

9. Regard sur les tours industriels

Regard sur les tours de production	9.1
La normalisation des caractères (lettres d'adressage)	9.2 - 9.4
Programmation de la virgule décimale, élimination des zéros	9.5
Description des formats	9.6
Programmation de la valeur absolue/Programmation de diamètres	9.7 - 9.8
Les boucles d'asservissement	9.9 - 9.10
Points de référence importants	9.11 - 9.14
Feuille de programmation d'un tour de production	9.15 - 9.27

Regard sur les tours de production

L'important, dans le cas d'un tour didactique, est de se familiariser avec la structure et la logique d'une machine à commande numérique par ordinateur. On n'ambitionne pas une productivité élevée.

Pour les tours industriels, c'est une production élevée et une précision parfaite qui est le tout premier impératif. Des opérations manuelles telles que le réglage de la vitesse de rotation de la broche, l'échange de l'outillage, le branchement du liquide d'arrosage, etc. requièrent beaucoup de temps et, pour cette raison, ces opérations sont commandées sur les machines de production.

Automatisation

Etant donné que le temps d'usinage doit-être le plus réduit possible, les opérations telles que:

- la rotation de la broche
- le réglage de la vitesse de rotation de la broche
- l'échange d'outillage
- diverses fonctions de commande, par exemple, l'ouverture et la fermeture du liquide de refroidissement.

Sont automatisés et sont programmés.

Programmation

L'objectif poursuivi lors de la fabrication d'un système de commande numérique réside dans une programmation simple et tenant compte des impératifs d'utilisation.

C'est pour cette raison que l'ordinateur possède une grande mémoire pour l'élaboration de calculs complexes et tient compte de l'ensemble de ces informations sans avoir à les introduire (ex. outillage, données, géométriques etc....).

Nous traiterons sommairement dans les pages suivantes.

La normalisation des caractères (lettres d'adressage)

Etant donné que les possibilités de programmation sont plus importantes sur les machines industrielles, il convient que la normalisation des caractères soit plus étendue.

En exemple sur une fraiseuse, il nous faut programmer trois axes: X, Y, Z.

La normalisation des lettres d'adressage a été fixé par la norme DIN 66025, feuillet 1.

Il s'agit des adresses les plus importantes, leur signification et caractéristiques essentielles.

Extrait de la norme DIN 66025, feuillet 1, édition 2.72.

Carac-tère	Signification
A	Mouvement de rotation autour de l'axe X
B	Mouvement de rotation autour de l'axe Y
C	Mouvement de rotation autour de l'axe Z
D	Mouvement de rotation autour d'un autre axe ou troisième avance
E	Mouvement de rotation autour d'un autre axe ou deuxième avance
F	Avance
G	Fonction préparatoire
H	(disponible)
I	Paramètre d'interpolation ou pas de filetage parallèlement à l'axe X
J	Paramètre d'interpolation ou pas de filetage parallèlement à l'axe Y
K	Paramètre d'interpolation ou pas de filetage parallèlement à l'axe Z
L	(disponible)
M	Fonction auxiliaire
N	Numéro de séquence
O	(ne pas utiliser)

Carac-tère	Signification
P	Troisième mouvement parallèle à l'axe X ou paramètre pour correction d'outil
Q	Troisième mouvement parallèle à l'axe Y ou paramètre pour correction d'outil
R	Troisième mouvement parallèle à l'axe Z ou bien mouvement en marche rapide dans la direction de l'axe Z ou bien paramètre pour correction d'outil
S	Vitesse de rotation de la broche
T	Outil
U	Deuxième mouvement parallèle à l'axe X
V	Deuxième mouvement parallèle à l'axe Y
W	Deuxième mouvement parallèle à l'axe Z
X	Mouvement en direction de l'axe X
Y	Mouvement en direction de l'axe Y
Z	Mouvement en direction de l'axe Z

Les fonctions préparatoires (Format G2)

Fonctions G, fonctions ou instructions préparatoires, tous ces termes sont usuels.

Le nombre des fonctions préparatoires donc, des fonctions de commande, est sensiblement plus élevé pour des machines industrielles. La normalisation d'un certain nombre de fonctions préparatoires est fixée dans la norme DIN 66 025, une partie de celles-ci reste disponible selon l'usage que l'on veut en faire.

Le constructeur du système de commande peut utiliser les fonctions disponibles pour des fonctions de commande bien définies.

Ces fonctions de commande font l'objet d'une description détaillée dans les notices d'utilisation et les dépliants se rapportant à chacun des machines.

Normalisation des fonctions préparatoires G

Extrait de la norme DIN 66025, feuillet 2, paragraphe 2.4, édition 72.5.

Fonction prép.	Signification	Fonction prép.	Signification
G00	Positionnement en déplacement rapide	G40	Suppression de la correction d'outil
G01	Interpolation linéaire	G41-G52	Corrections d'outil
G02	Interpolation circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre	G53	Suppression de décalage
G03	Interpolation circulaire dans le sens contraire des aiguilles d'une montre	G54-G59	Décalages
G04	Temporisation	G60	Arrêt précis 1er degré (fin)
G06	Interpolation parabolique	G61	Arrêt précis 2ème degré (moyen)
G08	Accélération	G62	Arrêt rapide (approx.)
G09	Décélération	G63	Taraudage
G17	Sélection du plan XY	G80	Suppression cycle de travail
G18	Sélection du plan XZ	G81-G89	Cycles de travail
G19	Sélection du plan YZ	G90	Cotes absolues
G25-G29	Disponible en permanence	G91	Cotes relatives
G33	Taillage de filets, pas constant	G92	Décalage programmé du point de référence
G34	Taillage de filets, pas en augmentation constante	G93	Réciproque de temps avance-codage
G35	Taillage de filets, pas en diminution constante	G94	Indication directe de l'avance en mm/min
G36-G39	Disponible en permanence	G95	Indication directe de l'avance en mm/tour
		G96	Vitesse de coupe
		G97	Suppression de G96

Toutes les fonctions préparatoires qui ne sont pas mentionnées sont provisoirement disponibles.

Les fonctions auxiliaires ou fonctions de commutation

Adresse M: Format M2

L'enclenchement des broches, du liquide d'arrosage, l'échange de l'outillage et d'autres fonctions seront programmées avec l'adresse M. Dans les fonctions complémentaires également il existe des fonctions provisoirement disponibles et d'autres qui le sont en permanence.

Normalisation des fonctions auxiliaires M

Extrait de la norme DIN 66025, feuillet 2, paragraphe 4.3, édition 1972/5.

Fonction aux.	Signification	Fonction aux.	Signification
M00	Arrêt programmé	M14	Enclenchement de la broche dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et enclenchement du liquide d'arrosage
M01	Arrêt optionnel	M15	Mouvement en sens positif
M02	Fin de programme	M16	Mouvement en sens négatif
M03	Rotation de la broche dans le sens des aiguilles d'une montre	M19	Arrêt de la broche en position finale définie
M04	Rotation de la broche dans le sens contraire des aiguilles d'une montre	M30	Fin de la bande perforée
M05	Arrêt de la broche	M31	Suppression d'un verrouillage
M06	Echange d'outil	M36-M37	Plages des avances
M07	Enclenchement du liquide d'arrosage 1	M38-M39	Plages des vitesses de rotation de broche
M08	Enclenchement du liquide d'arrosage 2	M40-M45	Commande de transmission
M09	Déclenchement du liquide d'arrosage	M50	Enclenchement du liquide d'arrosage 3
M10	Blocage	M51	Enclenchement du liquide d'arrosage 4
M11	Desserrage	M55-M56	Décalages d'outillage
M13	Enclenchement de la broche dans le sens des aiguilles d'une montre et enclenchement du liquide d'arrosage	M60	Echange de pièce à usiner
		M61-M62	Décalages de pièce à usiner
		M71-M72	Décalages en rotation de pièce à usiner

Toutes les fonctions auxiliaires non mentionnées sont disponibles soit à titre provisoire, soit de manière permanente.

Notions et réalisations

Programmation de la virgule décimale

La quasi-totalité des machines industrielles sont équipées du système d'introduction de la virgule décimale. Grâce à l'introduction de la virgule décimale, on a une meilleure vue d'ensemble sur la programmation et l'introduction du programme.

Exemple:

Introduction de 1/100 mm (comme sur le tour COMPACT 5 CNC):

La valeur X est de 24,25 mm

On a en entrée: 2425 (c'est-à-dire pas de programmation de la virgule décimale)

Exemple:

Introduction de la virgule décimale:

La valeur X est de 24,25 mm

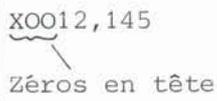
On a en entrée: 24,25 (c'est-à-dire programmation de la virgule décimale)

Élimination des zéros (selon ISO)

1. Élimination des zéros en tête

La notation X0012,145 est compliquée et manque de clarté. Aussi bon nombre de systèmes de commande sont conçus de telle sorte que les zéros en tête ne doivent pas être notés.

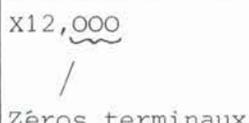
Exemple:

Notation sans élimination des zéros en tête	Notations avec élimination des zéros
X0012,145 	X12,145

2. Élimination des zéros terminaux (selon ISO)

Les zéros qui se placent après la virgule décimale ne doivent pas être notés.

Exemple:

Notation sans élimination des zéros terminaux	Notation avec élimination des zéros
X12,000 	X12.

Description des formats

COMPACT 5 CNC Dans les descriptions de formats sur le tour COMPACT 5 CNC, nous avons représenté le format sous forme d'une clé.

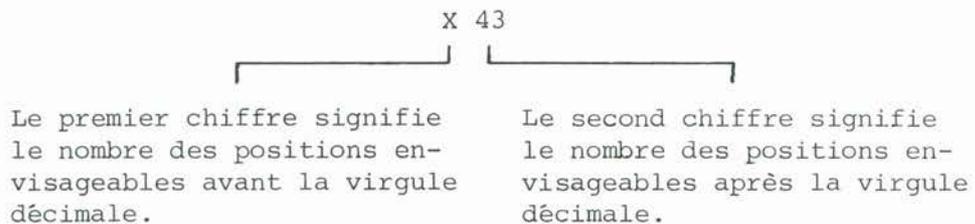
N../G../X...../Z.....

Description des formats de programme (selon ISO)

Un exemple caractéristique:

N4/G2/X43/Z43/..... etc.

Quelle est la signification de X43?



X.....
4

.....
3

Que signifie N4?

S'il n'y a pas de lettre d'adressage, cela indique le nombre des positions devant la virgule décimale. Le plus grand nombre de séquences programmable serait donc: N9999
N 4

Exemple d'exercice:

Décrivez le format de programme du tour COMPACT 5 CNC (selon ISO)

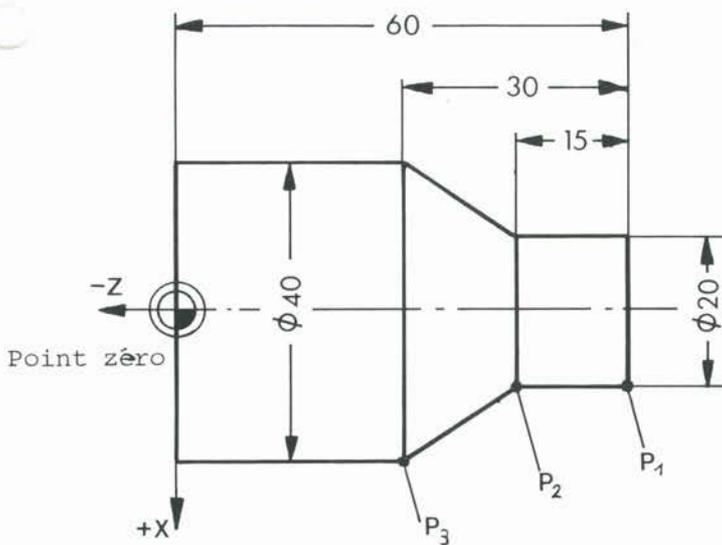
N../G../X...../Z...../F...

Programmation de la valeur absolue/Programmation de la valeur de référence

Sur les tours industriels vous pouvez programmer en cotation absolue ou incrémentale. Nous devons toutefois donner l'information à l'ordinateur qui se chargera de son interprétation - s'agit il d'une cotation absolue ou incrémentale? Ces informations sont communiquées par l'intermédiaire des fonctions préparatoires (fonctions G).

G90 = Introduction des cotes absolues
G91 = Introduction des cotes relatives

Exemple: Programmation de valeurs absolues



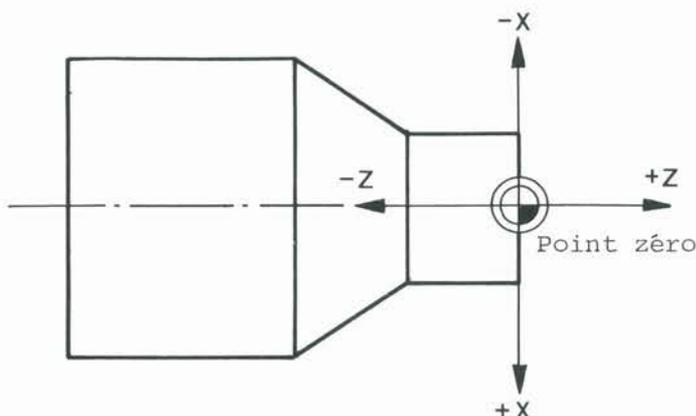
Les points P₁/P₂/P₃ doivent être décrits en absolu; point zéro du système des coordonnées comme déjà décrit.

	N	G	X	Z
	00	G90		
P ₁	01	01	10	60
P ₂	02	01	10	45
P ₃	03	01	20	0

Du fait de la programmation de G90, toutes les entrées suivantes de X/Z seront calculées en absolu. Cette instruction est annulée si vous programmez G91.

Exemple d'exercice

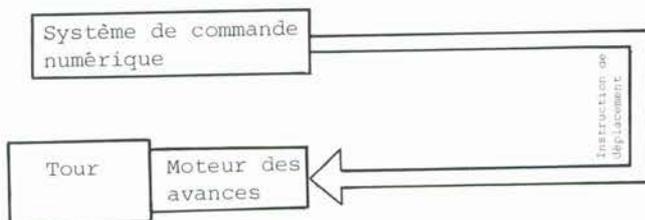
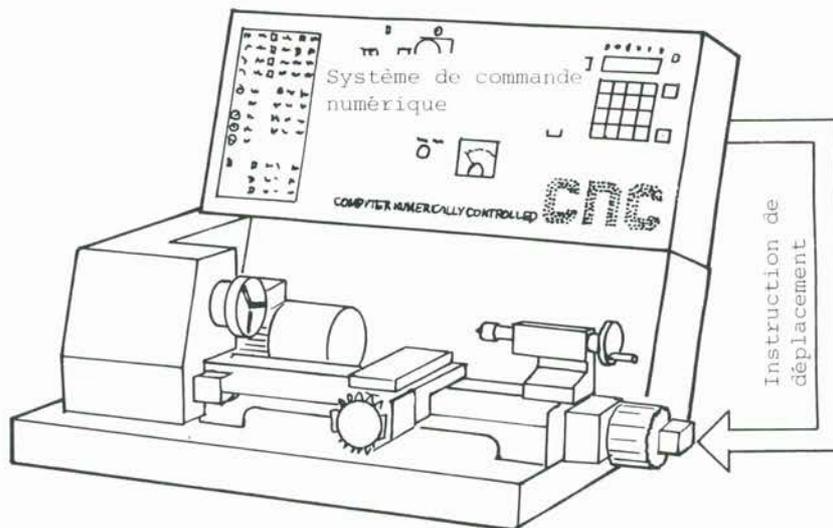
Décrivez les points P₁/P₂/P₃ en cotes absolues. Point zéro sur le croquis.



	N	G	X	Z	F
	10	90	00		
P ₁	01	01	10	00	30
P ₂	02	01	10	-15	30
P ₃	03	01	20	-30	30

Les boucles d'asservissement sur tours à commande numérique

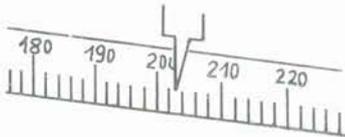
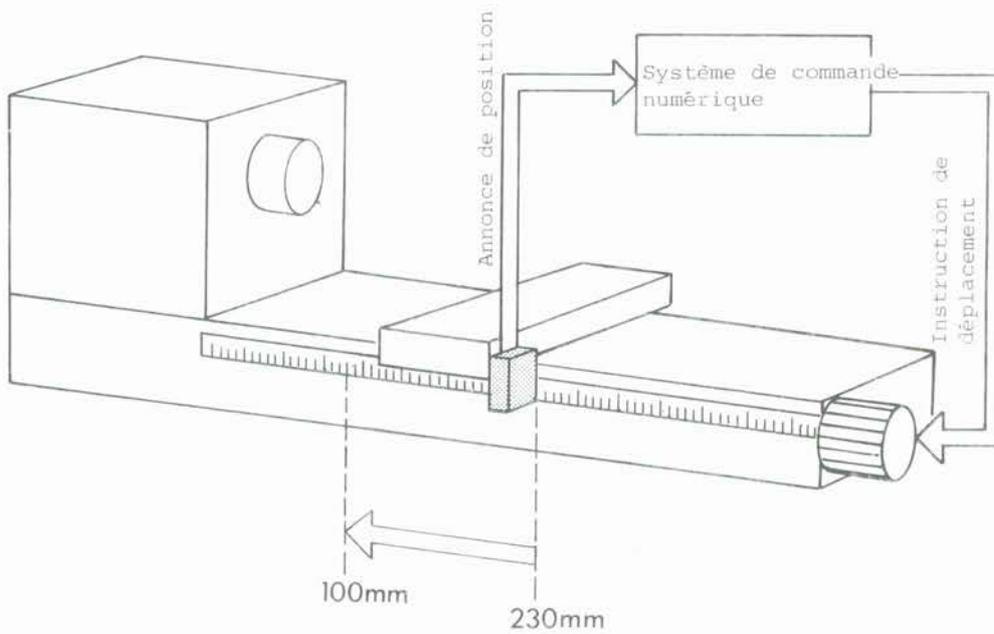
1. Boucle d'asservissement ouverte (par exemple tour COMPACT 5 CNC)



Principe de régulation:

Le système de commande numérique transmet une instruction de déplacement au moteur des avances, par exemple le déplacement doit être de 37,25 mm. Il n'y a **pas** de retour signalant que le chariot a bien exécuté le mouvement de déplacement.

2. Boucle d'asservissement fermée avec mesure de déplacement



La machine est équipée d'un système de mesure de déplacement. Les positions des chariots sont en permanence communiquées au système de commande.

Principe (exemple):

Le chariot se trouve en position 230 mm. Nous donnons l'instruction de déplacement $Z -130$ mm.

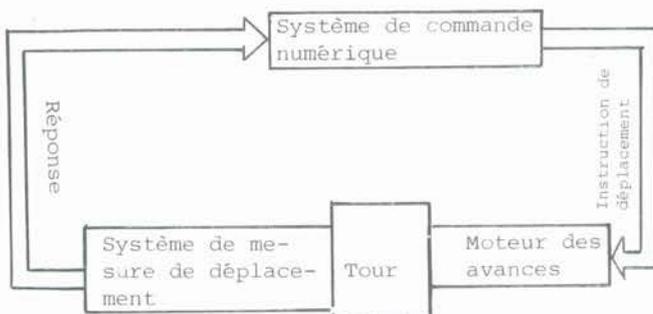
Le système de mesure de déplacement annonce au système de commande numérique: position = 230 mm.

L'ordinateur calcule dès lors:

valeur réelle = 230 mm

Point de positionnement = $(230 - 130) = 100$ mm

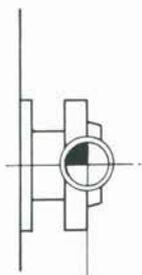
Je dois donc donner l'instruction de déplacement jusqu'à ce que le système de mesure me fasse savoir: "déplacement 100 mm".



Points de référence importants

1. Le point origine de la machine M

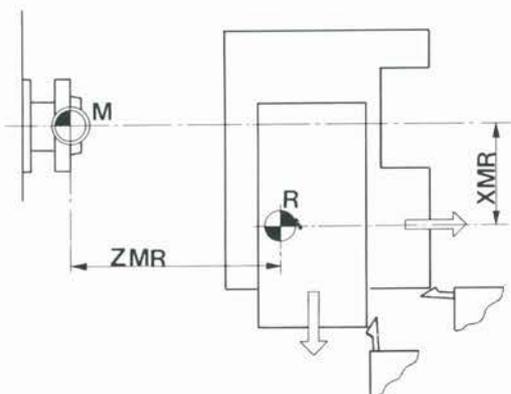
Symbole:  M



Le point origine de la machine est l'origine du système de coordonnées. Sur les tours, le point de référence est le nez de broche et l'axe longitudinal, il ne peut pas être modifié par l'utilisateur. Le constructeur l'a introduit dans la mémoire fixe. Les coordonnées du point sont $X=0$, $Z=0$.

2. Le point de référence de la machine R

Symbole:  R

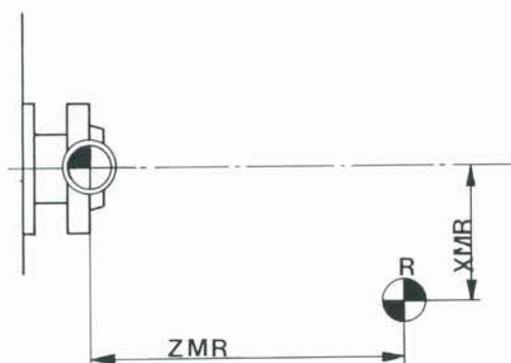


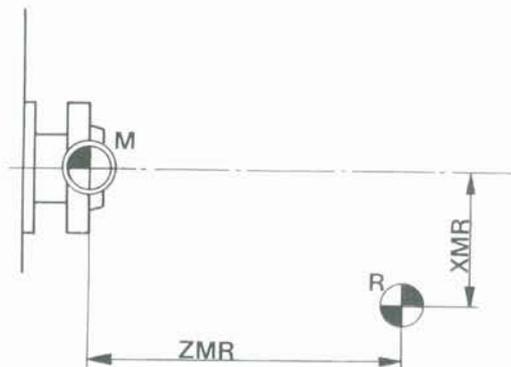
Le point de référence de la machine sert à l'étalonnage du système de mesure. La position du point R est fixée par le constructeur au moyen de cames. Les cotes XMR et ZMR sont définitivement stockées en mémoire et ne peuvent être modifiées par l'utilisateur.

Processus d'étalonnage:

- Les chariots sont déplacés jusqu'à ce que les cames signalent "les chariots se trouvent au point de référence R". Le système de mesure de déplacement annonce les valeurs mesurées X et Z.
- L'ordinateur compare XMR et X ou ZMR et Z.

XMR } ZMR }	= Valeurs immuables stockées en mémoire
X } Z }	= Valeurs relevées
- Au cas où l'on constaterait une divergence, la valeur X ou Z sera corrigée dans le système de mesure.



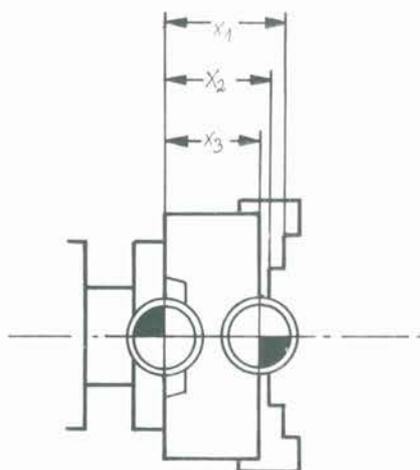


Exemple

Le point de référence de la machine R doit être déplacé au point d'origine de la machine.

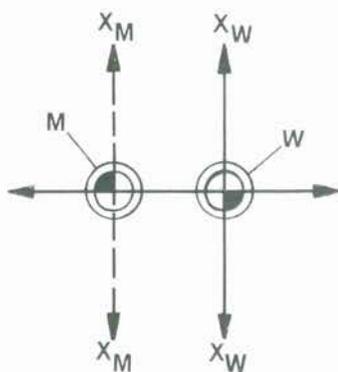
N	G	X	Z
..	G90		
..	01	XMR	ZMR

3. Point d'origine de la pièce W



Les outils de serrage les plus divers sont montés sur la broche principale: La distance de la surface d'appui de la pièce à usiner par rapport au point d'origine de la machine ($X_1/X_2/X_3$) se modifie selon les gradins les mors que nous utilisons pour le serrage. Lors de la programmation, cela entraînerait un grand nombre d'opérations de calcul.

C'est pour cette raison que l'on déplace l'origine du système de coordonnées dans le point d'origine de la pièce à usiner W.

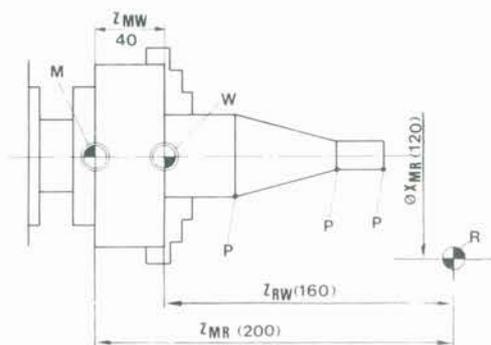


G92 - DECALAGE PROGRAMME DU POINT DE REFERENCE

Exemple:

L'origine du système de coordonnées doit être décalé de 40 mm sur l'axe Z, et ce au point W.

Ce décalage s'effectue avec la fonction préparatoire (fonction G) G92.



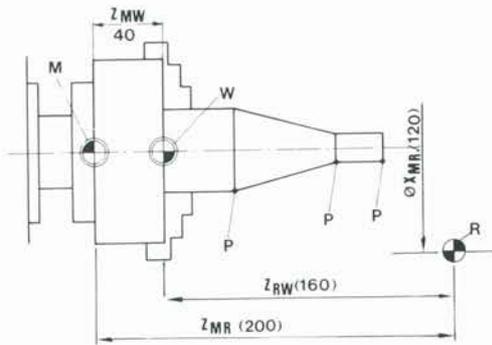
Programmation du décalage

N	G	X	Z
..	90		
..	92	120	160

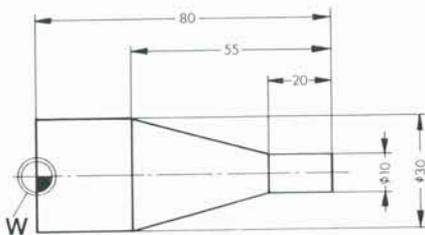
Exemple

Programmation des points P₁/P₂/P₃

Programmation des valeurs absolues
 Programmation des diamètres

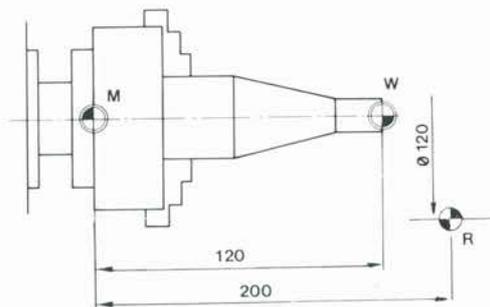


	N	G	X	Z
	..	90		
	..	92	120	160
P ₁	..	00	10	80
P ₂	..	01	10	60
P ₃	..	01	30	25



Exemple d'exercice

Programmez le décalage de W (voir croquis) de même que les points P₁/P₂/P₃.



	N	G	X	Z	F
	02	90			
	00	92	120	80	
P ₁	02	00	10	00	
P ₂	03	01	10	-20	
P ₃	04	01	30	-55	

4 Le point de contact A (symbole)

La programmation avec le point de contact est facile lorsque l'ébauche de la pièce à usiner doit être tournée des 2 cotés. Le point de contact librement choisi et sa position sera programmée.

5. La valeur de réglage E (symbole)

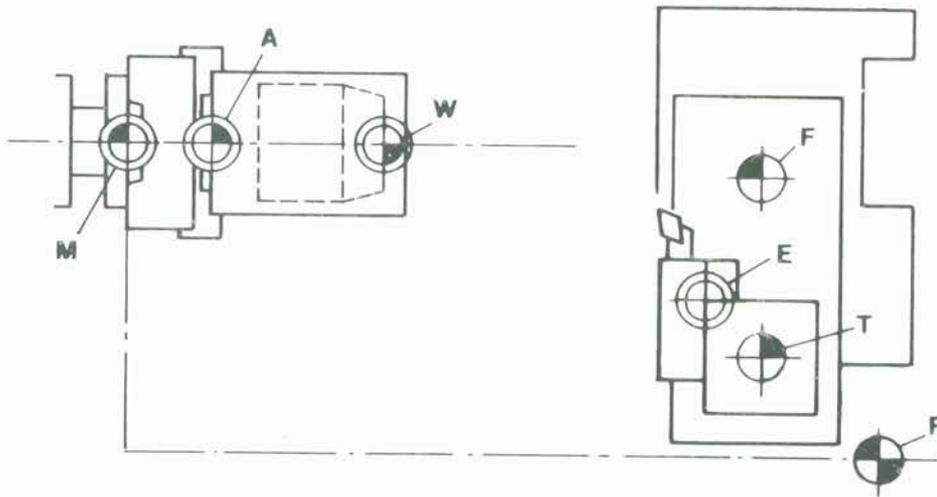
Le point de réglage E constitue le point d'origine pour le pré-réglage de l'outil. C'est à partir de ce point que les cotes L et Q de l'outil de tournage sont réglées et calculées (prière de se reporter à l'adresse T).

6. Point de référence du porte-outil T (symbole)

Le point T se trouve dans l'axe de rotation du porte-outil.

7. Point de référence du chariot F (symbole)

Il s'agit d'un point se situant sur le porte-outil.



Bon nombre de machines à commande numérique il existe d'autres points (prière de se reporter aux notices d'utilisation).

Pour des raisons de simplification, un certain nombre de points coïncide avec le point de référence R sur beaucoup de machines.

$$R = E = T = F$$

Feuille de programmation d'un tour de production

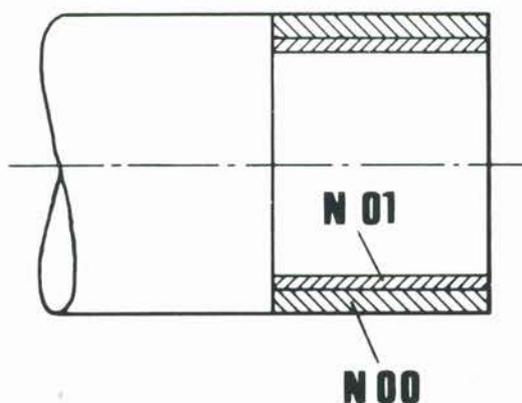
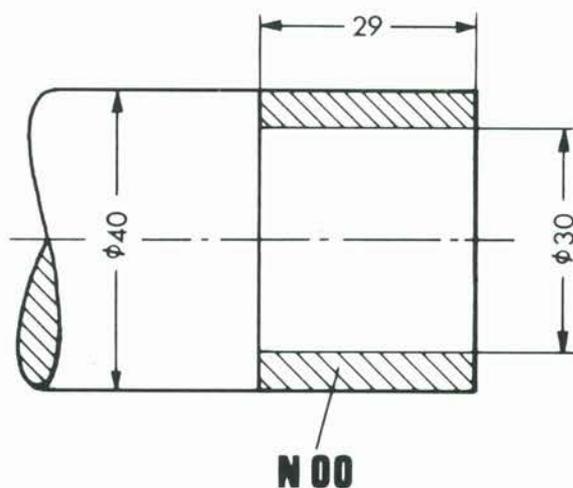
Adresse N (numéro de séquence)

N	G	X	Z	I	K	F	R	S	T	M
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Le nombre des blocs est de 9999 (structure de l'adresse N4).

Dans la plupart des cas, la programmation s'effectue par sauts de dizaines de blocs, afin d'insérer après coup, sans pour autant devoir retranscrire la totalité du programme.

Format fréquent: N4 (jusqu'à 9999 blocs)



Exemple

Le programmeur a défini une profondeur de coupe de 5 mm. Il se révèle en cours d'usinage que la profondeur de coupe est trop grande.

N	G	X/U	Z/W
00	84	5.000	30.000
10			
20			
30			

L'opérateur de la machine modifie la rédaction du programme et subdivise l'article N00 en deux articles (N00, N01) avec une profondeur de coupe de 3 et 2 mm.

N	G	X/U	Z/W
00	84	3.000	30.000
01	84	2.000	30.000
10			
20			

Quelles possibilités d'insertion de blocs y a-t-il sur le tour COMPACT 5 CNC?

Existerait-il une autre possibilité dans le cadre de cet exemple, éventuellement sans subdivision de blocs?

Quelle est la nomenclature dans laquelle furent indiquées les valeurs X et Z?

Les adresses G/X/Z/R/M

N	G	X	Z	I	K	F	R	S	T	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Adresses G/X/Z: Les adresses G, X, Z sont bien connues sur le tour COMPACT 5 CNC.

Adresse M: Fonctions auxiliaires ou de commutation.
La normalisation est reprise en page 9.4.

Exemple de programmation

Article 1: Rotation de la broche dans le sens des aiguilles d'une montre de 2400 tr/min

Article 2: Enclenchement du liquide d'arrosage 1

N	G			S	M
O1	97			2400	O3
O2					O7

Adresse R: L'adresse .R est spécifique du système de commande. Elle est programmée en relation avec la vitesse constante de coupe.

Adresse S (vitesse de rotation de la broche)

N	G	X	Z	I	K	F	R	S	T	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Sur les tours industriels, la vitesse de rotation de la broche est programmée.

1. Vitesse de rotation constante

Exemple:

Tournage d'un cône
A une vitesse de rotation constante (par exemple 1000 tr/min), la vitesse de coupe passe de

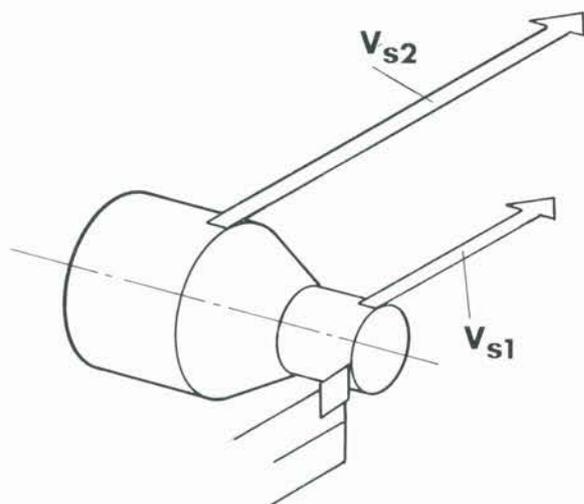
$$V_{s1} = \frac{d \times \pi \times S}{1000} = \frac{20 \times \pi \times 1000}{1000}$$

$$= 62 \text{ m/min}$$

à

$$V_{s2} = \frac{d \times \pi \times S}{1000} = \frac{40 \times \pi \times 1000}{1000}$$

$$= 124 \text{ m/min}$$



La vitesse maximale de coupe est indiquée préalablement (en fonction de la matière de l'outil de tournage, de la matière à usiner, de la profondeur de coupe, etc.).

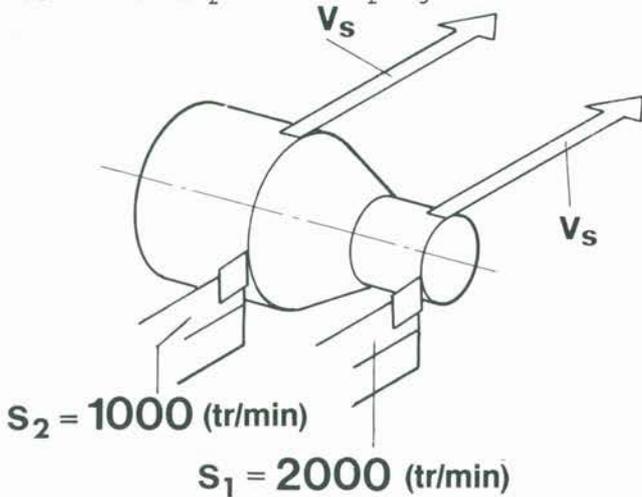
En cas de vitesse de rotation constante, la vitesse maximale de rotation doit être réglée sur le plus grand diamètre.

Inconvénient:

- Lorsque les vitesses de coupe varient, les conditions de coupe se modifient (état de surface).
- Bon nombre de matières s'usinent difficilement à des vitesses de coupe trop basses.

2. Vitesse de coupe constante

L'idéal pour l'enlèvement de copeaux est que la vitesse de coupe soit constante. Sur les tours à commande numérique par ordinateur CNC, la vitesse de rotation peut être programmée.

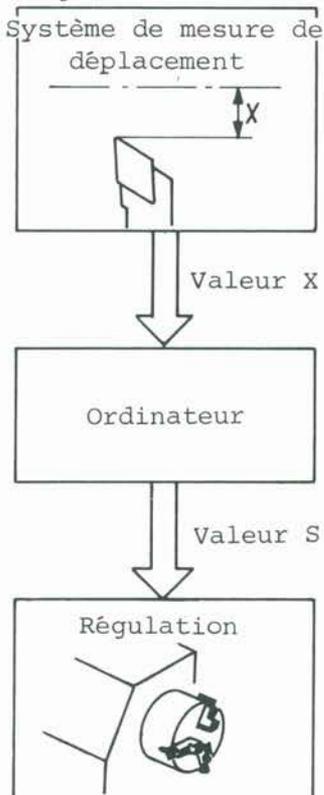


Régulation:

Le changement de position du chariot transversal dans le sens X est retransmis par l'intermédiaire du système de mesure de déplacement du chariot transversal. L'ordinateur calcule de manière permanente les valeurs.

$$S = \frac{V_s \times 1000}{d \times \pi} \text{ et transmet}$$

La vitesse de rotation du moteur sera dès lors réglée.



Programmation

Il vous faut communiquer à l'ordinateur l'information: vous désirez une vitesse de rotation constante ou une vitesse de coupe constante. Cela se fait par l'intermédiaire des fonctions préparatoires (fonctions G)

1. Vitesse de rotation de la broche en tours par minute (tr/min) = G97

Lors de la programmation de la fonction G96, il y a lieu d'introduire la vitesse de rotation en tr/min.

N	G		S		
	97		2400		

G97 = Valeur S en tr/min

2. Vitesse constante de coupe (mètres par minute) = G96

N	G		S		
	96		140		

G96 = Valeur S en m/min

Lors de la programmation de G96, il convient d'indiquer également la vitesse de rotation maximale admise ou possible de la broche.

Adresse F (Avance)

N	G	X	Z	I	K	(F)	R	S	T	M
---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---

L'avance peut-être programmée de deux manières. L'information selon laquelle nous souhaitons telle ou telle avance est transmise par l'intermédiaire de G94 ou G95.

1. G94 = Programmation de l'avance en millimètres par minute (mm/min)

N	G		F	
	94		200	

G94 = mm/min

Structure d'adresse: F4 (F....)

2. G95 = Indication directe de l'avance en millimètres par tour

N	G		F	
	95		0,250	

G95 = mm/tr

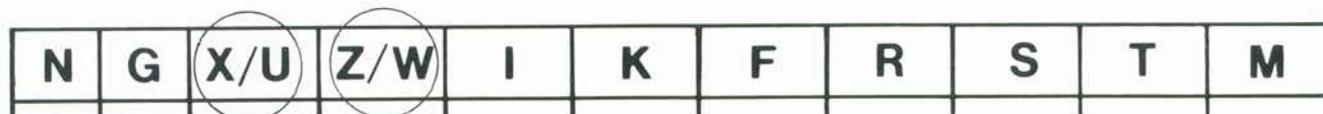
Structure d'adresse: F13 (F.,....)

Question:

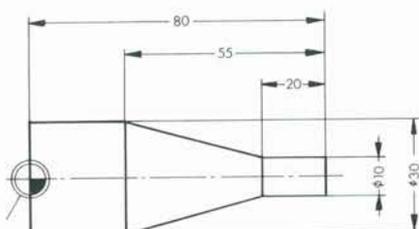
Selon cette programmation, l'avance varie-t-elle en mm/tr lors du tournage d'un cône?

N	G		F	S
..	96			2000
..	94		150	

Adresses X/U, Z/W



Sur la plus grande partie des dessins, les cotes sont mixtes: absolues et incrémentales. Avec les fonctions préparatoires G90 et G91, vous pouvez choisir les deux types de programmation. Toutefois il est plus simple de programmer en cotation absolue et sous programme en incrémental.



1. Programmation en valeurs absolues dans les axes X et Z

N../G90
 N../G00/X10/Z80
 N../G01/X10/Z60
 N../G01/X30/Z25

2. Programmation en valeurs incrémentales dans les axes X et Z

N../G90
 N../G00/X10/Z80
 N../G01/U0/W20
 N../G01/U10/W35

A cet effet les adresses U et W ont été prévues. Si les valeurs sont introduites aux adresses X et Z, elles seront calculées en cotes absolues. En cas d'introduction aux adresses U/W, elles seront calculées en cotes incrémentales.

Exemple:

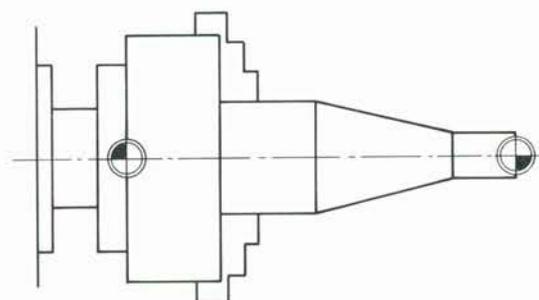
Les points $P_1/P_2/P_3$ sont programmés. Le point P_1 est toujours décrit en absolu.

3. X-absolu / Z-incrémental

N../G90
 N../G00/X10/Z80
 N../G01/X10/W20
 N../G01/X30/W35

4. X-incrémental / Z-absolu

N../G90
 N../G00/X10/Z80
 N../G01/U0/Z60
 N../G01/U10/Z25



Exemple de calcul:

Etudier toutes les quatre programmations.

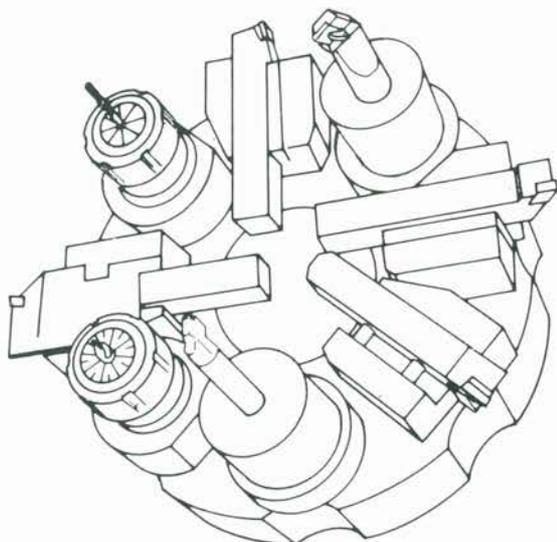
Programmez le point d'origine de la pièce à usiner d'après la position indiquée sur le croquis.

Adresse T (outil)

D'après l'exemple de la structure d'adresse T4.

T est l'abréviation du terme anglais "TOOL" qui signifie outil.

N	G	X	Z	I	K	F	R	S	T	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Les machines industrielles sont équipées de tourelle sur lesquels peuvent se monter 4,6,8,12 et même davantage d'outils.

Dans les magasins de centres d'usinage on trouve jusqu'à cinquante outils et plus. L'échange d'outillage est automatisé et doit être programmé.

Principes de programmation

Code de position (exemple d'une tourelle carrée)

Il nous faut communiquer à l'ordinateur la position angulaire souhaitée. L'énoncé de l'instruction destinée au porte-outils "rotation de 270°" serait trop longue, incommode et tributaire d'un langage.

Principe

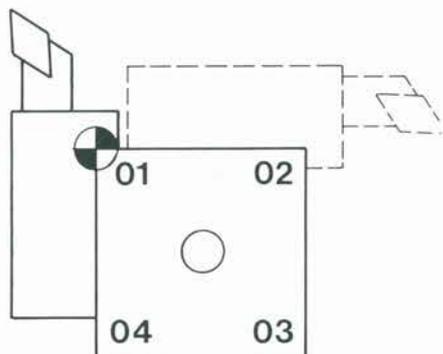
Les quatre positions du porte-outils sont numérotées comme suit:
01../02../03../04..

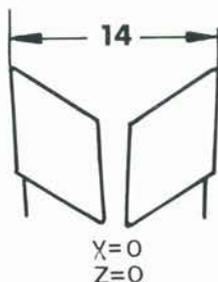
Exemple:

Programmation pour position 02.. dans la séquence 120.

N		T	M
120		02..	06.

Le porte-outils est amené en position 02.





Pré-réglage de l'outil

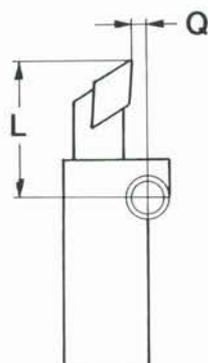
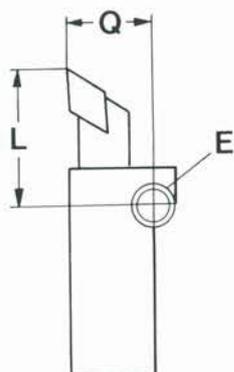
Tout comme sur le tour COMPACT 5 CNC, il conviendra de pré-régler les outils afin que soit connue la position des arrêtes de coupe l'une par rapport à l'autre, et ce dans le sens X et Z.

Pourquoi un appareil de pré-réglage des outils?

Le pré-réglage des outils sur la machine n'est pas rentable, car la machine est trop longtemps immobilisée.

Le point de réglage d'outil E (symbole)

- a) Le point de départ pour le relevé des cotes et le réglage est constitué par un point situé sur le porte-outils. Ce point s'appelle le point de réglage de l'outil.
- b) C'est au départ de ce point que l'outil est positionné.
L = distance dans l'axe X
Q = distance dans l'axe Z



Feuille de préparation:

Outil à dresser à droite:

L = 60 mm

Q = 30 mm

Outil à dresser à gauche:

L = 60 mm

Q = 15 mm

Les cotes L/Q sont enregistrées sur la feuille de préparation afin que le pré-régulateur d'outillage et le programmeur connaît la position de l'arrête de lame coupe de l'outil.

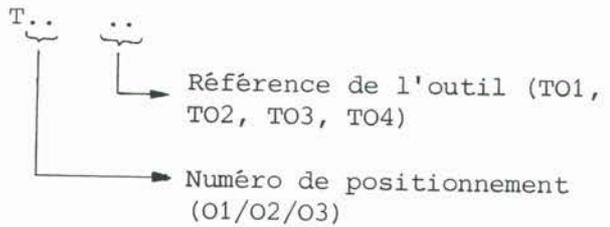
Mémorisation d'outils et référence de l'outil

Vous souvenez-vous de l'exemple 8.21? Lorsque nous sommes passés de l'outil à dresser à droite à l'outil à dresser à gauche, nous avons tenu compte de la cote de 14 mm et calculé notre programmation.

Dans le cas des tours de production c'est l'ordinateur que se charge de ces opérations de calcul. Nous devons seulement stocker en mémoire les données correspondantes.

Programmation

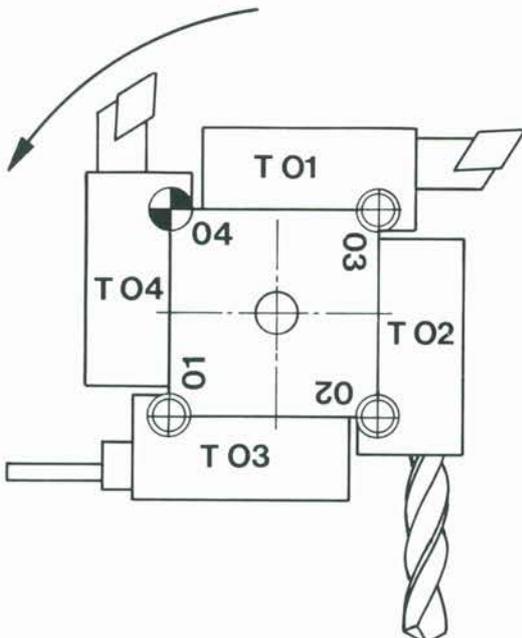
Structure d'adresse: T4



- Les premiers chiffres désignent la position du porte-outils.
- Les deux chiffres suivants sont la référence de l'outil. Sous ce numéro sont mémorisées les données relatives à l'outil (L/Q/R, etc.).

Exemple:

N		T	M
00		0404	06
120		0301	06



T0301

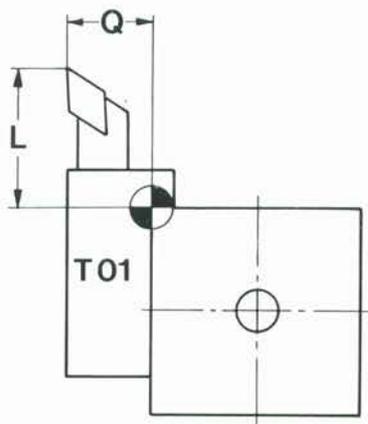
Dans la séquence 120 rotation du porte outils en position 03.

T0301

L'ordinateur a les valeurs L/Q/R et calcule les décalages. Toutefois, nous devons préalablement introduire ces valeurs d'outils dans la mémoire.

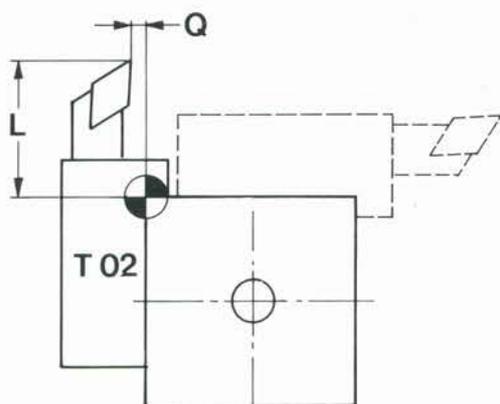
Entrées dans la mémoire des outils

Il nous faut introduire les références de l'outil (en anglais nom "tool data") pour chacun des outils (T01/T02 etc.) dans la mémoire d'outils.



Exemple:

Outil: T01
 $L = 25 \text{ mm} / Q = 4 \text{ mm}$
 $R = 0,8 \text{ mm}$

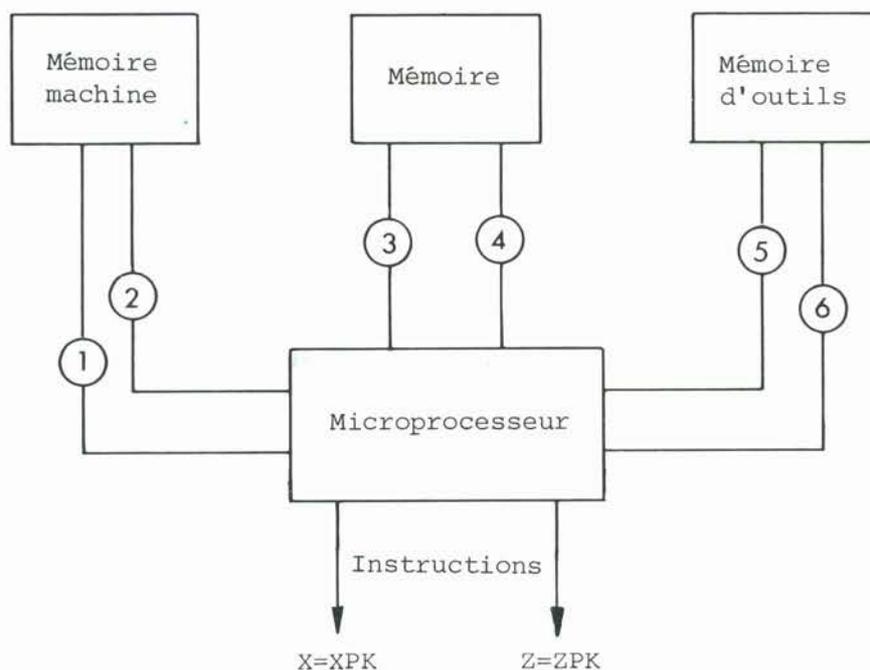


Outil T02
 $L = 25,8 \text{ mm} / Q = 20 \text{ mm}$
 $R = 0,8 \text{ mm}$

Entrées

1. Valeur L
2. Valeur Q
3. Valeur du rayon de l'arrête de coupe "r" pour le calcul de l'équidistante (compensation du rayon).
4. Position du rayon de l'arrête de coupe (1,2,3,4,5 etc.) afin que l'ordinateur sache si les valeurs de correction calculées doivent être ajoutées ou retranchées.

Déroulement des opérations dans l'ordinateur



1. Microprocesseur - Mémoire machine

Quels sont les écarts de R à M?

2. Mémoire machine - Microprocesseur

Les écarts sont XMR et ZMR.

3. Microprocesseur - Mémoire 1:

Le point d'origine de la machine est-il décalé?

4. Mémoire 1 - Microprocesseur

Assurément: dans la séquence NO1 l'instruction G92 a été donnée. Le nouveau point zéro est décalé de la valeur de l'écart ZMW.

Micro calculateur: il me faut donc retrancher ZMW de toutes les valeurs Z.

5. Microprocesseur - Mémoire d'outils

Quels sont les écarts de l'arrête de coupe K par rapport à R?

6. Mémoire d'outils - Microprocesseur

Non, les écarts de R - K sont L et Q.
Microprocesseur: je dois tenir compte de L/Q.

CALCUL

Je dois arriver à $\emptyset X$ et longueur Z.

1. Sens Z

$$ZMR - ZMW - Q - Z = \underline{ZKP}$$

Il faut donc que je me déplace de la cote ZKP.

2. Sens X

$$XMR - L - \emptyset X = \underline{XKP}$$

Dans le sens X je dois me déplacer de la valeur XKP.