satisfaisant toutes les exigences de très grandes précision.

### III.4. Matériaux usinés

Les matières à usiner déterminent le choix des gammes de vitesse de rotation de moteurs de broche, en se référant aux vitesses possibles sur chaque tour.

### III.5. Complexité et dimensions des usinages.

D'après que l'usinage est plus divers, on utilisera le type de changeur d'outil le plus adéquat et le plus évolué.

A tenir compte ainsi pour le tour FLS40, d'existence :

- d'un système de changement rapide et automatique d'outil sur la tourelle et magasin d'outillage contenant le plus grand nombre possible d'outils. Permettant ainsi de remplacer les outils usés ou de faire appel à des outils complémentaires.

- possibilité que deux outils (un outil de chaque chariot) de travailler simultanément avec condition minimum

d'interférence.

- deux tourelles disposant ensemble de 14 outils, de  
De tout ces faits, le tour FLS40 est appelé en premier  
lieu aux usinages nécessitant une plus grande production et  
des pièces comportants des formes variées et compliquées.  
Alors que le tour HBNC3 dispose de 8 outils possibles et  
ne comportant pas d'un changeur d'outil (changement  
manuelle) et n'ayant pas d'outils supplémentaires (maga-  
zin), il découle alors que ce type de tour est limité  
dans la production, et aux pièces de formes relative-  
ment plus simples d'usage et nécessitant plus d'espace  
entre broche et contre pointe.

NB: Dans une production de pièce donnée, il faut  
élargir l'étude de choix de tour, à l'analyse  
économique de production et cela pour diminuer  
le coût de production et augmenter la rentabilité.

# CHAPITRE: IV

Langage et codes des deux  
systemes



## IV.1. Définitions préliminaires

### 1.1. Mot:

ensemble de caractère composé de

- une lettre appelée "adresse" précisant la fonction

exemple : T veut dire outil.

- un signe (+) ou (-) (éventuelle selon les cas)

précisant le sens de déplacement.

- un module partie numérique, composant une instruction suivant l'adresse

exemple : pour l'adresse T le module indiquera le numéro d'outil... etc...

Schématiquement le mot est représenté par

Mot  $\equiv$  adresse    signe    module

### 1.2. Format mot:

est une attribution de caractère placés dans l'ordre:

- adresse.

- signe.

- 1 ou 2 chiffres séparés par un point, représentant de part et d'autre de la virgule des unités du modules, les nombres maximums pour l'adresse en question.

### 1.3. Bloc (d'information).

ensemble de mot précisant toutes les instructions nécessaires à l'exécution d'une séquence élémentaire d'usinage.

Chaque bloc est défini sur une seule ligne, tel que :

exemple : changement de vitesse de rotation broche... etc...

#### 1.4. Programme (d'usinage).

La succession des blocs d'informations forme un programme d'usinage, soit la suite ordonnée décrivant des opérations d'usinages.

#### 1.5. Format des langages

Le format du langage machine est constitué par l'ensemble des adresses employées par une machine outil à commande numérique. Lorsque le format est du type variable, ce qui est le cas de nos deux systèmes, l'ordre de rangement des mots dans le bloc n'est pas imposé, sauf restriction. Il est cependant recommandée de suivre l'ordre préconisé par la norme.

#### 1.6. Définitions des différents fonctions.

##### - (G) ou fonction préparatoire.

Définies suivant des normes, ces fonctions ont pour rôle de préparer la logique à une action déterminée.

Elles permettent par exemple, de choisir le mode de déplacement (rapide ou lent) des organes mobiles, ... etc...

##### - (M) ou fonction auxiliaire.

Ces fonctions servent à mettre la machine en condition de travail, et intéressent la partie se rapportant au fonctionnement de la machine outil, tel que par exemple arrosage, utilisation du chariot clavée... etc...

NB: fin de bloc, c'est un caractère obtenu par le clavier du téléimprimeur et reconnu par l'automatisme pour délimiter chaque bloc

Tableaux des codes reconnus par les deux systèmes.

1° Format généraux des adresses.

lettre adresse	affectation des adresses	FORMAT	
		HBCNC3	FLS40
N	numero de bloc	N5	N5
G	fonctions preparatoires	G2	G2
X Z U W	Commande des positions et déplacements suivant les axes	X ± 4.3 Z ± 4.3	X ± 4.3; X ± 5.3 Z ± 4.3; Z ± 5.3 U ± 5.3 W ± 5.3
I K	Coordonnée d'arc cercle suivant les axes	I ± 3.3 K ± 3.3	I ± 3.3; I ± 3.3 K ± 3.3; K ± 5.3
P	Suivant fonction preparatoire utilisé dans un même bloc. P est affecté au : - déplacement de chaque passe - ... etc ...	néant	P ± 5.3
R	idem que P. R peut être affecté au : - pénétration en Z. - largeur des passes ..	néant	R 5.3
F	de même, il peut être affecté à : Temporisation ou avancee.	F4; F 1.3 F2.2 ou F2.3	F4; F3.1 F1.3; F ± 5.3 et F 2.2
S	valeur de vitesse de broche	S4	S4 et S2
T	outil et correcteur d'outils	T2.2	T2.2 T2.0 T 0.2
M	fonctions auxilliaires	M2	M2

## Tableau des fonctions préparatoires (G..)

définition:

- Revocation mutuelle c'est l'annulation du bloc codé par exemple G90 annule G91.

- Fonction initialisé c'est l'action qui permet d'effacer des mémoires de la logique, toutes les informations qui avaient été rentrées précédemment par la bande.

Code	Revocat mutuelle	fonct initialisé sur R2	Particulier	fonction
G00	G1 - G2 G8 - G33			Positionnement entre tous les axes asservis à vitesse rapide
G01	G0 - G2 G3 - G33	OUI		interpolation linéaire entre toutes axes asservis programmé
G02	G0 - G1 G3 - G33			interpolation circulaire sens anti trigo entre les 2 axes prog
G03	G0 - G1 G2 - G3			interpolation circulaire sens trigo entre les 2 axes programmés
G04	fin bloc			arrêt temporisé de valeur indiqué par F2.2 : cette fonct doit être programmé seule dans un bloc
G09	fin bloc			deceleration arrêt en fin de mouvement avec resorption de l'erreur de poursuite.
G25				limitation de vitesse de broche en vitesse de coupe constante non obligatoire
G33	G0 - G1 G2 - G3		Tour FL540	cycle de filetage à pas const utilisant X, Z, I, K, P, R, F, S
			Tour HBNC3	filetage conventionnelle à pas constant
G34			Tour HBNC3	cycle de filetage à pas constant ne nécessite I, K, D, F
G38	G0 - G1 G33 - G2 G3		Tour FL540	filetage enchainés associés à K projections du pas en Z pour $K \leq 45^\circ$ I projection du pas en X pour $K > 45^\circ$

G40	G41-G42	oui		annulation de correction - outil
G41	G40-G42			Correction de rayon d'outil outil à gauche du profil.
G42	G40-G42			Correction de rayon outil outil à gauche du profil.
G70	fin bloc		Tour FLS40	programmation absolue des cotes par rapport à l'origine mes mesure
G80	G..	oui	FLS40	annulation des cycles d'usinage
G81			Tour HBCNC3	cycle de chariotage
G82			Tour HBCNC3	cycle de dressage de face
G83	G80			cycle de Perçage - débouirage axe x : associe à x et P axe z : " " z et R
G84	G80			cycle d'ébauche, profondeur de passe : p suivant axe x R " " z
G85	G80			cycle de finition dans le sens du profil d'ébauche associe à G41 ou G42.
G86				cycle de finition dans le sens inverse du profil d'ébauche associe à G41 ou G42.
G87			Tour FLS40	cycle de gorge Pas du décalage P (l'axe x) et R (axe z).
G90	G91	oui		programmation absolue des cotes par rapport à (OP)
G91	G90			Programmation relative des cotes par rapport à (OP).
G94	G95-G98	oui		vitesse d'avance en mm/mn ds F4
G92			Tour FLS40	décalage d'origine, programmé ds un seul bloc
G95	G94-G98			vitesse d'avance en mm/tr ds F4
G96			Tour HBCNC3	vitesse de coupe const S4 exprime la vitesse de coupe en m/mn.
			Tour FLS40	idem q'au tour HBCNC3 mais X ± 5.3 représentant la position outil au départ de VCC

G97	G96	OUI		Vitesse de rotation entr/mm ds 54
G98	G9-G95		Tour FLS40	vitesse d'avance en 0,1 mm/mm ds F3.1

Tableau fonctions auxiliaires.

code	Revocation	effectif (bloc)			Particulier	fonctions
		Début	Fin	Dans		
M00	action sur le bouton poussoir cycle		X	X		arrêt programme, interruption cycle et arrêt broche et arrosage
M01	action sur le bouton poussoir cycle		X	X		arrêt optionnel, même action que M00 qd la Touche M1 est valide sur le pupitre
M02	début prog %		X	X		fin programme pièce
M03	M04 M05 M00	X				rotation de broche sens anti-trigo
M04	M03, M5, M0	X				rotation de broche sens trigo
M05	M3 M4		X			arrêt de broche
M06		X				changement d'outil
M07	M9, M0	X			Tour FLS40	arrosage n° 2
M08	M9, M0	X				arrosage n° 1
M09	M7, M8	X				arrêt arrosage n° 1 et n° 2.
M30				X	Tour H3CNC3	Reboulage Repointe la memoire piece du signe % n'arrête pas la broche.
M40		X			Tour H3CNC3	broche débrayée, utilisation facultative generé par M5
M41 M42 M43		X			Tour FLS40	3 gammes des vitesses de rotation de broche
M48	M49		X		Tour FLS40	Validation des potentiomètres d'avance et de broche
M49	M48		X		Tour FLS40	Inhibition des potentiomètres d'avance et de broche.
M50					Tour H3CNC3	accé à la rampe de du manoir hydraulique
M61					Tour FLS40	ordre de départ donné au chariot 1
M62						ordre de départ donné au chariot 2
M70						arrêt du chariot sur lequel on travaille M70 attente d'un ordre départ à ce chariot.

# CHAPITRE: V

Données et notions de base des  
deux systemes

## I.1 - Programmation des cotes et déplacements.

### 1.1. Repérage des axes.

- Définition d'un axe dans une machine outil à commande numérique

On compte un axe déplacement par degré de liberté de la table de la machine, si le mouvement est commandée numériquement et d'une manière continue (asservissement).

L'origine est le point d'intersection d'axes.

Tout les axes des deux machines, sont asservis. Le nombre d'axe de travail est :

- Pour le tour HBCNC3, deux axes X, Z.

- Pour le tour FLS40, quatre axes X, Z, U, W. Pour raison, qu'il est équipé de deux chariots totalement indépendants, et qu'il n'y est pas d'ambiguïté d'appellation sont affectés pour

- le chariot principal, les axes X, Z

- le chariot secondaire, les axes U, W avec la correspondance de l'axe U à l'axe X et de l'axe W à l'axe Z.

Remarque: Par la suite, sauf spécification particulière, tout ce qui peut être dit au sujet des axes X, Z est valable pour les axes U, W, dans le cas du Tour FLS40.

#### 1.1.1. Implantation des axes sur les tours

L'axe X est perpendiculaire à l'axe de la broche. L'axe Z est représenté par celui de la broche. L'intersection de ces axes représente le point zéro du système d'axes.

En règle générale, l'axe X se trouve situé sur la face de la pièce qui est en butée sur le moyen d'entraînement. Le point zéro du système d'axe devient ainsi le point zéro



de la pièce.

La position de la tourelle de base par rapport à l'axe de broche permet de définir les signes (+) ou (-) de chacun des axes et ceci conformément aux définitions suivantes :

- Un mouvement de l'outil provoquant un accroissement des dimensions extérieures de la pièce indique le sens positif d'un axe.

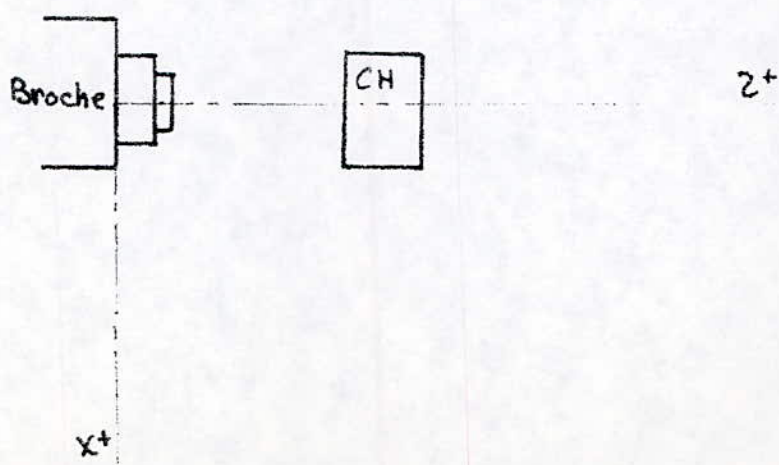
- Un mouvement de l'outil provoquant une diminution des dimensions extérieures de la pièce indique le sens négatif d'un axe.

Remarque: Le système d'axes peut occuper n'importe quelle position dans la limite des capacités dimensionnelles de la machine et du C.N.C.

Ainsi on peut en déduire les systèmes d'axes pour les deux tours comme indiqué (voir fig ).

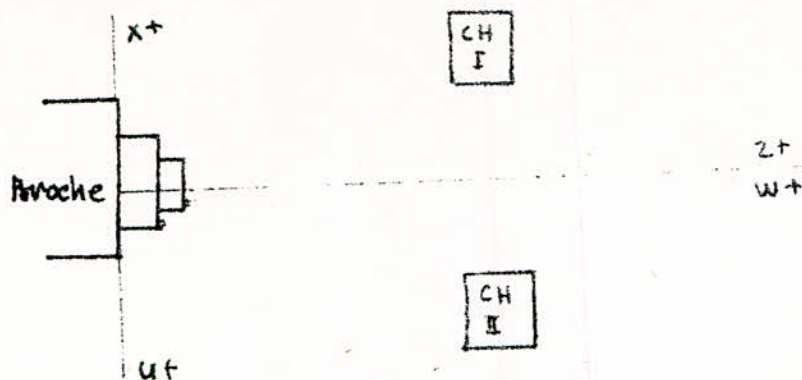
Tour HBCNC3.

les deux axes  $X, Z$  formant le plan vertical (face) de la machine.



Tour FLS40.

Les axes  $x, z, u, w$  se trouvent tous dans le même plan vertical (face) de la machine.



CHI : Le chariot principal, de mouvement plan vertical face de la machine.

CHII : Le chariot secondaire, de mouvement plan horizontal contenant (axe. broche) de la machine.

### 1.1.2 Définition des origines

Les systèmes traitent pratiquement toujours des cotes repérées par rapport à une origine de mesure (OM), et ceci quelque soit le mode de programmation choisi.

#### a- Origine mesure

dit encore "origine machine", il est défini comme suit: l'origine mesure est obtenue soit par accostage d'une butée, si le système dispose d'une mesure semi absolue, soit directement à la mise sous tension du système de mesure, s'il dispose d'une mesure absolue.

Ainsi on a :

en mesure absolue:

OM, c'est l'origine du système de mesure, définie par la position mécanique du capteur absolu sur la machine et peut se trouver en dehors des courses utiles maximales de la machine.

en mesure semi absolue:

OM, c'est un point préférentiel défini sur chaque axe (au moyen d'une entrée) par le constructeur machine, généralement pris à l'intérieur des courses machine. Il permet de fixer l'origine absolue de la mesure.

b. - Origine pièce.

Indépendante du système de mesure, cette origine est définie par un point de la pièce sur lequel on est capable de se positionner, soit directement, soit à l'aide de cales et d'un comparateur.

c. Origine programme.

Indépendante de système de mesure, c'est l'origine du trièdre de référence qui a servi au programmeur à l'établissement de son programme.

1.1.3 Décalage des origines.

Décalage à prendre en compte pour faire confondre, l'origine machine (OM) et l'origine programme (OP).

Le décalage d'origine est connu du programmeur, il est introduit au clavier et pris en compte systématiquement par la CNC.

La mesure de position étant toujours repérée par rapport

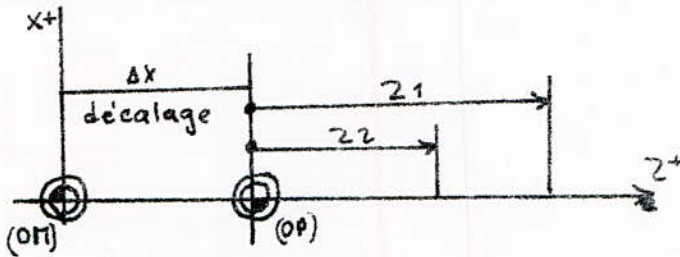
a l'origine de mesure.

Les cotes programmées peuvent être exprimées dans les formes suivantes:

- Pour les deux systèmes :

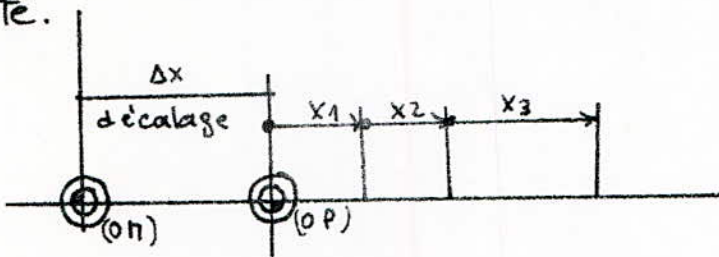
Programmation absolue (correspondant au code G90).

Dans ce cas, la cote est reperée par rapport à l'origine programme



Programmation relatif (correspondant au code G91).

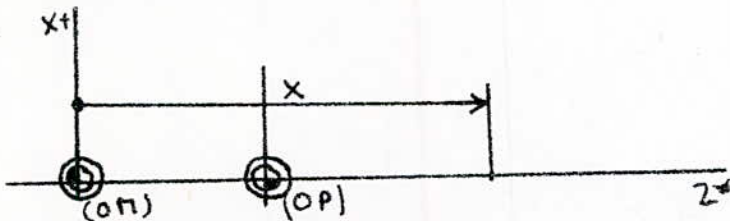
Dans ce cas, la cote est reperée par rapport à la position précédente.



- Uniquement pour système "NUM 460 TM"

Programmation absolue en cote mesure (correspondant au code G70).

Dans ce cas, la cote est reperée par rapport à l'origine mesure.



Programmation code G92.

Dans ce cas, la cote absolue de translation d'axe par rapport à l'origine programme.

en mode G90.

G92 Xn définit la valeur dont seront modifiées toutes les cotes suivantes. Un nouveau G92Xn annule et remplace le précédent et le parcours se trouvera décalé de la valeur du dernier G92 programmé.

en mode relative G91

G92 Xn définit la valeur dont seront modifiée la première la première cote suivant G92. Un nouveau G92 modifiera de la même manière la première cote qui le suit mais, la position en valeur absolu se trouvera décalée de la somme de toute les (G92) programmée antérieurement.

Remarque: Pour annuler les (ou le) décalages appliqués en G92, il est conseillé.

- en G90 de programmer G92 X0Z0.

- en G91 de repasser en G90 et de programmer G92 X0Z0.

### 1.2. Programmation des déplacements

Dans les deux systèmes, elle est défini soit en absolu ou en relatif.

- Absolu (correspondant au mode G90).

La combinaison des signes (+) ou (-) et les distances (X, Z) par rapport à l'origine programme (OP), affectée aux adresses des déplacements (X, Z) donne la longueur et la direction du mouvement.

- relatif (correspondant au mode G91).

La combinaison des signes (+) ou (-) et les distances ( $n, z$ ) a par rapport au point de départ de l'outil affectée aux adresses de déplacement ( $x, z$ ) donne la longueur et la direction du mouvement.

Pour les deux tours:

- si les axes dépendant de la broche dans leur déplacement ce qui est le cas général, la vitesse d'avance est ainsi exprimée en mm/t (G95). En filetage, il est lié à la position de la broche; l'avance est alors défini par la valeur du pas du filet et la vitesse de rotation de la broche.

- si le déplacement est indépendant de la broche, la vitesse est alors exprimée en mm/min (G94).

Et uniquement sur le tour FLS40 en 0,1 mm/min. (G98).

### 1.2.1 Définition des interpolations.

Pour les types de machines, possédant l'interpolateur, le calculateur effectue, les calculs à partir de repère de la courbe et commande les déplacements de la machine au fur et à mesure du calcul.

fig 1 linéaire

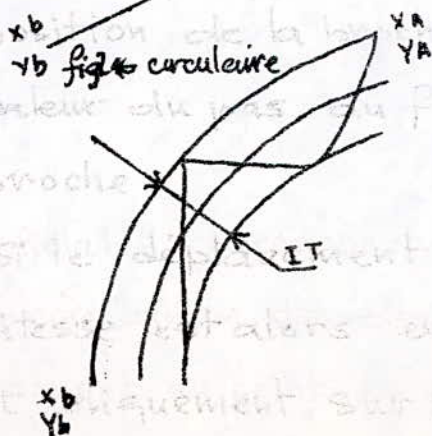


fig 1. Programmer les points de départ et d'arrivée  
Pour l'usinage d'une droite,  $\Delta X, \Delta Y$  sont de l'ordre de 0,01 mm.

fig 2. Programmer les points de départ et d'arrivée de chaque segment incliné dans l'intervalle de tolérance IT.

- Interpolation linéaire (correspondant au code G91).

Elle nous permet ainsi de contrôler à chaque instant la position de l'outil pendant l'usinage d'une droite quelconque dans le plan.

La fonction préparatoire G91 doit être présente avant les adresses X, Z, qui définissent les coordonnées du point d'arrivée par rapport au point de départ choisi.

Ce point de départ choisi peut être dans les 2 systèmes

- l'origine programme OP en (G90)
- au point précédent en G91

ceci étant pour les deux systèmes.

Seulement pour le système "NUM 460TH"

- l'origine mesure OM en (G70).

- Interpolation circulaire (correspondant aux codes G2 et G3)

La position de l'outil est à chaque instant étant contrôlée pendant l'usinage des arcs de cercle quelconque.

Les fonctions préparatoires G2 et G3 sont affectées suivant le sens de rotation respectivement (antitrigon) et (trigon). Suivie des adresses I, K représentant respectivement les composantes scalaires du vecteur ayant pour origine le centre du cercle et pour extrémité le point de départ de l'usinage, dans le repère donnée.

NB: Dans le déplacement linéaire en vitesse rapide on programme G0 et ceci pour tout les deux systèmes et dans les deux modes G90 et G91.

les quatres adresses X, Z, I, K sont obligatoirement programmée dans le bloc, même si elles sont nulles (cas de I et K), même si elles sont inchangées (cas de Z ou X)

Donc les fonctions G2 et G3 présentent avant les adresses d'axes.

- Pour le Tour FLS40.

$$X \pm 5.3 \quad Z \pm 5.3$$

point d'arrivée du cercle

$$I \pm 5.3 \quad K \pm 5.3.$$

coordonnées relative du centre du cercle par rapport au point de départ.

- Pour le tour HBCNC3.

$$X \pm 4.3 \quad Z \pm 4.3$$

$$I \pm 4.3 \quad K \pm 4.3.$$



## V.2. Réglage et mise en oeuvre des outils et programmation.

1. Sous la même adresse T sont programmés

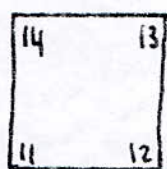
le numéro d'outil par les deux premiers chiffres.

Le numéro de correction qui lui est affecté par les deux derniers chiffres.

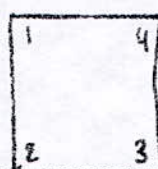
Dans les deux tours, les déplacements et rotations des deux tourelles sont automatiques.

L'adresse et valeur (T. . .) est toujours associée à la fonction auxiliaire M6. Cette programmation permet d'effectuer un changement d'outil et de mettre l'outil choisi par le numéro donné en position de travail. Le changement d'outil est manuel ou automatique.

Tour HB CNC3

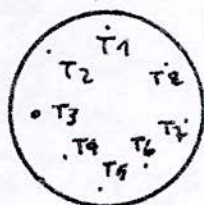


Tourelle arriere

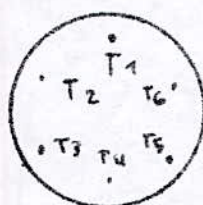


Tourelle avant.

Tour FLS 40



Tourelle principale



Tourelle secondaire

b: Tout outil peut être rappelé suivant la nécessité, plusieurs fois dans le même programme d'usinage.

## 2. Définition : correcteurs d'outils.

C'est le multicommutateur sur le clavier numérique de la CNC, qui permet d'introduire les valeurs concernant les longueurs et rayon d'outil que la partie commande aura à prendre en compte lors des déplacements et positionnement de l'outil.

Alors le correcteur comprend :

### 1. Correction de la longueur d'outil (jauge d'outil voir fig)

Lorsque l'on établit le programme d'usinage on ne connaît pas toujours la longueur de l'outil. Il faut alors sur machine CNC afficher la longueur réelle de l'outil sur le clavier numérique. Le calculateur déterminera d'après cette donnée le déplacement de l'outil.

### 2. Correction de rayon d'outil (voir fig).

Sur machine à CNC, on affiche le rayon réelle de l'outil sur le clavier numérique. La valeur de la correction peut être égale au rayon de l'outil. Cette correction offre ainsi l'avantage de pouvoir programmer le profil réel de la pièce.

L'ensemble des paramètres ( $J_x$ ,  $J_z$  et  $R$ ), étant pris en compte par la partie commande et forme le triplet de correction qui correspond au numéro du correcteur relatif à l'outil choisi.

Exemple T 10.01

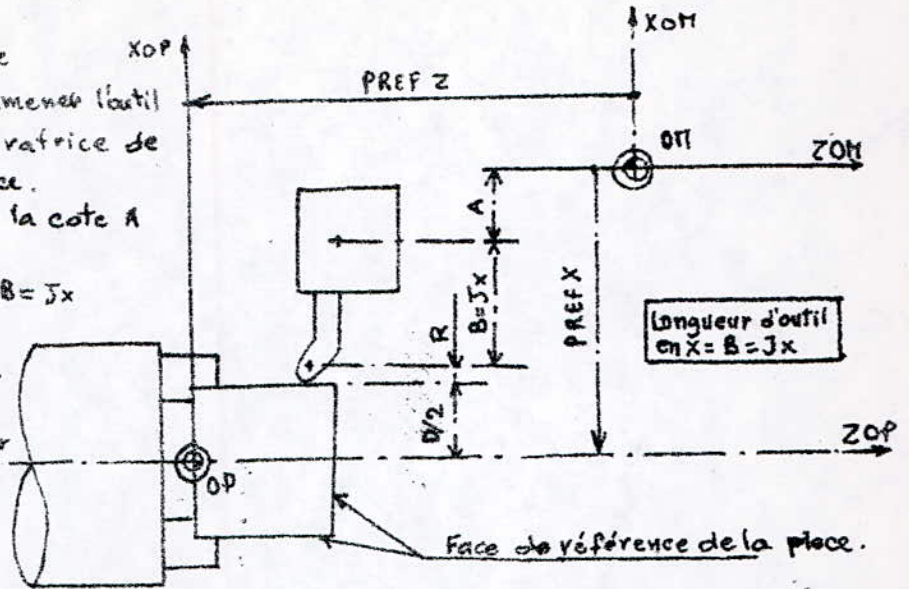
VB: Si la partie n° correcteur est nulle dans ce cas la correction est annulé pour l'outil en question.

• Valeur de Jx

- ① Positionner le commutateur sur commande manuelle.
- ② Déplacer en commande manuelle l'axe x pour amener l'outil en contact avec la génératrice de référence x de la pièce.
- ③ Lire sur le cadran la cote A
- ④ calculer la cote  $B = Jx$

$$Jx = B = \text{PREF}x - (A + R + \frac{D}{2})$$

- ⑤ Introduction de la valeur Jx dans le calculateur.

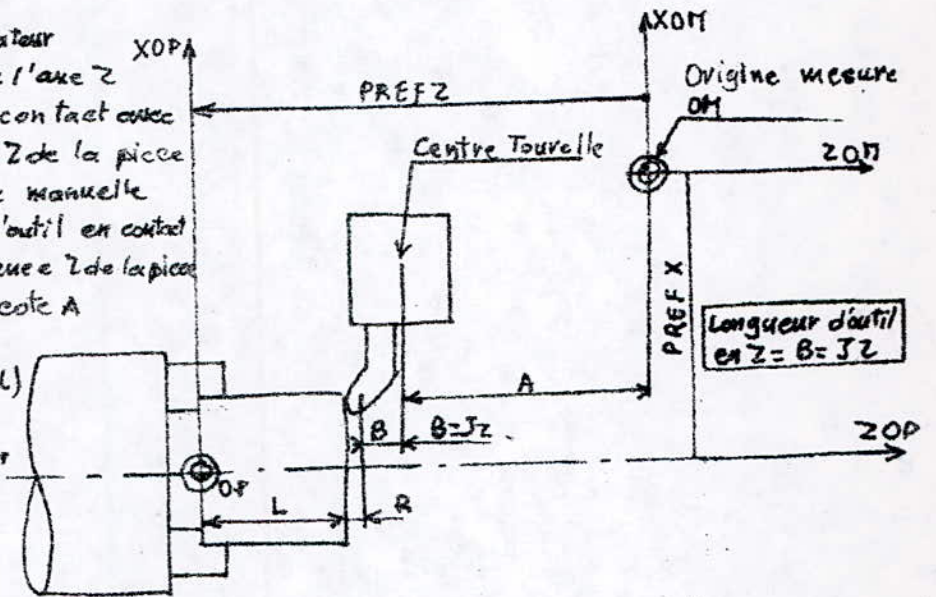


L = longueur connue    D = diamètre connu    A = Rayon d'outil

• Valeur de Jz

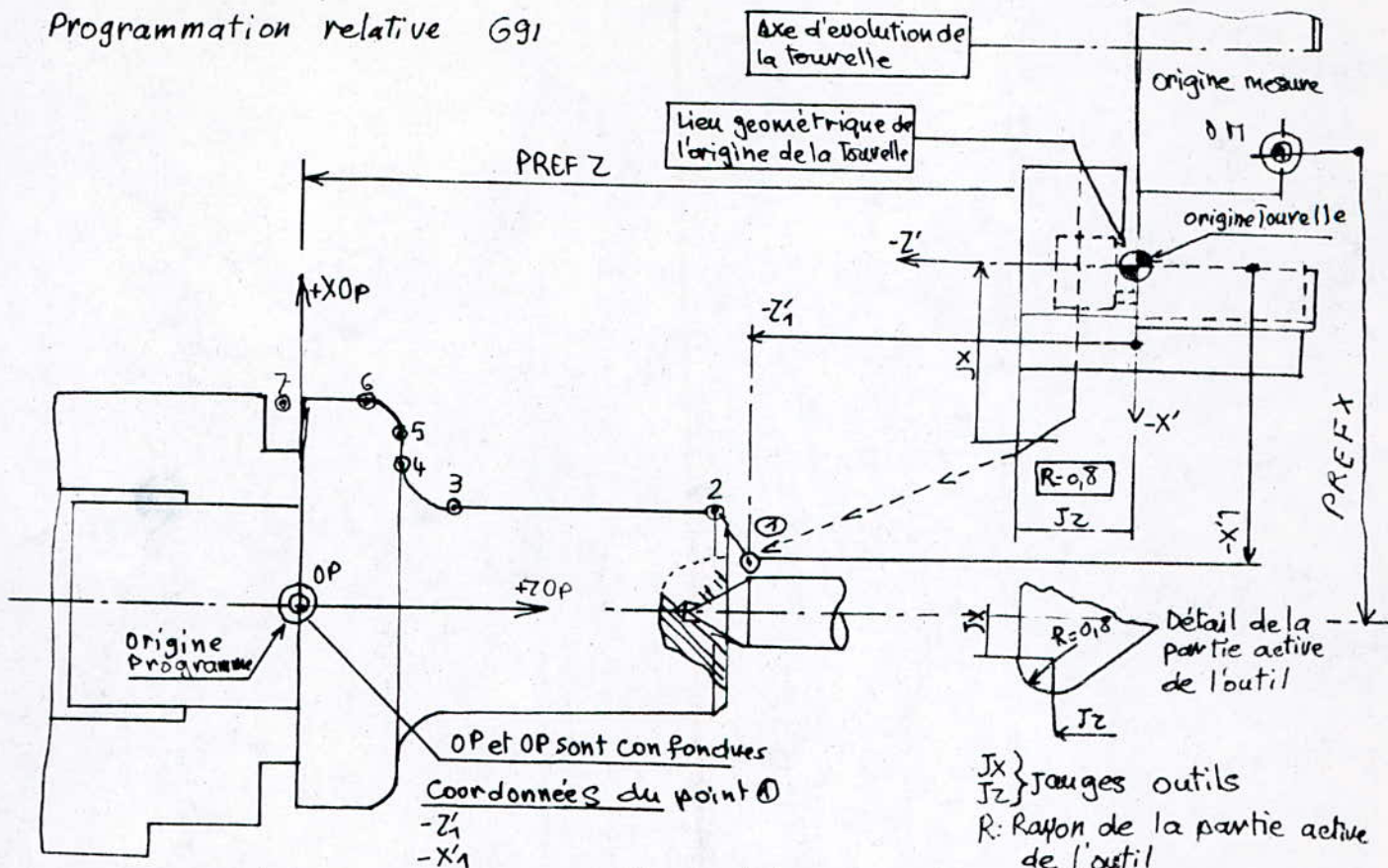
- ① Positionner le commutateur sur commande manuelle l'axe z pour amener l'outil en contact avec la face de référence z de la pièce
- ② Déplacer en commande manuelle l'axe z pour amener l'outil en contact avec la face de référence z de la pièce
- ③ Lire sur le cadran la cote A
- ④ calculer la cote  $B = Jz$
- ⑤ Introduire la valeur Jz dans le calculateur

$$Jz = B = \text{PREF}z - (A + R + L)$$



L = longueur connue    D = diamètre connu    A = Rayon d'outil

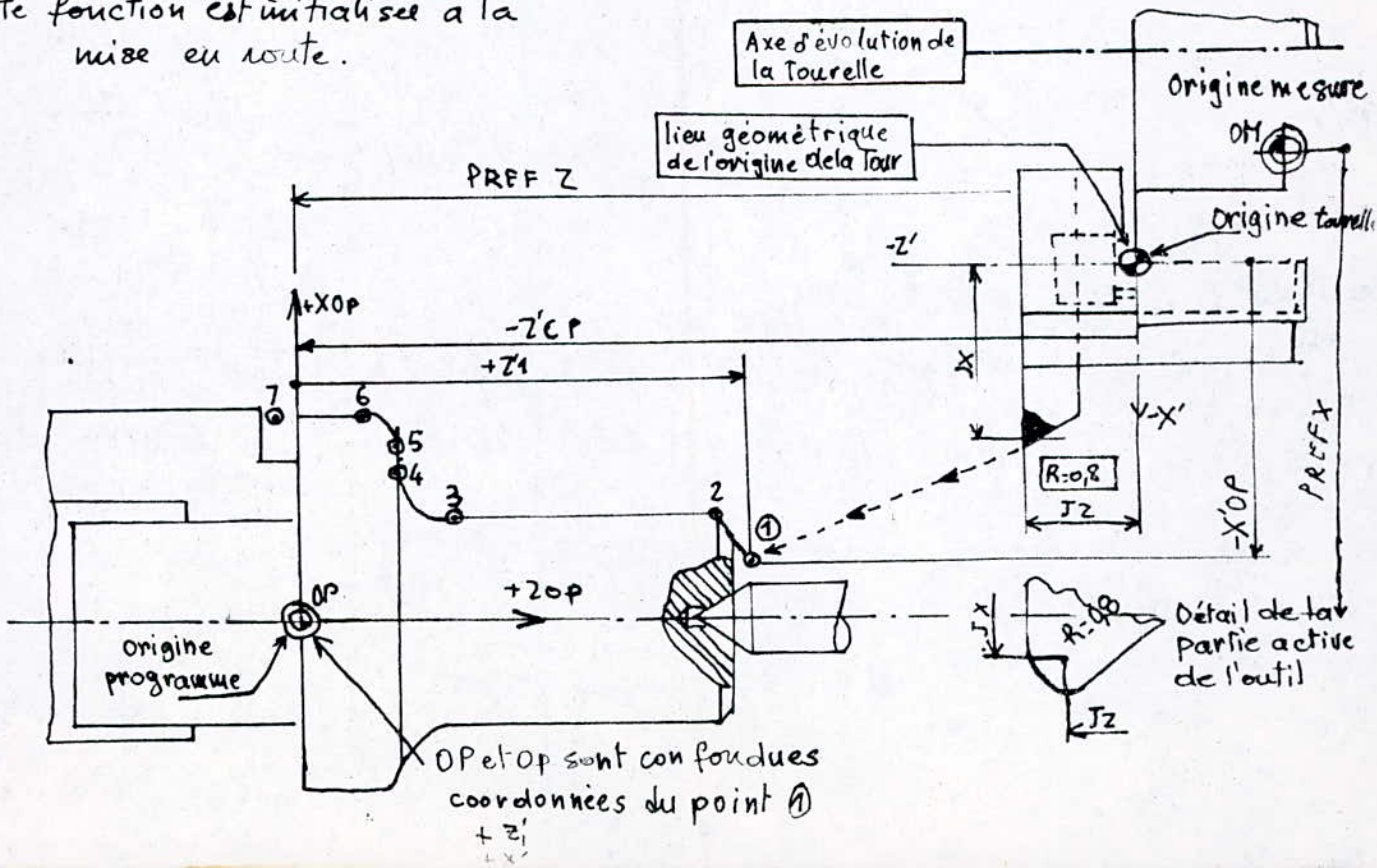
Programmation relative G91



G91: permet de réaliser une programmation relative des cotes par rapport au point de départ du bloc ou consistant les coordonnées du point d'arrivée de l'outil par rapport à son point de départ. le point d'arrivée devient départ pour le mouvement suivant.

Programmation absolue G90

Cette fonction est initialisée à la mise en route.



### 3. Programmation de la correction de rayon d'outil.

La correction introduite peut être égale au rayon même de l'outil. C'est à dire qu'il est possible de programmer le profil réel de la pièce, la commande numérique exécute automatiquement la trajectoire déportée. Elle peut aussi exprimer une correction de rayon par rapport à un rayon théorique dont la trajectoire programmée tient compte.

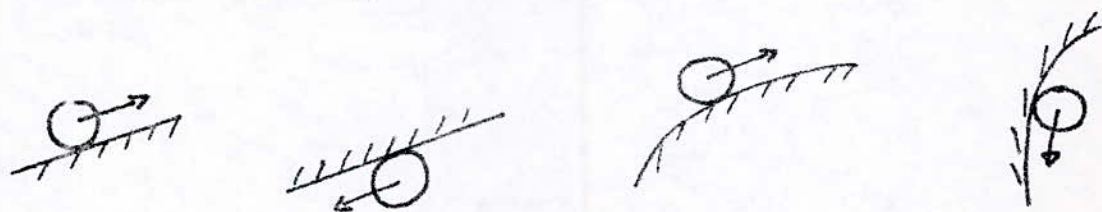
Sur le programme pièce, il faut préciser:

- la position de l'outil par rapport à la trajectoire programmée (outil à gauche ou à droite du profil à usiner) correspondant aux code G41 ou G42. (Voir fig ).
- le numéro de correction à appliquer.

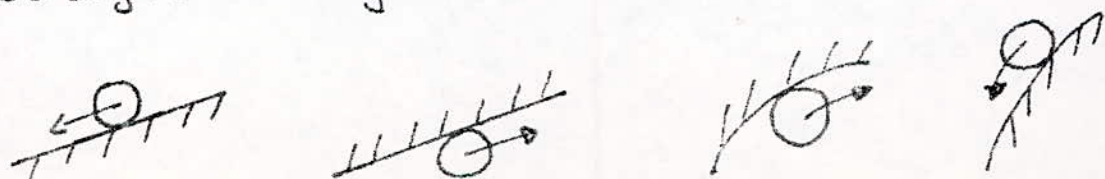
La CNC analyse les figures élémentaires successives et apporte les corrections en conséquence.

Les figures ci dessous précisent les fonctions préparatoires à programmer pour obtenir la trajectoire désirée.

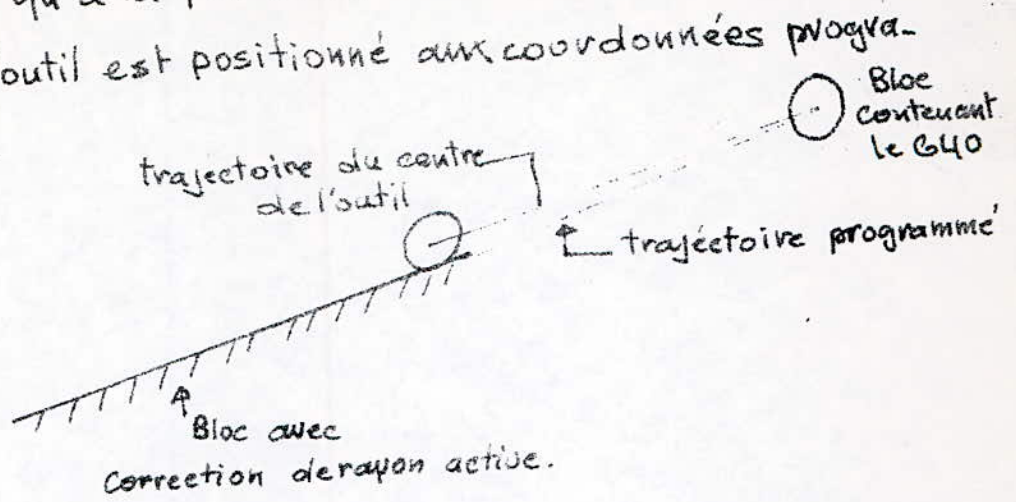
G41 : rayon d'outil à gauche d'un profil composé de segments tangents entre eux.



G42 : rayon d'outil à droite d'un profil composé de segments tangents entre eux



G40 : annulation de la correction de rayon d'outil  
 L'annulation de la correction de rayon est progressive, elle n'est effective qu'à la fin du bloc contenant le code G40; a ce moment, l'outil est positionné aux coordonnées programmées X et Y.



### V.3. Programmation des avances.

La valeur de vitesse est constante sur toute la trajectoire programmée (droite, pente et arcs).

les avances indiqués par les fonctions préparatoires pour les deux systèmes :

1<sup>er</sup> G94 et F4 chiffres, avance exprimé en mm/mn.

vitesse max de déplacement

Tour HBCNC3 :  $v \leq 5,8 \text{ m/mn.}$

Tour FLS40 :

2<sup>es</sup> G95 et F1.3 chiffres, avance exprimés en mm/tz

vitesse maximum de déplacement.

Tour HBCNC3 :  $v \leq 1,2 \text{ m/mn.}$

Tour FLS40 :

Seulement pour "NUM 460 TM" la fonction G98 et F4 qui indique l'avance exprimée en 0,1 mm/mn.

NB: pour les vitesses d'avance on peut les modifier d'un bloc à l'autre.

#### V.4. Temporisation (correspond au code G4)

Il peut s'avérer nécessaire de laisser écouler un temps déterminé entre deux séquences et, cela pour il faut programmer dans un seul bloc la fonction de Temporisation F2.2. (1/100 sec à 99,99 sec).

Alors on aura :

N... G4 F4.1 avec Fmax 60000.

#### V.5. Programmation de vitesse de broche

##### 5.1. Commande des vitesses de broche

Elles sont programmés sous l'adresse S4. On indique directement la vitesse en  $t_2/mn$  avec omission possible des zéros de tête. 697 rotation  $t_2/mn$ .

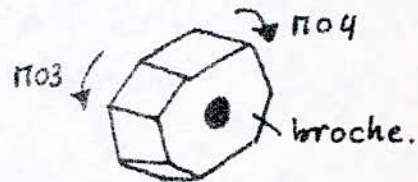
- Limitation de vitesse de broche.

G25 fonction limitation de la vitesse de broche avec S4 ou le chiffre exprimé en  $t_2/mn$ .

- la mise en marche du moteur broche met en route de la broche est indiqué par:

M03 sens avant (direct)

M04 sens arrière (indirect).



- l'arrêt de broche est obtenu par M5. (coupure d'alimentation)

- Pour mettre la broche en route au départ du cycle on peut programmer les deux fonctions (M3) ou (M4) selon

le sens désiré avec la valeur de vitesse choisie.

Exemple M3 S1200.

- l'inversion de sens de rotation on programme directement le sens de rotation et de la vitesse de broche sans faire intervenir le (M5).

5.2 Programmation de la vitesse de coupe constante (VCC).

- Rappel sur la vitesse de coupe constante.

$$V = \pi \cdot D \cdot N \quad V [m/mn] ; D [m] ; N [tr/mn].$$

Lorsque  $V = VCC$ , alors  $D$  et  $N$  varient inversement proportionnel, c'est à dire la vitesse en  $[tr/mn]$  varie en inverse au diamètre usiné et, ceci sans programmation particulière dans les deux systèmes.

- Programmation du mode (VCC).

1<sup>o</sup> programmer une mise en route de la broche.

2<sup>o</sup> amener l'outil sur le premier diamètre à usiner

3<sup>o</sup> programmer dans un seul bloc.

G96 S4 et X ± 4.3 - pour le tour HB/CNC3

" et X ± 5.3 - pour le tour FLS40.

Le G96 initialise le mode (VCC).

l'adresse S représente la valeur de la vitesse de coupe exprimée en m/mn.

X étant la position de l'outil par rapport à l'axe de la broche exprimé en microns.

4<sup>o</sup> programmer tout les déplacements relatifs

à l'usinage sans indiquer la vitesse de broche gérée

par le CNC. La lecture du bloc G96.



5: G97 S4 revoque le mode (VCC) et rétablit le mode Tou. par minute.

- limitation de vitesse de broche.

Il peut s'avérer nécessaire de limiter la vitesse de broche en mode (VCC) pour des raisons de configuration de la pièce (équilibrage) ou tenue de pieds en cours d'usinage (force centrifuge).

Dans ce cas, on programme G95 S4 dans le bloc

G96 x ± 4.3 S4 - pour le Tour HBCNC3. (CERCI)

G96 x ± 5.3 S4 - pour le Tour FLS40. (NUM460TM).

## V.6 fonctions diverses

M00 ou M : arrêt programmé. le cycle ne reprend qu'après action sur le bouton cycle.

M1 : arrêt optionnel.

M2 : fin programme. l'arrêt du cycle d'usinage pour la machine.

M8 : mise en route d'arrosage avec début de toute opération d'usinage nécessitant lubrification.

M9 : arrêt d'arrosage par exemple: fin d'opération d'usinage.

M30 : accès à la commande du mandrin et de la contrepointe hydraulique.

M30 : Rebouelage.

# CHAPITRE: VI

Particularités de programmation  
des deux systèmes.

## VII.1. Filetage

### 1.1 SYSTEME "CERCI"

Dans ce système, la fonction filetage correspondant aux code G33 est dite: (filetage conventionnelle) à pas constant.

La fonction G33 nécessite les adresses d'axe X et Y et Z et l'adresse F2.3 indiquant la valeur du pas en microns.

G33 inclut systématiquement le code G95 affecté à la fonction avance par tour exprimé par F1.3 en microns/tours.

- Vitesse de déplacement doit rester inférieur à 3,8 m/mn.

- le pas est de valeur maximum possible égale à 60mm.

#### 1.1.1. Types de filetage et programmations.

a. filetage cylindrique. (voir 1<sup>er</sup> exemple).

Le bloc contenant G33 s'écrit:

N... G33 Z... F...

avec N: le numero de bloc

G33: la fonction de filetage.

Z: le point d'arrivée.

F: valeur du pas.

- Cas particulier: pénétration oblique (voir 2<sup>ème</sup> exemple).

Dans ce cas, le principe reste le même à la plongée droite, mais à chaque nouvelle pénétration en X, il faut prévoir un décalage en Z d'une valeur  $Z = X \cdot \tan(\alpha)$ ; ( $\alpha$ ) étant l'angle de pénétration, généralement pris  $\alpha = 29^\circ$ .

1<sup>er</sup> Exemple de programme de filetage à plongée droite.

Programme:

%

N10 GTXZ

N20 T101

N30 M3 S1600

N40 GX9800 25000 M8

- N50 G33 X9800 Z-30000 F1000 R

N60 GX 11000

N70 GX Z 5000

N80 G33 X 9650 Z-30000 F100

N90 GX 11000 Z-30000

N100 GX 11000 Z 5000

N110 GX 9550

N120 G33 X 9550 Z-30000

N130 G00 X 11000 Z-30000

N140 G00 X 11000 Z 5000

N150 G00 X 9450.

N160 G33 X 9450 Z-30000 F1000

N170 G00 X 11000

N180 G00 X 11000 Z 5000

N190 G00 X 9400

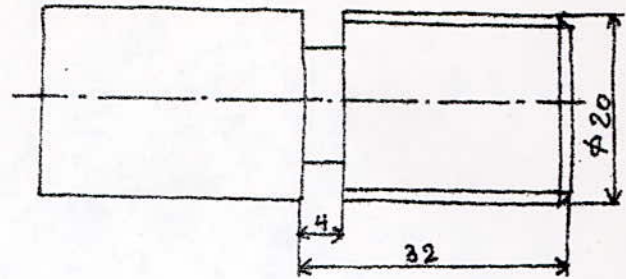
N200 G33 X 9400 Z-30000 F1000

N210 G00 X 11000 Z-30000

N220 G00 X 11000 Z 5000

N230 G00 X 9350

N240 G33 X 9350 Z -30000 F1000



N 250 G00 X11000

N 260 GTXZ

N 270 M50

N 280 M2.

2<sup>e</sup> exemple : on programme d'après ce cas la pénétration oblique étant donnée  $\alpha = 29^\circ$   $\tan \alpha = 0,534$ .

Le programme est :

N 10 GTXZ

N 20 T101

N 30 M3 S6000

N 40 G00 X9800 Z4913 M8

N 50 G3 X9800 Z-30000 F1000

N 60 G00 X11000 Z-30000

N 70 G00 X11000 Z4917

N 80 G00 X9550 Z4862

N 90 G33 X9550 Z-30000 F1000

N 100 G00 X11000 Z-30000

N 110 G00 X11000 Z4807

N 120 G00 X9450 Z4807

N 130 G33 X9450 Z-30000 F1000

N 140 G00 X11000 Z-30000

N 150 G00 X11000 Z4807

N 160 G00 X9400 Z4778

N 170 G33 X9400 Z-30000 F1000

N 180 G00 X11000 Z-300000

N 190 G00 X9350 Z4751

N 200 G33 X9350 Z-30000 F1000

N 210 G00 X11000 Z-30000

N 220 GTXZ

N 230 M50

N 240 M2.

b) filetage multi-filets.

Pour passer d'un filet à un autre, on doit se décaler en Z d'une valeur égale  $\frac{F(\text{pas})}{\text{nombre de filets}}$ .

Exemple: usinage de pas de 12 mm à 3 filets sur une longueur de 100 mm, dans décaler en Z de 4000

%

N10 G	Z 30000	1 <sup>er</sup> filet.
N20 G33	Z-100000 F 12000	décalage 2 <sup>er</sup> filet.
N30 G X	Z-34000	
N40 G33	Z-100000 F 12000	décalage 3 <sup>er</sup> filet.
N50 G X	Z-26000	
N60 G33	Z-100000 F 12000	
N70 G X		retour au premier filet.

c) filetage conique.

On utilise la même fonction préparatoire G33; le bloc contenant la fonction doit contenir:

N... G33 X Z F

avec N: est le numero de bloc.

G33: la fonction filetage; X, Z point d'arrivée du filet (obligatoire)

F: la valeur du pas projeté sur l'axe Z.

Exemple de programme:

%

```

N10 GTXZ
N20 M60
N30 T101
N40 M3 S 1500
N50 X 9600 Z 5000 M8
N60 G33 X11800 Z-50000 F 2000
N70 G00 X 13000 Z-50000
N80 G00 X 13600 Z 5000
N90 G X 9450
N100 G X 11650 Z-150000 F2000
  
```

d) cycle de filetage (correspondant au code G34).

- Programmation.

1<sup>o</sup> positionner l'outil au départ de l'usinage, c'est à dire dégager en Z de la distance d'approche deux à trois fois le pas et en X de la garde choisie (1 à 2mm).

2<sup>o</sup> programmer un bloc comprenant

G34 X, Z, I, K, B, F dans lequel:

G34 est la fonction du cycle fixe de filetage.

X est la cote finale de pénétration à fond de filet

Z est la cote d'arrivée du filet.

I est la valeur de pénétration de chaque passe exprimée en micron.

K est la différence des rayons exprimée en micron dans le cas de filetage conique (en tenant compte du point de départ et d'arrivée de l'outil) en filetage cylindrique Programme K ou KO.

Détant la surepaisseur du métal totale à enlever

F est la valeur du pas en N.

- Déroulement du cycle.

A partir du point de départ programmation dans le bloc G34. plongée suivant l'axe X d'une valeur égale à la garde augmentée d'une valeur I (profondeur de passe) filetage suivant l'axe Z jusqu'au Z programmé.

retrait suivant l'axe X jusqu'à X de départ.

(répétition de ces quatre phases jusqu'à obtenir la cote X programmée dans le bloc G34.



Chaque nouvelle passe étant incrementedée d'une valeur I.

Exemples:

1<sup>er</sup> cycle de filetage cylindrique.

Progression : (0,2); (0,3);

Programme

%

N10 GTX2

N20 M60

N30 T101

N40 M3 S800

N50 GX 20000 Z 6000 M2

N60 G34 X17400 Z-30000 I 200 K0 D600 F2000

N70 GX 20000 Z 6000

N80 G34 X17000 Z-30000 I150 K0 D300 F2000

N90 GX 20000 Z 4000

N100 G34 X16800 Z-30000 I 100 K0 D300 F2000

N110 G X 20000 Z 6000

N120 G34 X16300 Z-3000 I150 K0 D100 F2000

N130 GTX2

N140 T101

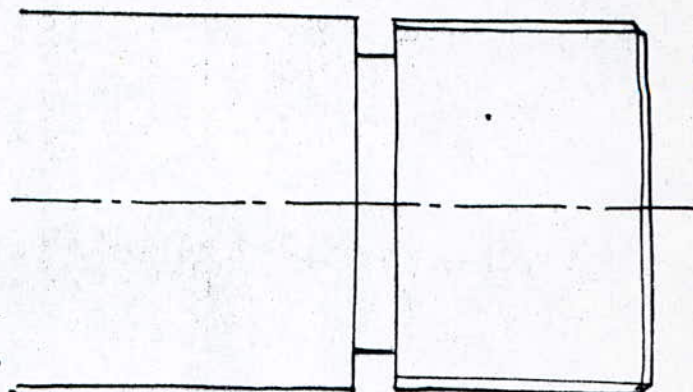
N150 M3 S800

N160 GX 20000 Z 6000 M8

N170 G34 X16650 Z-30000 I150 K0 D50 F2000

N180 GTX2

N190 M2



2<sup>er</sup> pour le cycle de filetage conique.

Programme.

%

N10 GTX2

N20 M50

N30 T101

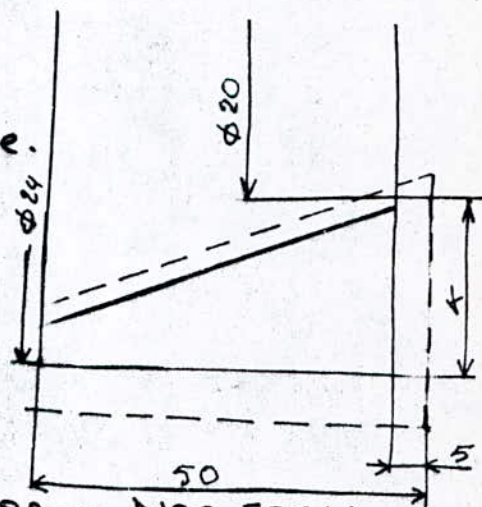
N40 M3 S300

N50 GX 12500 Z8000

N60 G34 K10700 Z-50000 I100 K 2200 D120 F2000

N70 GTX2

N80 M2.



## 1.2 Systeme "NUM 460 TM"

Pour le systeme "NUM 460 TM", il suffit par la programmation d'un seul bloc d'information, on peut definir et executer un cycle complet de filetage cylindrique, conique, ou tronconique de profondeur de passe et de pas constants

- valeur maximum du pas: 249 mm.
- vitesse maximum d'avance: 10 m/mn.
- vitesse maximum de broche: 6000 tr/mn
- format du bloc de filetage.

N5 G33 X±5.3 K3.3 ou (I3.3) P±5.3 R5.3 F±53SL.  
Z±5.3

G33 : fonction cycle de filetage.

X, et Z: indiquent les cotes relatives des deplacements

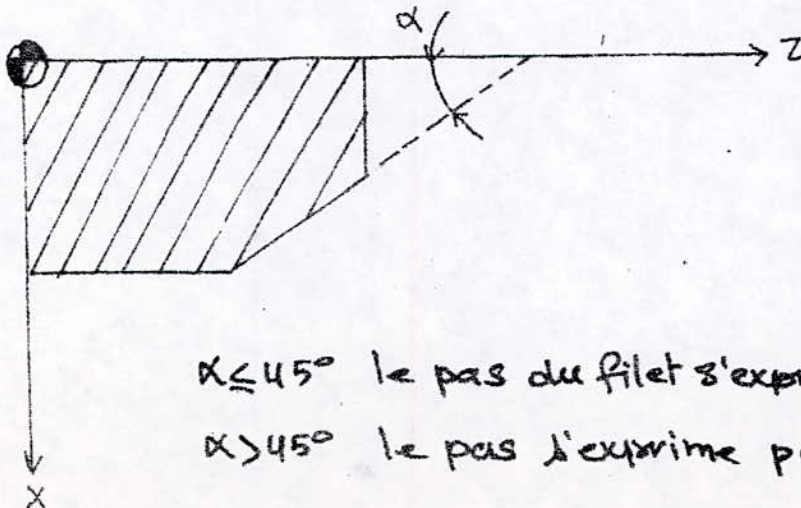
K: indique la projection en x du pas, si l'angle du cone est superieur à  $45^\circ$ .

P: decalage relatif en x ou z de chaque passe par rapport à la precedente.

R: la garde ou retrait suivant x ou z.

F: penetration à chaque passe.

S: le nombre de passes.



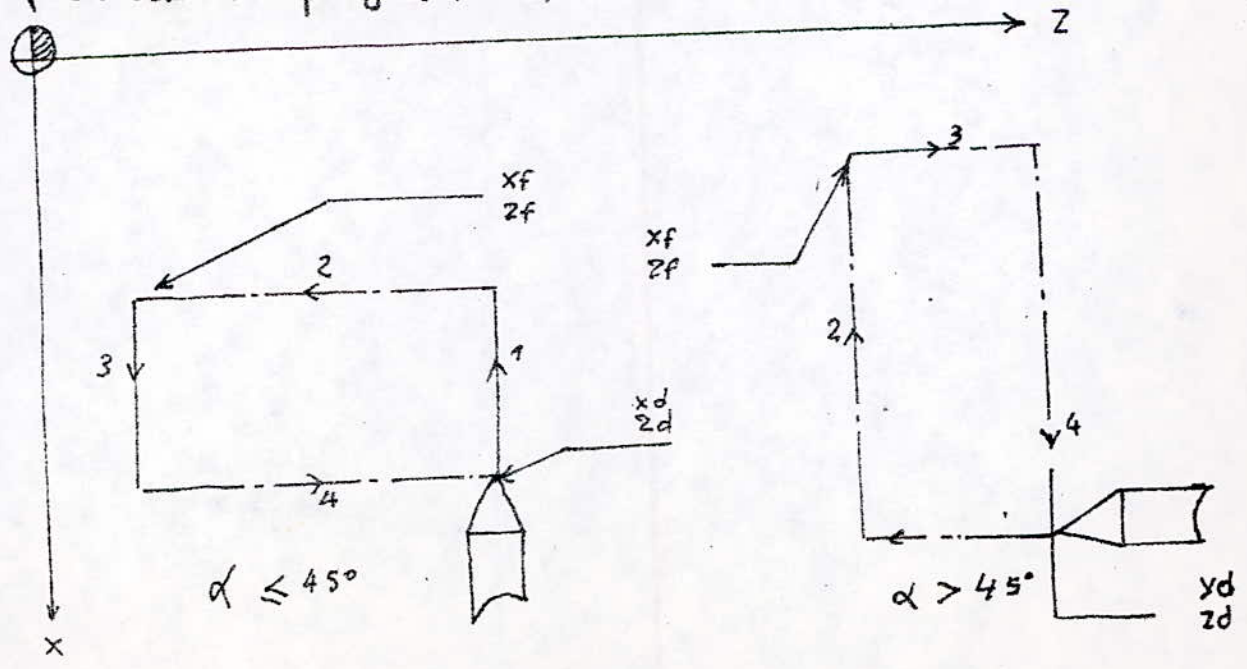
$\alpha \leq 45^\circ$  le pas du filet s'exprime par K

$\alpha > 45^\circ$  le pas s'exprime par I.

1.5) caractéristiques du cycle de filetage.

Adresse	Programmation obligatoire des le premier Bloc G33 qui suit G01 ou G00	initialisation par défaut sur le premier Bloc "G33"	Modalité sur plusieurs cycles Successifs	Encrementation de paramètre.
X	Oui si $\alpha > 45^\circ$		Oui	
Z	Oui si $\alpha \leq 45^\circ$		Oui	
K	Oui si $\alpha \leq 45^\circ$		Oui	
I	NON	$F=0$	Oui	
R	Oui		non	$R_{n+1} = R_n + F_n$
S	Oui		Oui	
P	NON	$P=0$	Oui	

La fonction G33 étant modale, la programmation d'une ou plusieurs des adresses ci dessus dans une sequence, genere un ou plusieurs cycle de filetage, compte tenu des paramètres préalablement programmés.



2<sup>o</sup>) Les phases du cycle de filetage.

Un cycle de filetage se décompose en quatre phases

1<sup>o</sup> plongée rapide en X si  $\alpha \leq 45^\circ$ .  
en Z si  $\alpha > 45^\circ$ .

2<sup>o</sup> filetage.

3<sup>o</sup> dégagement rapide en X si  $\alpha \leq 45^\circ$ .  
en Z si  $\alpha > 45^\circ$ .

4<sup>o</sup> Retour rapide en Xd Zd.

quelque soient les paramètres programmés, le point (Xd, Zd) est toujours la position de l'outil en début et fin de cycle.

IP est également le point de positionnement programmé dans la séquence qui précède la programmation du cycle de filetage (G33), le point (Xf, Zf) est toujours le point d'arrivée de la phase filetage (valeurs relatives en X et Z par rapport à Xd et Zd) et ceci quelque soient les paramètres à programmer. I, K, R, S ne sont jamais signés.

R correspond à la différence de cotes (en X ou Z) entre la pièce et le point programmé dans la séquence qui précède G33.

Si le filetage est programmé en plusieurs blocs R est incrémenté automatiquement d'un bloc à l'autre en fonction de la pénétration (F1) et du nombre de passe (S1).

$R2 = R1 + (F1 \times S1)$  il n'est pas nécessaire de le programmer (incrémenté automatiquement).

Dans le cas particulier de multifilets, il peut être nécessaire de programmer R pour se libérer de l'incrémenté automatique

F la plongée s'effectue suivant X si K est programmé ( $\alpha \leq 45^\circ$ ) ou suivant Z si I est programmé ( $\alpha > 45^\circ$ ).

- filetage frontal.

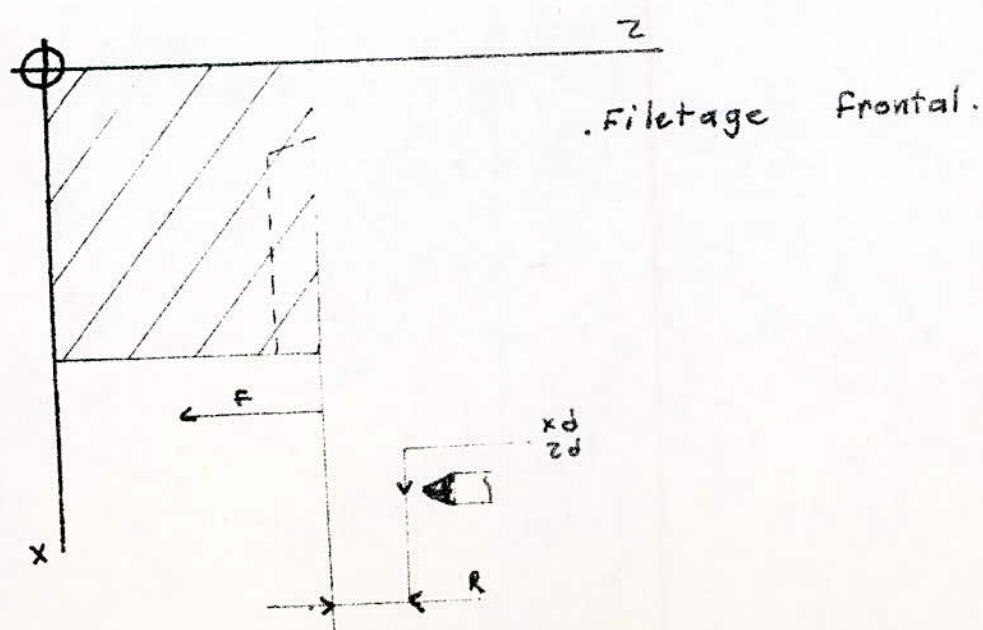
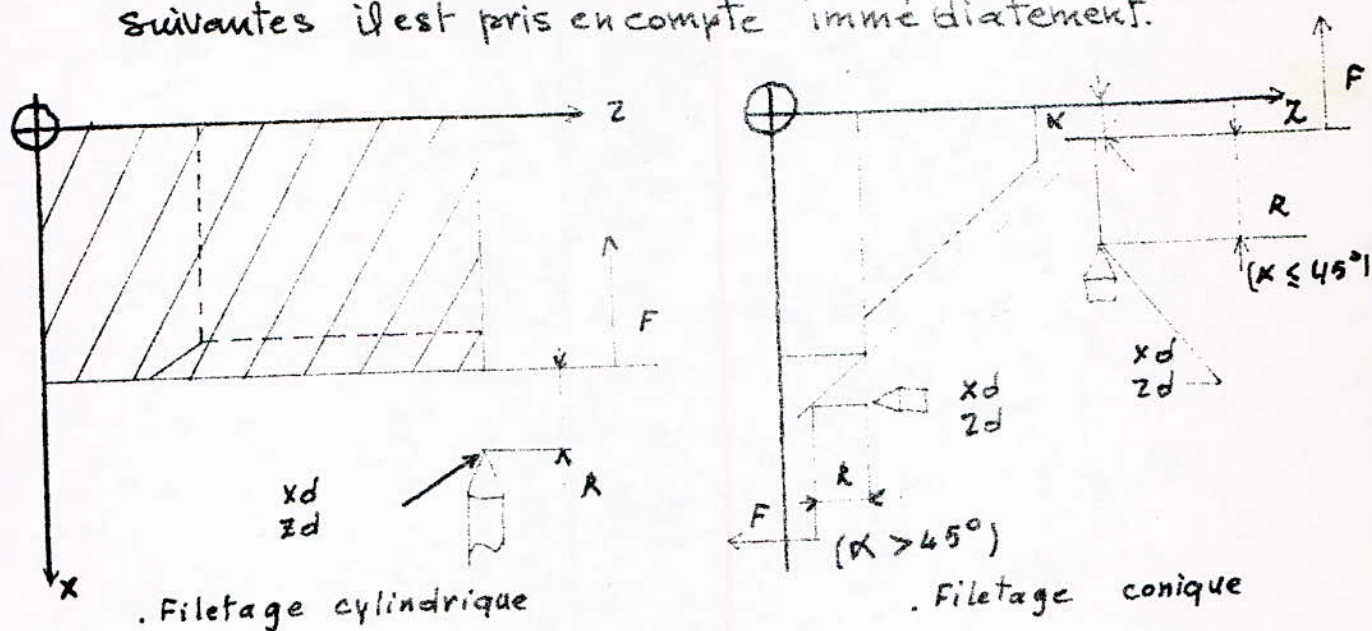
P est un decalage relatif suivant Z si K est programmé ( $\alpha \leq 45^\circ$ )  
ou suivant X si I est programmé  $\alpha \geq 45^\circ$ .

IP permet d'executer les filetages multi filets et la plongée  
sur flancs.

S'il est programmé dans le premier bloc d'initialisation

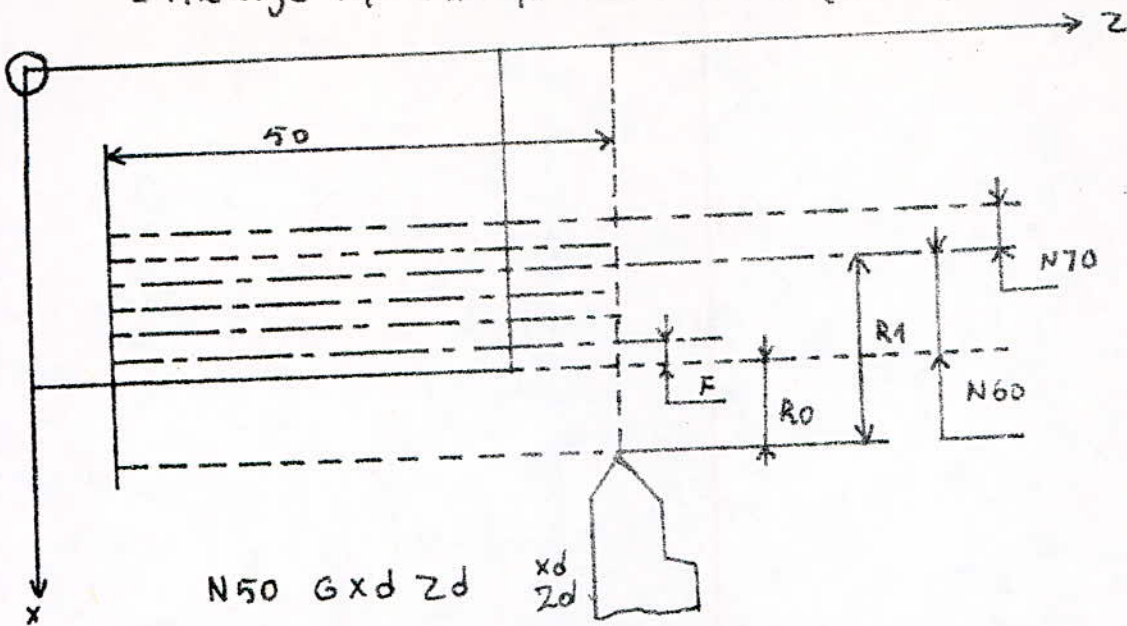
la premiere plongée (F) est droite sur (X ou Z), les suivantes  
seront décalées sur (Z ou X) de la valeur programmée avec P

(voir exemples) s'IP est programmé dans une des sequences  
suivantes il est pris en compte immédiatement.



3. Exemples de programmations des différents types de filetages.

- filetage cylindrique ou frontal (plongée droite).



N50 G X d Z d x d Z d

N60 G33 Z-50000 K1500 R3000 F-150 S4

N70 F-50 S2

N80 F S1

N90 GXZ.

commentaires:

N50: positionnement  $x_d =$  diamètre nominal + garde  $k$   
définie la séquence G0 et positionnement  $r_d$  (point de  
départ et d'arrivée des cycles)

N60: quatre passes de 0,5 mm de profondeur

N70: deux passes de profondeur de 0,050 mm, la garde  
initiale de 3 mm est à cette séquence  $3 + (0,15) \times 4 = 3,6$  mm.

incrémentation automatique.

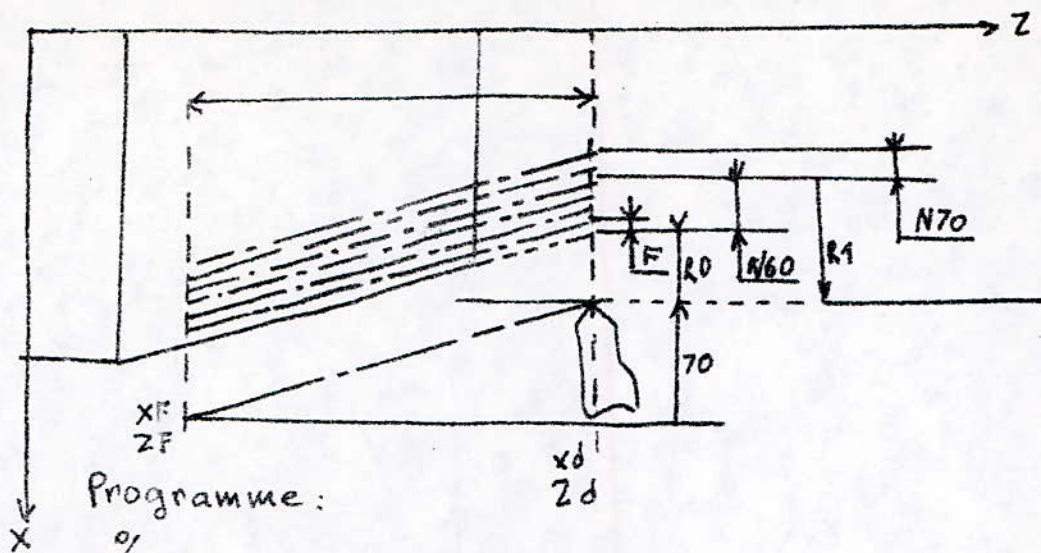
N80: une passe de profondeur réelle, la garde sera  
 $3,6 + (0,05 \times 2) = 3,7$  mm (incrémentation automatique)

N90: annulation cycle de filetage, dégagement.

NB: Pour un filetage frontal  $\alpha = 90^\circ$  remplacer Z par  
X, K par I à la séquence G0, R et F seront suivant  
Z.

Filetage conique (plongée droite).

Exemple pour  $\alpha \leq 45^\circ$



Programme:

%

N...

N50 G Xd Zd

N60 G3 X10000 Z-50000 K1500 R3000 F-150 S

N70

F-50 S2

N80

F S1

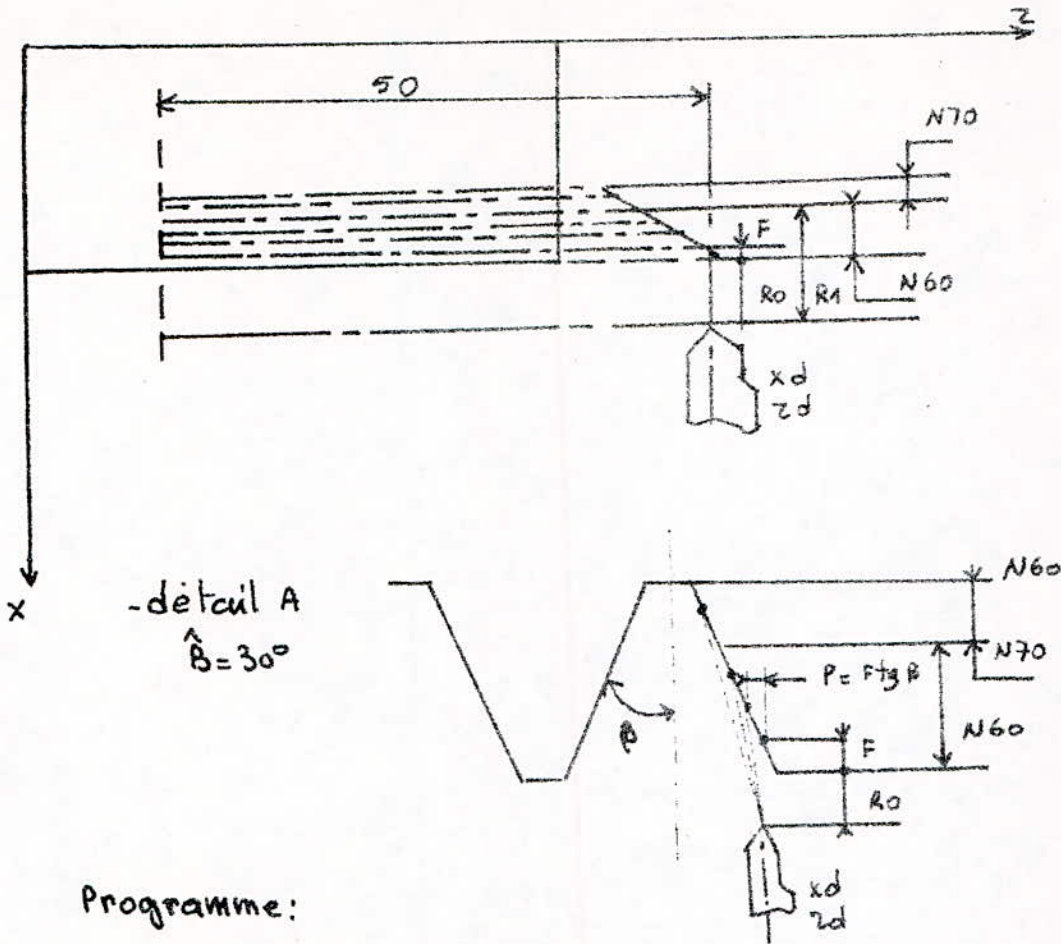
N90 G X Z

NB:

Pour un filetage conique l'angle  $\alpha$  est tel que.

$45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  on remplacera K par I à la sequence G, R et F suivant Z.

• filetage cylindrique ou frontal, pénétration sur le flanc du filet.



Programme:

N60	G33	Z-50000	K1500	P-87	R3000	F-150	S4.
N70				P-29		F-50	S2
N80				P		F	S1
N90	Gx2						

commentaire:

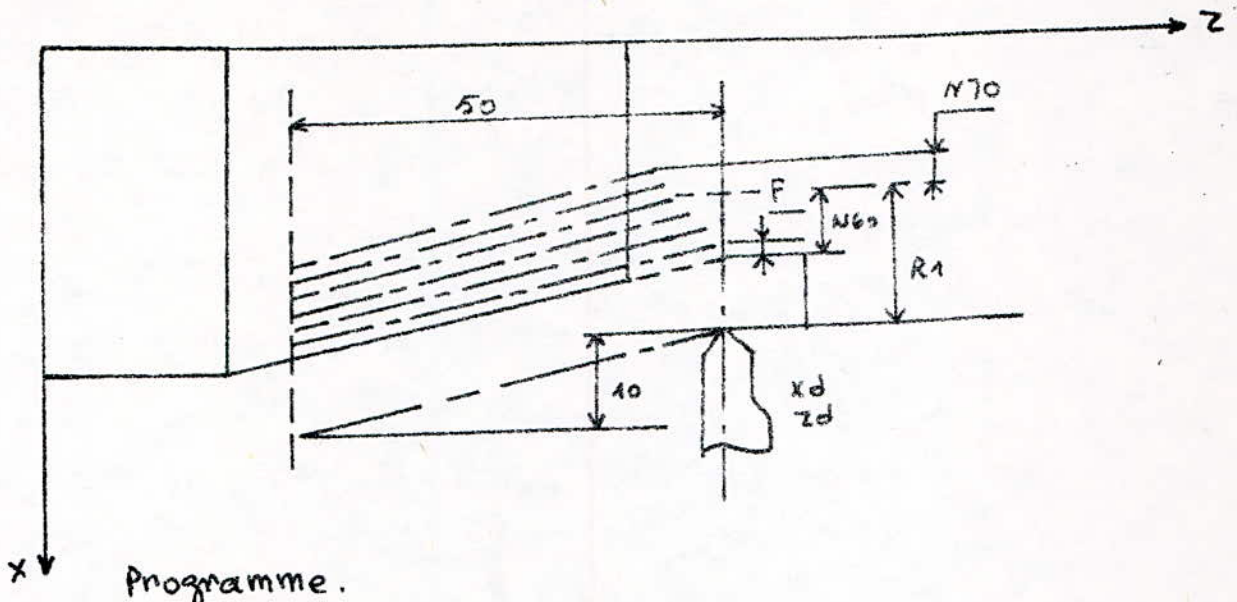
N60:  $P$  est défini en fonction de la valeur de  $F$  et du demi angle du filet ( $\beta$ )  $P = F \operatorname{tg} \beta$ . la première plongée est droite, il ya un décalage de  $P$  de -87 microns sur l'axe  $Z$  aux passes n° 2, 3, 4 (N60) de -29 microns aux passes n° 5, 6 (N70) et un décalage nul à la le point de retour est toujours le même  $x_d z_d$

NB: Pour un filetage frontal de  $90^\circ$ , on remplace  $Z$  par  $x$  et  $K$  par  $I$  à la sequence 60.  $R$  et  $F$  seront suivant l'axe  $Z$  et  $P$  suivant  $x$ .



- filetage conique , penetration sur le flanc du filet.

Exemple pour  $\alpha \leq 45^\circ$ .



N50 GXd Zd

N60 G33 X10000 Z-50000 K1500 P-87 R3000 F-150 S

N70 P-29 F-50 S3

N80 P F S1

N90 GxZ

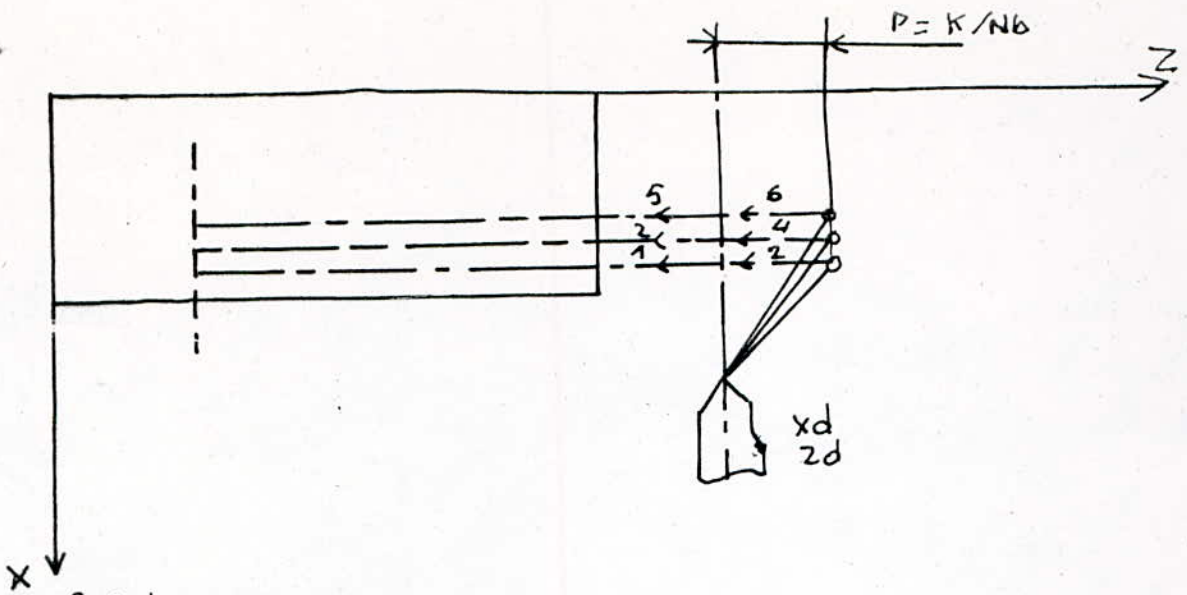
La première plongée est aussi dans ce cas droite.

NB: Pour un filetage conique  $\alpha > 45^\circ$  ou ( $\leq 90^\circ$ ), K est remplacé par I à la séquence 60, R et F sont suivant l'axe Z et P suivant l'axe X.

- filetage cylindrique ou frontal, multi filets, pénétration droite.

Trois solutions possibles.

- Usinage par passe alternée dans chaque filet.
- Usinage complet du premier filet puis du suivant.
- Ebauche du premier filet; ébauche et finition du deuxième filet et finition du premier filet.



Solution (a)  
Programme

	N50	G	Xd	Zd				
1 <sup>er</sup> filet	N60	G33	Z-50000	K 3000	R 3000	F-150	S1	
2 <sup>er</sup> filet	N70			P+1500	R3000			
1 <sup>er</sup> filet	N80			P-1500				
2 <sup>er</sup> filet	N90			P 1500	R3150			
1 <sup>er</sup> filet	N100			P-1500				
2 <sup>er</sup> filet	N110			P 1500	R3300			
	etc...							
	N200	G X Z						

commentaire:

A la sequence 70, il est necessaire de reinitialiser le R sinon la profondeur de passe du 2<sup>er</sup> filet serait à la 1<sup>er</sup> passe de 300μ puisque R s'incrémente automatiquement à chaque cycle, il est de même pour les sequences 90 et 110.

Il est possible comme dans les exemples précédents de modifier les penetrations (F).

Solution b.  
programme

	N50	G	Xd	Zd				
1 <sup>er</sup> filet	N60	G33	Z-50000	K 3000	R 3000	F-150	S4	
	N70					F-50	S2	
	N80					F	S1	

	N 90	P 1500	R 3000	F -150	S1
	N 100	P			S3
1 <sup>er</sup> filet	N 110			F -50	S2
	N 120			F	S1
	N 130	G x 2			

commentaire

usinage en trois sequences du 1<sup>er</sup> filet N60-70 et 80  
N90 décalage d'un demi pas, réinitialisation de la garde R  
1 passe.

N100 3 passes avec F-150 ; il faut redéfinir Pegal à zero ;  
sinon sur les trois passes il y'aurait à chaque fois un  
décalage de 1,5 mm.

solution c

N50	G	x d	Zd		
N60	G33		Z-50000	K 3000 R 3000	F-150 S4
N70					F -50 S2
N80			P 1500	R 3000	F -150 S1
N90			P		S3
N100					F -50 S2
N110					F S1
N120			P-1500		
N130	G x 2				

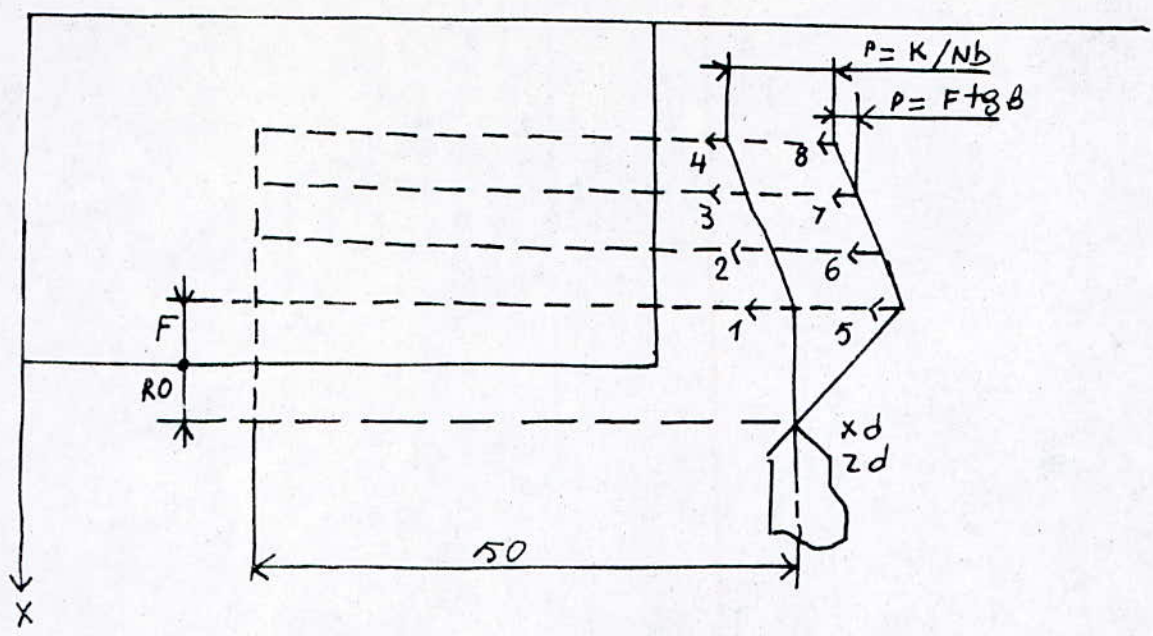
Commentaires

N60 et N70 ébauche 1<sup>er</sup> filet , 6 passes

N80 , N90 , N100 , N110 ébauche et finition deuxième filet  
7 passes.

N120 1 passe vide dans le premier filet même remarque pour  
N90 que la sequence 100 de la solution b.

### Filetage cylindrique ou frontal multifilets, pénétration sur flanc



Exemple pour un filetage à deux filets : ébauche premier filet, ébauche et finition deuxième filet, finition premier filet

N50	6	$x_d$	$z_d$				
N60	633			$Z=50000$	$K=3000$	$P=87$	$R=3000$ $F=150$ $S4$
N80						$P=29$	$F=50$ $S2$
N90						$P=1819$	$R=3000$ $F=150$ $S1$
N100						$P=87$	$S3$
N110						$P=29$	$F=50$ $S2$
N120						$P$	$F$ $S1$
N130						$P=1500$	

Commentaires:

N100 finition deuxième filet.

N120 finition premier filet.

N60 quatre passes de F-150 et P-87.

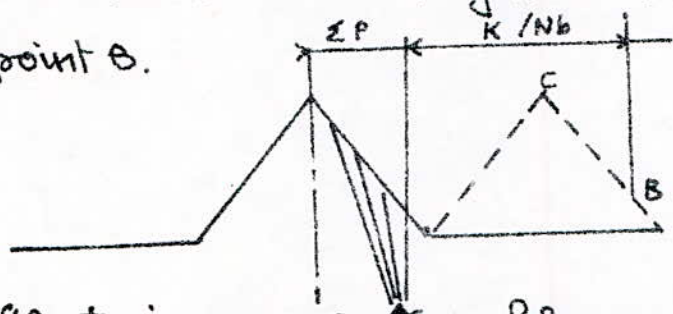
N70 deux passes de F-50 et P-29.

N80 le décalage P est égal à  $\left[ \frac{K}{\text{nombre } (Nb)} \right] (1500)$  plus la somme des décalages précédentes ( $\sum P$ ) moins le premier décalage P (N60).

Le premier décalage P dans une séquence contenant G33, n'était pas pris en compte (F81).

$$P = 1500 + (87 \times 3) + (29 \times 2) = 1819.$$

Reinitialisation de la garde R. début sur 2<sup>es</sup> filet au point B.



N90 trois passes sur flanes F-150 et P-87.

N100 deux passes sur flanes F-50 et P-29

N110 Une passe F=0 et P=0

N120 retour en premier filet pour finition - positionnement de l'outil au point A, une passe F=0 et P=0.

NR: Un filetage frontal, s'exécutera de la même façon en remplaçant à N60, Z par X, K par I et F seront suivent Z et P suivent X.

## Remarques:

- La correction de rayon d'outil (G41 et G42) est interdite en cycle de filetage (G33), si tel était le cas, le système génère un message d'erreur.
- M00 est autorisé dans une séquence de filetage, il a le rôle de la fonction définie dans le tableau des fonctions M2
- le système ne détecte pas d'incompatibilité entre les autres fonctions M et le cycle de filetage (G33).
- le cycle de filetage peut être utilisé pour exécuter les cycles successifs cylindrique, conique ou frontal d'ébauche, semi finition ou finition. Il suffit d'exprimer par K l'avance par tours et par F la profondeur de chaque passe.
- La vitesse de coupe constante (G96) peut être programmée avec un cycle de filetage (G33).
- Lorsque la vitesse de coupe constante (G96) est programmée en cycle de filetage (G33), la limitation de broche (G25) peut également être programmée.
- les limitations et restrictions propres à chaque fonction G33, G96, G25 sont appliquées dans ces différents cas de programmation.
- Une séquence particulière d'un cycle de filetage peut être répétée par action sur la touche "Rep cycle" si elle comporte les informations M00 ou M01 et M03 ou M04.
- M00 et M01 arrêtant automatiquement la broche, il peut

être nécessaire de programmer M03 et M0 dans le bloc suivant.

les corrections d'outils peuvent être modifiées entre chaque phase à répéter.

Nota:

Cette utilisation de "Rep cycle" n'est pas valable dans tous les systèmes, seulement pour "NUM460TP".

## VII. 2 Cycles de Tournage:

Dans système "NUM160TH", les cycles de tournage permettent de programmer en un seul bloc d'information des usinages réalisés en passe multiples en définissant uniquement la profondeur de passe et le profil final (ébauche, déburrage, finition, gorges).

Les prises de passes successives peuvent se faire suivant l'axe de X (adresse P) et l'axe de Z (adresse R).

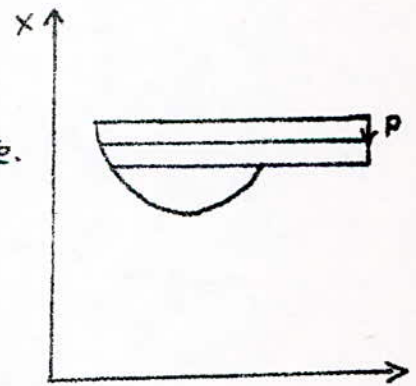
Le calcul du nombre de passes est fait de telle manière que les deux dernières passes soient  $\frac{P}{2} < P' < P$  ou  $\frac{R}{2} < R' < R$ , ce calcul est fait pour chaque partie du profil reconnu par le système (position de droite ou cercle) à condition qu'il y ait comptabilité entre la géométrie de la pièce et les conditions d'usinage.

La profondeur de passe peut être modifiée à l'intérieur du cycle. Les cycles sont utilisables

- avec la vitesse de coupe constante.
- la correction du rayon d'outil.

Uniquement en G85 et G86.

- la correction de longueur pour tous les cycles.



NB: Les valeurs de P et R ne sont pas signées.

Erreurs de programmation détectées par le logiciel (erreur 32)

- absence de P ou de R dans un bloc comportant G83, G84 ou G87
- Présence de P et de R dans un bloc comportant G83, G84 ou G87



- G83 la fonction G83 doit être associée au compte Z et R ou X et P.
- G84 définition d'un cercle incompatible avec le sens de l'ébauche
- G85 et G86 : cycle d'ébauche non défini ou comportant plus de 20 blocs exécutables.
- Présence d'une fonction auxiliaire "après" dans la définition d'un cycle
- Deux cycles différents (G83 et G84) par exemple) non séparés par G80.
- G41, G42 en G84.

### Cycle de Perçage déburrage G83.

- 1<sup>o</sup> Positionnement au point de référence A en rapide
- 2<sup>o</sup> Définition du point final du cycle (point G et P1)
- 3<sup>o</sup> Première pénétration à vitesse travail au point B (P0UR)
- 4<sup>o</sup> Retrait au point de référence A (rapide).
- 5<sup>o</sup> Pénétration en rapide au point C (B - 0,5 mm).
- 6<sup>o</sup> 2<sup>o</sup> pénétration à vitesse travail au point D (AD = 2P0UR  
2R)
- 7<sup>o</sup> Définition éventuelle d'une nouvelle profondeur de passe et du point final de cycle correspondant (le retrait rapide se fera toujours au même point de référence A.
- 8 annulation et retour au point de référence

Exemple de programmation.

Programme

%

N10 G Xa Za

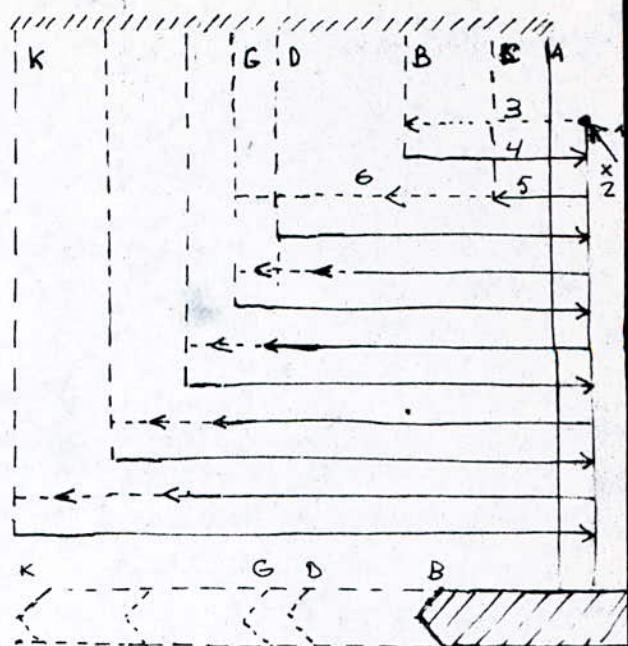
N20 G83 Zg R1

N30 Zk R2

N40 G80 XZ

travail  
----->

rapide  
----->



## 2.2 Cycle d'ébavure (Correspondant au code G84)

1. Positionnement au point de référence A en rapide.
2. Plongée à vitesse rapide au point A1 (prise de la première Passe)
3. Usinage à vitesse travail.
4. Dégagement à vitesse travail décrivant le profil.
5. Retour à vitesse rapide au point A.
6. Plongée à vitesse rapide au point A2.

Le retour à vitesse rapide se fait au point de départ de la passe précédente A1, A2, A3... etc...

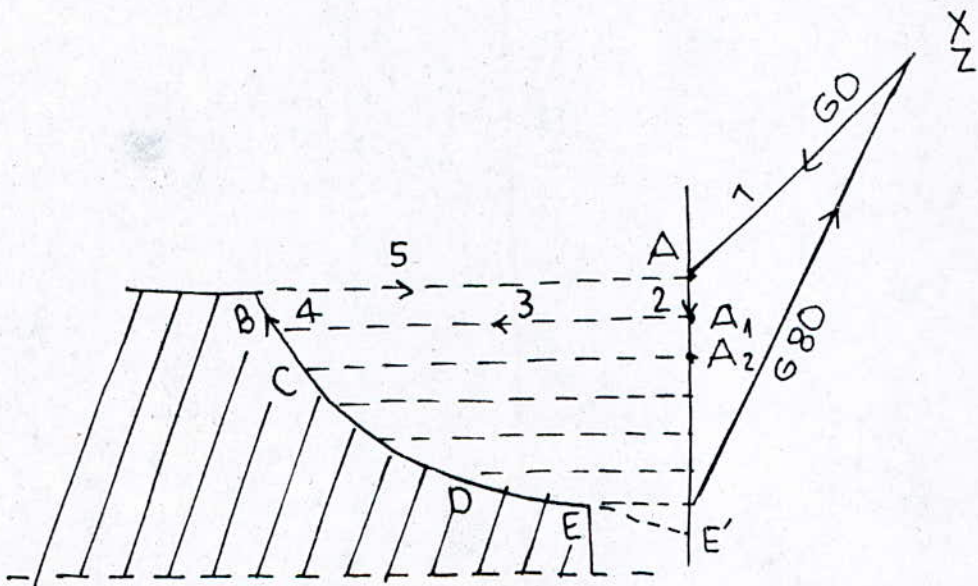
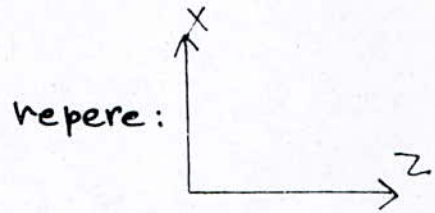
Nota: G8 force G1

A l'annulation du cycle en G80 on retrouve la dernière fonction G programmée et la vitesse qui lui est associée.

Exemple de programmation.

Programme :

%  
 N10 G Xa Za  
 N20 G92 X1000 Z1000  
 N30 G84 P5000  
 ⋮  
 ⋮  
 N200 G80 X Z P10000



appels:

- Avant le cycle il est intéressant de programmer en G92 pour laisser la surepaisseur nécessaire à la finition (faire l'annulation avant la finition).
- la correction de rayon de pastille n'étant pas utilisée, les jauges d'outils (X, Z) devront tenir compte des arêtes effectives de l'outil.
- La définition d'un point E' différent de E permet de respecter

l'usinage des arêtes dans des cas particuliers.

### 2.3 cycle de finition (Correspondant aux codes G85 et G86)

Les cycles sont le supplément du cycle d'ébauche, et permettent d'effectuer la finition soit dans le sens du profil défini pour l'ébauche G85 soit dans le sens inverse G86 et peuvent être programmés avec la correction du rayon d'outil (G41 ou G42).

ota:

Le cycle G84 ne doit comporter plus de 20 blocs exécutables pour permettre l'utilisation de G85 ou G86.

Le cycle commande automatiquement le positionnement sur la normale au point de départ défini (E ou E') et enchaîne à vitesse de travail.

On peut définir un point E' en dehors de la pièce pour respecter l'usinage de l'arête E.

Le cycle se fera à la vitesse d'avance correspondante au dernier F programmé, on peut le modifier en introduisant un nouvel F G86... F.

On peut enchaîner deux cycles, le premier étant affecté d'un décalage d'origine G92 de façon à réaliser une pré-finition.

Exemple de programmation.

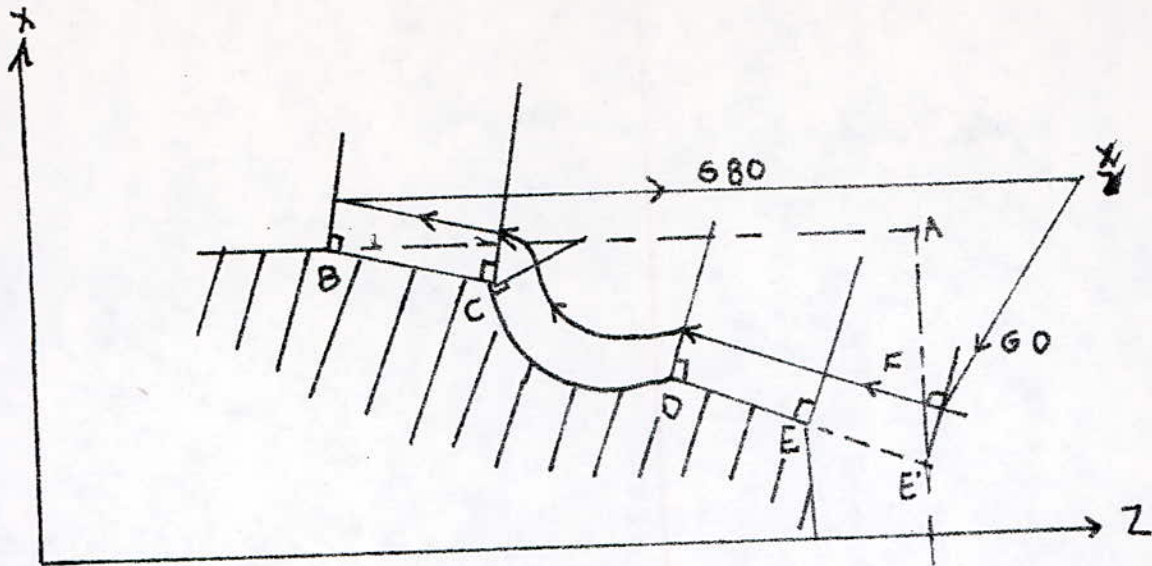
Programme.

%

N10 G Xa Za

N20 G41 G86 F800

N30 G40 G90 X Z



Nota:

On peut enchaîner à la suite du cycle des sequences avec correction de rayon qui n'étaient pas contenues dans le cycle 684.

#### 2.4. Cycle de gorge. (correspondant au code 687)

Il permet l'exécution de gorges par pénétrations successives décalées de  $P$  ou  $R$ . L'arrêt en fin de pénétration se fait sur le profil avec une temporisation de 0,20 secondes avant le retour au point de référence. (A, A...).

Le nombre de pénétration successives nécessaires à l'exécution de la gorge est calculée automatiquement en fonction du décalage programmé ( $P$  ou  $R$ ), du profil de la gorge, et des jauges d'outils introduites par  $T01$  dans le bloc d'approche et  $T02$  dans le cycle décrivant le point final.

Si le décalage est supérieur que la largeur d'outil, il n'est pas nécessaire d'introduire la jauge d'outil  $T02$ .

1. Positionnement rapide au point de référence (A) +  $T01$
2. Pénétration jusqu'au profil avec temporisation au fond de gorge de 0,20 secondes (B).

3<sup>e</sup>: Retrait rapide au point de référence 5 (A).

4<sup>e</sup>: Décalage rapide de (P ou R) au point (A<sub>1</sub>).

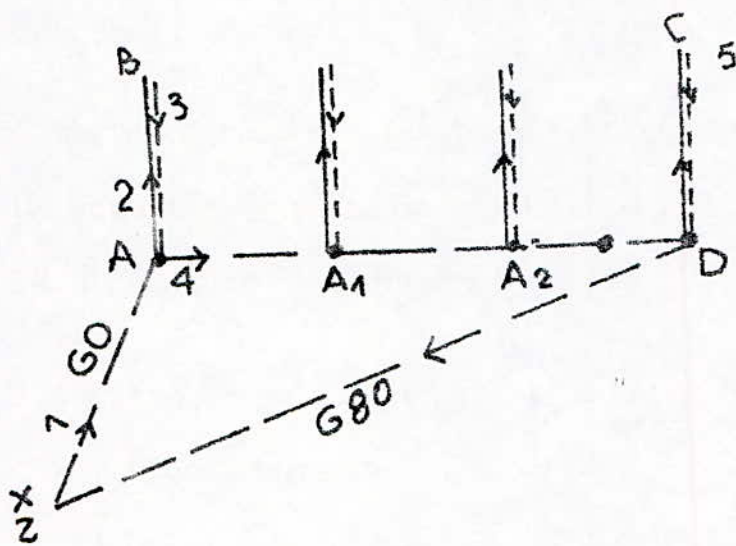
5<sup>e</sup>: Définition du point d'arrêt (C) + T02.

Exemple de programmation.

% Programme.

```

N10 G Xa Za T1
N20 G87 R 5000
N30 Xb
N40 Zc T2
N50 G80 X Z
    
```



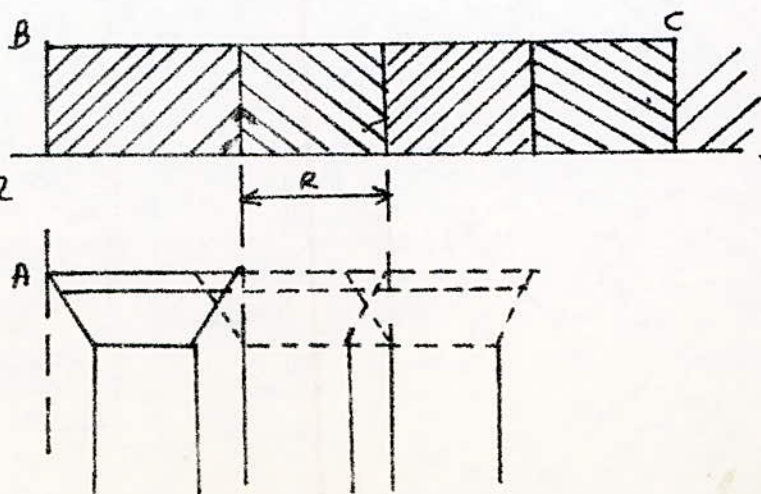
Exemples de cycles de gorges.

1<sup>er</sup>: Lors du décalage < largeur d'outil.

Programme.

```

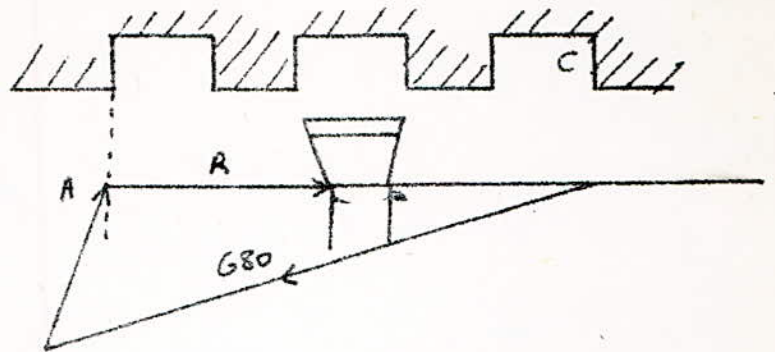
%
N10 G00 XaZa T01
N20 G87 Xb R F
N30 Zc T02
N40 G80 X Z
    
```



2<sup>e</sup>: lors du décalage > largeur d'outil.

Programme

```
%
N10 G00 Xa Za T01
N20 G87 Xc R F
N30      Zc
N40 G80 X Z
```



Dans le système "CERCI"

2.6 Cycle fixe de chariotage (correspondant au code G81).

Programmation:

- Positionner l'outil au point de départ de l'usinage
- Programmer dans un bloc comprenant:

G81 . X . Z . I . K . D . F dont:

G81 : la fonction du cycle fixe.

X : la cote du dernier diamètre à usiner.

Z : la cote d'arrivée du chariotage.

I : la profondeur de chaque passe.

K : la différence des rayons exprimée en microns dans le cas de chariotage conique en tenant compte de la position de départ et d'arrivée de l'outil.

D : la surepaisseur totale du métal à enlever

F : la valeur de l'avance en microns/Tour

GB1: genere G92.

Exemple 1<sup>er</sup>: programme de chariotage cylindrique cycle.

Programme.

## 2.7 Cycle de dressage de face. (correspondant au code G82)

### Programmation:

- Placer l'outil en x à environ 2 mm du point d'attaque et en z à fleur de la pièce

- Programmer un bloc comprenant

G82 X. Z. I. K où:

G82 est la fonction fixe.

X est la cote finale de dressage.

Z est la cote finale en longueur.

I est la profondeur de passe.

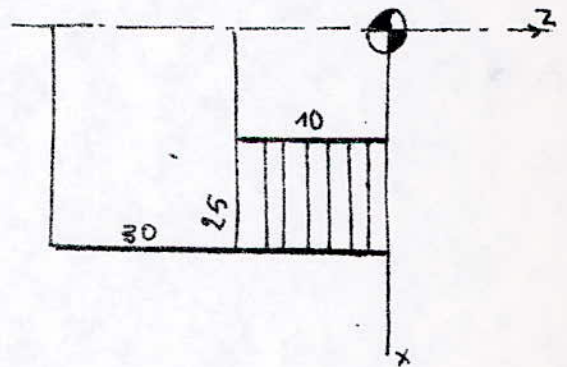
F est l'avance en micron/tours.

### Exemple de programme.

#### Programme

```

%
N10 G TX Z
N20 M50
N30 T101
N40 M4 5800
N50 G95 X 52000 Z0 M
N60 G96 S120 X 5200
N70 G82 X10000 Z-25000 I4000 F200
N80 G96 S800
N90 GTX Z
N100 M2
  
```





## 2.8 Programme pour l'exécution des gorges.

### 2.8.1 Gorge droite.

Un tel usinage est obtenu à l'aide d'un outil de forme préalablement choisis avec des dimensions appropriées, dans ce cas on utilisera un outil à segner.

Dans certains cas, l'exécution de la gorge se fait en plusieurs passes, certaines séquences du programme seront répétées.

On aura ainsi les opérations essentielles suivantes:

- 1- changement d'outil.
2. mise en position de départ de l'usinage point A( $x_0, z_0$ ) avec une adaptation de la vitesse et du sens de rotation de la broche.
- 3- Départ de l'usinage avec avance de travail, sur une profondeur déterminée suivant l'axe X avec une prévision de correction d'outil.
- 4- Temporisation au fond de la gorge ainsi obtenue afin de faire la finition.
- 5- Dégagement de l'outil en avance de travail sur une distance égale à  $(\epsilon)$ .
- 6- Dégagement rapide avec un nouveau point de dégagement en avance rapide (voir fig ).

### 2.8.2 - Gorge large.

Une telle forme est obtenue avec un outil de forme tel que par exemple: l'outil pelle dont les dimensions seront convenablement, choisies.

L'outil étant ainsi choisi et les paramètres de coupe déterminés l'exécution d'une telle gorge comprendra les mêmes opérations d'une gorge droite, et si la largeur de l'arête tranchante est choisie inférieure à la largeur de la gorge, on aura une opération.

Un déplacement suivant l'axe Z en avance rapide d'une distance égale à la largeur de l'arête de coupe.

Exemple de programme  $E=3$ .

Programme

%

N10 GTXZ

N20 M4 S450

N30 T101

N40 G00 X-62000 Z-43000

N50 G25 S1500

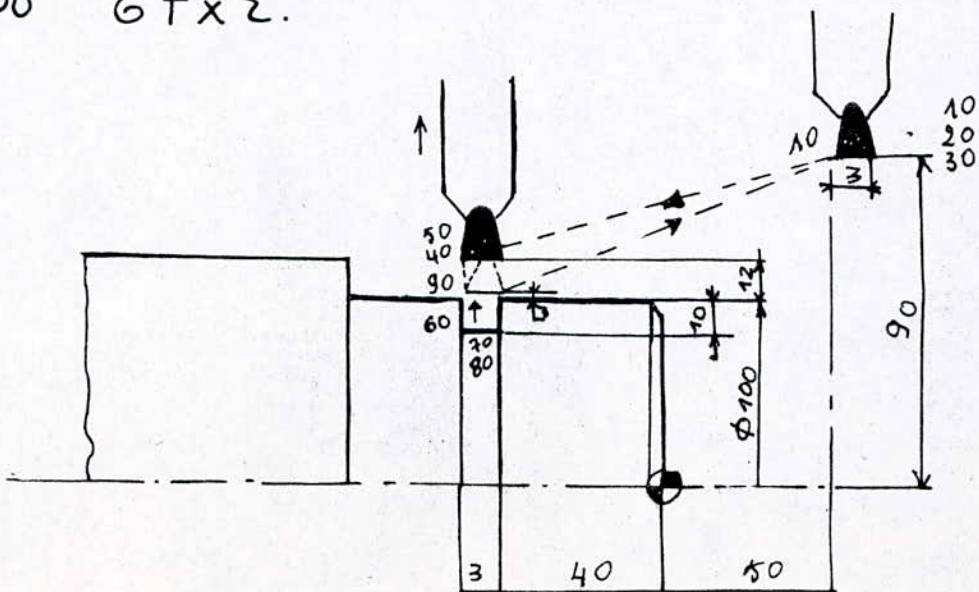
N60 G96 X-50000 Z-43000

N70 G1 G95 X-40000 Z-43000 F50

N80 G4 F50

N90 G1 X-53000 Z-43000 F50

N100 GTXZ.

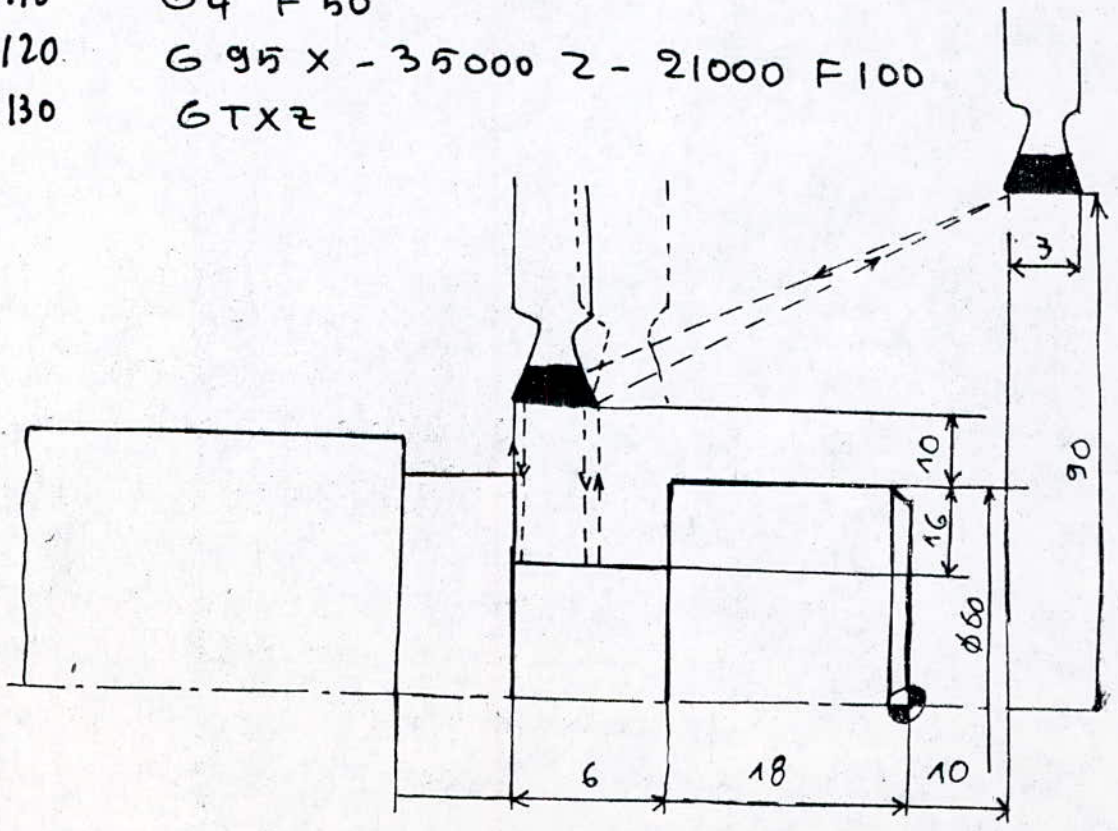


Ainsi on reprendra , les operations 3.4.5.6.7 autant de fois qu'il sera necessaire , si la largeur de l'annee tranchante est choisie inferieure a la largeur de la gorge  
 Si la largeur de la gorge le permet on pourra faire un travail de contournage.

Autre exemple :

Programme.

- %
- N10 GTX2
- N20 M4 S450
- N30 T201
- N40 G00 X - 35000 Z - 24000 S700
- N50 X - 9000 Z - 24000 F500
- N60 G4 F50
- N70 G95 X - 35000 F1000
- N80 T205
- N90 G00 X - 35000 Z - 21000
- N100 G1 X - 9000 Z - 21000 F50
- N110 G4 F50
- N120 G95 X - 35000 Z - 21000 F100
- N130 GTX2



### Remarque

Pour le perçage, la contrepointe de ce type de machine n'est pas asservie d'un axe commande [la contrepointe est manuelle] mais on peut le faire sur une des deux tourelles et ceci en utilisant une barre parallépipédique, sur laquelle on fait un alésage conique dans lequel on fixe notre outil (forêt), mais vu les capacités de la tourelle, les diamètres à percer sont limités à 40mm, car la capacité de la tourelle est de 50mm.

### V.3 Probleme particulier du systeme "NUM460TM": (Synchronisation).

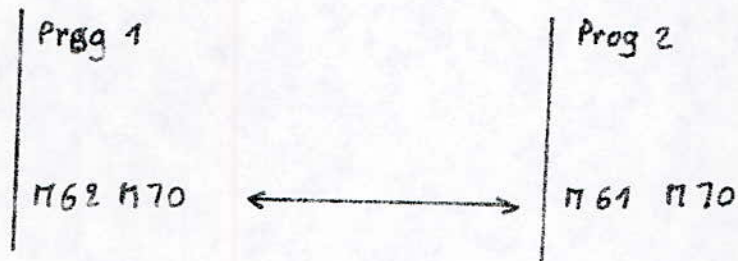
Trois fonctions "machine" sont prévues à des fins de synchronisation des deux chariots.

- M61 ordre départ au chariot 1 (emis par le chariot 2)
- M62 ordre départ au chariot 2 (emis par le chariot 1)
- M70 ordre du chariot sur lequel est programmé M70.

Attente d'un ordre de départ donné à ce chariot.

Si un chariot doit se trouver à l'arrêt dès le départ, il convient au programme correspondant de commencer par M70.

- Réalisation de quelques opérations de synchronisation  
\* point de rendez-vous.

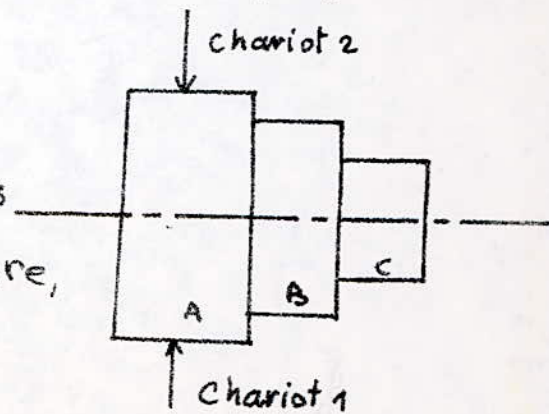


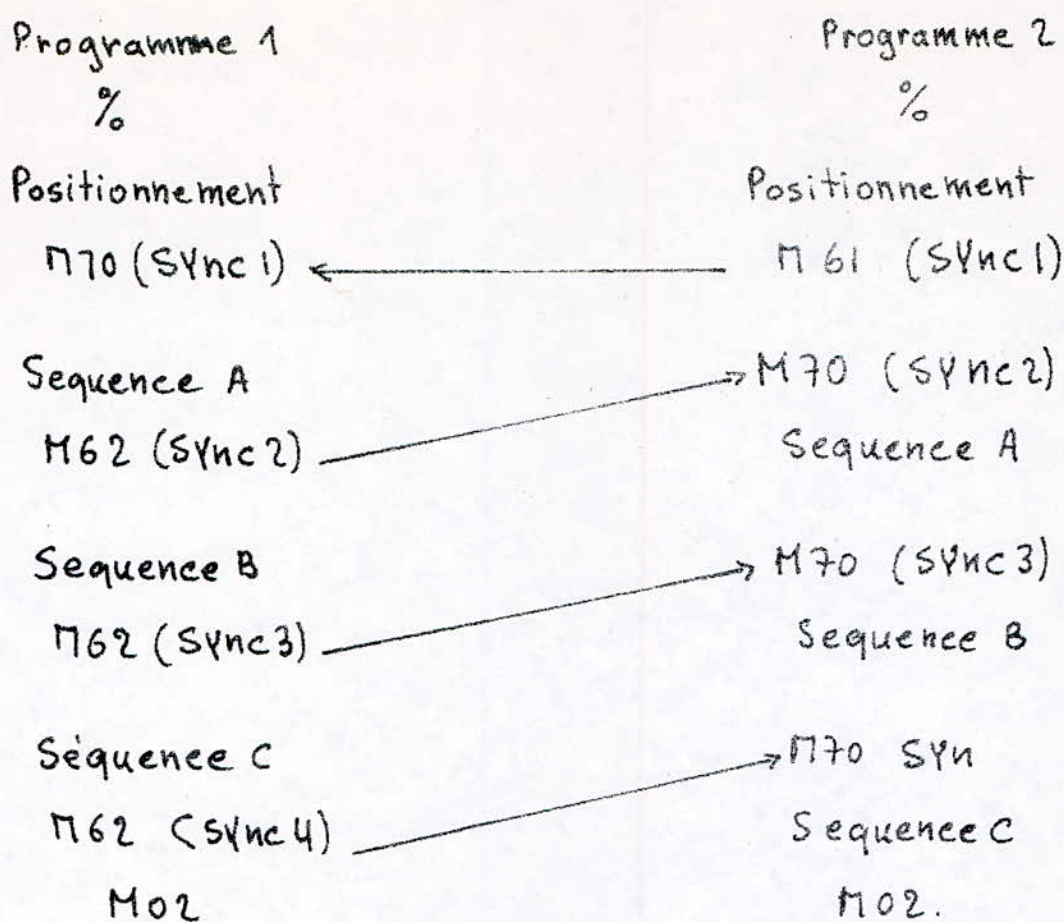
remarque:

Pour que qq synchronisation soit rigoureuse, les deux fonctions M61 (ou M62) et M70 doivent être programmées dans un seul bloc.

\* Informations de passage:

Les chariots (1) et (2) exécutent les séquences (A), (B), (C) dans cet ordre, mais on interdit au chariot 2 de commencer une séquence sans que celle-ci n'ait pas été achevée par le chariot 1.





Afin de savoir quels sont les points de synchronisation qui se correspondent d'un chariot sur l'autre, il est fortement conseillé d'accompagner chaque fonction de synchronisation d'un commentaire. Les deux points de synchronisations se correspondent dans chaque programme doivent être accompagnés, tous deux du même commentaire (voir exemple ci avant).

— Les fonctions M, S, T.

\* Les fonctions T et certains fonctions M (M7, M8, M9, M48, M49) spécifiques à chaque chariot sont programmables à chaque instant sur n'importe quel chariot.

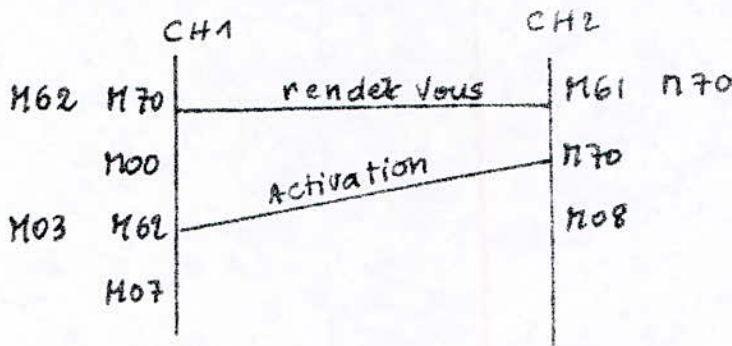
si une sortie de fonctions est en cours sur un chariot, elle est terminée avant la prise en charge des sorties pour le compte de l'autre chariot.

\* Cas des fonctions M00 et M01: elles peuvent être programmées sur n'importe quel chariot à condition que l'autre soit en attente (M70).

\* la détection d'un M00 sur l'un ou l'autre des chariots le classique se doit d'arrêter la broche et les deux arrosages

\* Les remises en route de la broche, et des deux arrosages doivent être reprogrammées après un M00 ou M01.

\* Il est conseillé de programmer les fonctions M00/M01 la façon indiquée ci contre.



\* Il est interdit de programmer des fonctions de synchronisation sur des blocs contenant M0 ou M1.

\* En ce qui concerne les fonctions S, de même que toutes les fonctions ne s'adressant pas spécifiquement à un chariot, il est recommandé de programmer les fonctions toujours sur le même chariot. Ce chariot est dit "chariot maître"

\* Il est autorisé toute fois, lorsqu'il est impossible de procéder autrement (cas de VCC), de changer de chariot maître.

A partir de l'instant de la commutation, toutes les fonctions

S, n03 ..etc... devront être sorties sur le nouveau chariot maître. le chargement de chariot maître doit se faire suivant le schéma qui suit:

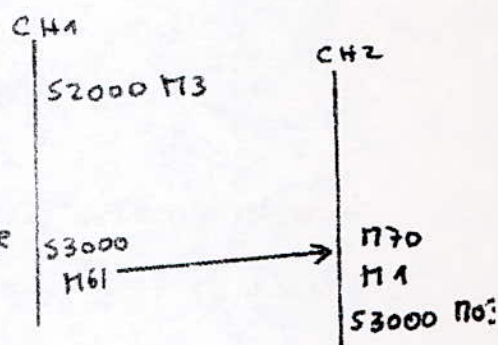
- Synchronisation du nouveau chariot maître sur l'ancien, de façon à s'assurer que l'ancien ait fini son travail en mode maître avant la commutation.

- Puis programmation sur le nouveau chariot maître des fonctions suivantes et cela dans l'ordre indiqué:

- Gamme de broche.

- fonctions S

La nouvelle valeur de S, 3000 est préprogrammé sur le premier chariot avant commutation pour que l'affichage du S sur les deux "pages en cours" soit identique.



En ce qui concerne l'affichage des fonctions en cours "Page en cours", la modalité des fonctions broche (S, n) n'est assurée qu'à l'intérieur de chaque programme chariot et non pas chariot sur l'autre.

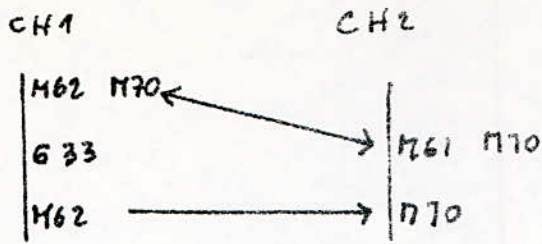
- Filetage.

Dans cette version du logiciel "Tour - bi - chariot" le filetage n'est pas permis sur un chariot que si l'autre chariot se trouve à l'arrêt.

Dans le cas contraire, une erreur est détectée.

les programmes devront être synchronisés de la façon suivante:





Il est par conséquent interdit de programmer des fonctions de synchronisation sur un bloc de filetage (G33 programmé ou modal).

- Vitesse de coupe constante (VCC).

La vitesse de coupe constante peut être programmée sur n'importe quel chariot à condition que l'autre chariot ne soit pas lui-même en (VCC).

Dans le cas contraire, une erreur est détectée (erreur G2). Pour éviter une telle erreur, il est nécessaire d'utiliser des fonctions de synchronisation.

## Conclusion.

79

Suivant la conception de chaque machine, on en déduit que le tour HBCNC3 est plus apte à usiner des pièces de configuration genre: arbres longs. Alors que le tour FL540, de part sa morphologie est destiné à usiner des pièces plus volumineuses et moins longues telles que: Couronnes pièces ayant des grands alésages ... etc...

En comparaison avec le système CERCI-CAZNEUVE, le système NUM est beaucoup plus technique, enrichissant de part sa technique, il comporte plus de possibilités d'option d'automatisation de fonctionnement. De ces faits il est de plus en plus utilisé dans l'industrie.

En fin je ne saurais terminer sans souhaiter la continuation de ce projet au cours des semestres à venir par les étudiants de notre département qui s'occuperont dans le cadre de leur thèse de fin d'étude, de la programmation automatique dont l'étude présente. Constitue sa préparation de données de base.

## Bibliographie

- 1 - La commande numérique des machines outils SIM. W. SIMON  
(Bibliothèque ENPA) cote: 62 52.
- 2 - Theorie et pratique des systemes et langage de commande  
numérique des machines outils. H. Soules Camy.
- 3 - Guide de fabrications mécaniques  
P. Padilla et H. Zully.
- 4 - La commande numérique des machines outils.  
H. Leynaud (CCF) cote: M.4.d LEY. 21118.
- 5 - Manuel de programmation. (NUM)
- 6 - Manuel de programmation CERCI CHZNEUVE.
- 7 - Commande numérique Claude Hargel  
Editions Forehen 84.

