

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 494 158**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 21391**

(54) Commande automatique de machines-outils.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **B 23 Q 15/00.**

(22) Date de dépôt ..... 16 novembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne, 14 novembre 1980, n° 8036621.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 21-5-1982.

(71) Déposant : Société dite : BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY, résidant en  
Grande-Bretagne.

(72) Invention de : Peter Everett Roberts, Graham Erich Smithies et Stephen Robert Bowen.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Novapat — Cabinet Chereau,  
107, bd Pereire, 75017 Paris.

## 1.

La présente invention concerne la commande automatique des machines-outils.

Le développement des équipements automatiques de commande des machines-outils a été assez rapide ces dernières années et s'est traduit par un vieillissement relatif de la plupart des équipements actuellement utilisés. On conserve néanmoins ces équipements car la machine-outil même est un matériel relativement cher ayant une longue durée de vie, et ne peut être facilement modifiée pour être adaptée à un équipement de commande moderne. A titre d'exemple, le matériau connu sous le nom de Système à bande Ferranti Mark IV/Copath a fait l'objet de ventes importantes autour des années 1960. Une bande Copath est une bande magnétique à quatre pistes comportant des signaux de commande analogiques, codés en phase, qui est produite par un équipement de traitement très spécialisé rattaché à un ordinateur. Les exemplaires d'origine d'un tel équipement sont maintenant suffisamment âgés pour nécessiter un entretien de plus en plus important, et on assiste à l'amorce d'une tendance à leur renouvellement car le système, dans son ensemble est maintenant quelque peu démodé.

Un système de commande plus moderne pourrait comprendre un ordinateur central très éloigné de l'atelier des machines, installé même dans un endroit différent, et

serait mis en oeuvre de façon à commander un nombre important de machines-outils, ce nombre fut-il élevé, qui utiliseraient directement les signaux de commande numériques produits par l'ordinateur. A la machine-outil elle-même, des 5 dispositifs importants pourraient être prévus - par exemple un terminal par l'intermédiaire duquel un opérateur pourrait appeler des programmes sélectionnés logés dans l'ordinateur central, lorsqu'il en aurait besoin, ou pourrait intervenir dans le processus d'usinage si nécessaire. En 10 outre, on pourrait prévoir un système de réaction grâce auquel chaque machine-outil serait capable de transmettre à l'ordinateur central des informations sur son état d'avancement. Comme cela a été indiqué plus haut, les machines-outils anciennes peuvent être adaptées pour fonctionner 15 avec des systèmes de commande modernes, mais cette adaptation peut s'avérer difficile ou non économique. Par exemple, une telle adaptation peut impliquer le remplacement des systèmes de transport d'outil originaux par des systèmes de réaction à "crémaillère et dispositif de résolution" et constitue une remise à neuf importante et coûteuse de la machine.

L'objet de la présente invention est une unité logique pour machine-outil, destinée à être utilisée en association avec une machine-outil à commande numérique et 25 pouvant fonctionner de façon à recevoir des données produites par un ordinateur sous forme numérique et à traduire ces données en une forme différente adaptée à la machine-outil.

On remarquera que, bien que le mode de réalisation 30 de la présente invention qui va être décrit est conçu pour être relié à une installation à bande Ferranti Marck IV/Copath, la présente invention ne se limite pas à cette application. Les besoins en données d'une machine-outil particulière ne sont pas totalement standardisés, même dans 35 le cas des machines modernes, et par conséquent une unité logique pour machine-outil construite convenablement a son utilité, par exemple, dans le cas où une pluralité de machi-

nes-outils doivent être reliées à un système de commande central du type décrit précédemment.

La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les dessins 5 ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est un diagramme expliquant un système à bande Ferranti MKIV/Copath;

La figure 2 est un schéma sous forme de blocs d'une unité logique de machine-outil, représentant également comment elle est introduite dans le système de la 10 figure 1;

La figure 3 est un schéma de circuit simplifié d'un agencement d'interface utilisé dans l'unité de la figure 2;

15 La figure 4 est un schéma logique d'un circuit de synchronisation utilisé dans l'agencement d'interface ; et

La figure 5 représente des formes d'onde produites dans l'agencement d'interface.

20 Comme représenté en figure 1, une installation de préparation et d'utilisation de bandes dite Copath pourrait comprendre un ordinateur central 1 dans lequel sont chargés des programmes de commande et un processeur 2 qui reçoit des signaux de commande numériques provenant de l'ordinateur 1 et les adapte pour leur conférer une forme utilisable par le système Copath. Les signaux sont enregistrés sur bande magnétique par un enregistreur 3. La bande est alors reproduite dans une unité de préparation de bande Copath 4 qui convertit les signaux enregistrés sous forme 25 analogique et réenregistre ces signaux analogiques sur une bande à quatre pistes sous forme de trois signaux de commande codés en phase et d'un signal de référence de phase. La bande à quatre pistes est alors transférée à l'atelier des machines et chargée dans l'installation 30 "contrôleur MKIV/machine-outil" 5 et 6.

Comme représenté en figure 2, une unité logique de machine-outil (ULMO) selon la présente invention peut

être couplée, à l'endroit de la machine-outil, au contrôleur MKIV 5 et est conçue pour recevoir, en provenance d'un ordinateur local ou situé à distance 7, des signaux de commande numériques standardisés du type produits par l'ordinateur 1 de la figure 1. L'unité traduit ces signaux pour leur conférer une forme directement utilisable par une unité d'interface de bande 8 du contrôleur 5 de façon à commander la machine-outil 6. Elle comporte également des dispositifs modernes tels qu'un terminal local d'opérateur 8a permettant d'appeler un programme et de procéder à une intervention manuelle dans ce programme.

L'unité logique de machine-outil comprend un système de microordinateur 9 du type standard constitué d'un processeur central 10, par exemple, un processeur dit LSI 11/23, qui est interconnecté par un bus de données 11 à une mémoire morte programmable effaçable par ultraviolets 12 ayant une capacité de stockage de, par exemple 32 K multiplets, à une mémoire à accès sélective 13 ayant une capacité de, par exemple 32 k multiplets, et à un agencement d'une ou plusieurs unités d'interface 14 par l'intermédiaire desquelles le système 9 est relié à l'ordinateur 7 et au terminal local 8a (c'est-à-dire à un clavier avec ou sans unité de visualisation). Le bus de données 11 est également relié à une unité d'interface 15 représentée en détail dans la figure 3. Les signaux nécessaires au contrôleur 5 comprennent quatre signaux alternatifs à onde carrée, dont l'un est un signal de référence ayant une fréquence d'environ 100 Hz et dont les trois autres ont des fréquences différent de la fréquence du signal de référence suivant des quantités qui déterminent la vitesse du mouvement relatif de l'outil et de la pièce dans l'un des axes de coordonnées X, Y et Z. Ainsi, si un signal de coordonnée a une fréquence égale à celle du signal de référence, l'outil ne se déplace pas alors dans la direction concernée. Si les fréquences sont différentes, l'outil se déplace vers l'avant ou vers l'arrière dans cette direction, selon que la fréquence du signal de coordonnées est supérieure ou inférieure

re à la fréquence de référence, et à une vitesse qui dépend de la grandeur de la différence.

La fonction du système à microprocesseur 9 est de commander la réception des données en provenance de l'ordinateur 7. De telles données, dans ce cas, sont constituées d'une série de signaux codés donnant des vitesses d'avance de l'outil suivant les trois axes respectifs de coordonnées. Le système 9 décode ainsi ces données et forme alors une série de signaux de vecteur X, Y et Z indicateurs des distances respectives dont l'outil doit se déplacer suivant la coordonnée respective entre une position et une autre. Le système donne également à sa sortie des signaux de facteur d'échelle commun K indicateur de la vitesse d'avance requise, de distance d'accélération et de décélération A et D concernant la capacité de la machine-outil et la vitesse d'avance requise, de distance d'axe critique DAC, c'est-à-dire la distance la plus longue des distances X, Y et Z, et des signaux de commande CSR tels que des signaux d'arrêt et de départ. Ces signaux apparaissent à l'unité d'interface 15 qui, comme représenté en figure 3, comprend des décodeurs d'adresse 16 et 17 pour reconnaître les signaux appropriés parmi les signaux présents sur le bus 11 (qui comprennent, par exemple, des signaux destinés à la borne de commande 8a). Les décodeurs répartissent les signaux X, Y, Z, K, A, D, DAC et CSR parmi les registres-tampons respectifs 18 à 25, d'où ils sont appliqués aux registres de lecture correspondants 26 à 33. Les signaux X, Y et Z contenus dans les registres 26, 27 et 28 comprennent chacun un bit de signe indicateur du sens de déplacement le long de l'axe X, Y ou Z et une partie d'amplitude indicatrice de la valeur d'un tel mouvement. La partie d'amplitude des signaux est transmise à trois multiplicateurs de taux d'impulsion 34, 35 et 36 alors que les bits de signe respectifs sont appliqués à des circuits de synchronisation 37, 38 et 39.

Un générateur de signaux de référence 45 qui comprend un oscillateur de 40 KHz et des circuits diviseurs

de fréquence produit deux trains d'impulsions de 10 KHz  $\emptyset_1$  et  $\emptyset_2$  ayant chacun un rapport marque/espacement de 1/3 et déphasés l'un par rapport à l'autre comme indiqué dans la figure 5 en (4) et (5). La figure 5(1) représente le train 5 d'impulsions de 40 KHz formé dans le générateur 45 et les figures 5(2) et 5(3) représentent les formes d'ondes A et B de ce train à la suite d'une division par deux et par quatre, ces formes d'onde ayant un rapport marque/espacement de 1/1. A titre d'exemple, les trains  $\emptyset_1$  et  $\emptyset_2$  pourraient être obtenus par une association logique appropriée 10 des formes d'onde A et B. La forme d'onde B apparaît à une sortie du générateur 45 et est appliquée à chacune des unités de synchronisation 37, 38 et 39 en même temps que le train d'impulsions  $\emptyset_1$ . Le train d'impulsions  $\emptyset_1$  est également appliquée à un diviseur de fréquence de signal de référence 49, et à un générateur de signaux de synchronisation 15 60. Le train d'impulsions  $\emptyset_2$  est transmis en même temps que des signaux d'ordre provenant du registre 33 à un circuit d'asservissement de vitesse d'avance 61 dont les sorties respectives sont reliées au générateur de signaux de synchronisation 60 et à un moltiplicateur de cadence binaire 44. Les signaux de synchronisation provenant du générateur 60 sont appliqués à un générateur de signaux d'horloge 40 en même temps qu'un signal de commande provenant du 20 registre 33. Le registre 33 commande également un commutateur sélecteur 41 pour que celui-ci laisse passer vers un compteur d'axe critique 42 les impulsions provenant du moltiplicateur 34, 35 ou 36 qui correspond à l'axe critique d'un mouvement particulier à exécuter. La sortie du générateur de signaux d'horloge 40 est transmise à un compteur 25 réversible 43 dont le contenu sert à commander le moltiplicateur de cadence binaire 44. Ce moltiplicateur reçoit un train d'impulsions constitué du signal  $\emptyset_2$  normalement divisé par 2 dans le circuit 61 qui peut être en fait mis 30 en oeuvre sous forme d'un autre moltiplicateur de cadence binaire. Le rapport de division effectué par le moltiplicateur 44 est déterminé par le contenu du compteur 43. La sor- 35

tie du multiplicateur 44 est transmise à un autre multiplicateur de cadence binaire 47, dont le rapport de division est commandé par le signal de facteur d'échelle K du registre 29, et la sortie de ce multiplicateur est transmise à 5 chacun des multiplicateurs 34, 35 et 36. Le diviseur 49 a un rapport de division de 100 et par conséquent donne un signal de référence de 100 Hz destiné au contrôleur 5. Les sorties de circuits de synchronisation 37, 38 et 39 sont divisées par 100 dans d'autres diviseurs respectifs 50, 51 10 et 52 de façon à devenir les signaux X, Y, Z destinés au contrôleur 5.

Lorsque l'outil de la machine doit exécuter un incrément de mouvement pour lequel la distance le long, par exemple, de l'axe Y est la plus grande, cette coordonnée X 15 devient alors l'axe critique et le registre d'ordre 33 provoque la sélection par le commutateur 41 de la sortie du multiplicateur 34 à transférer au compteur 42. Le contenu de ce compteur est appliqué à un comparateur 53 à des fins de comparaison avec, à leur tour, les signaux enregistrés 20 par les registres 30, 31 et 32. Sous la commande d'une unité logique de sélecteur de mode 55, les signaux des registres 30, 31 et 32 sont, à leur tour, appliqués au comparateur 53 par l'intermédiaire d'un sélecteur 54. L'unité 25 55 commande également le compteur réversible 43 et est, à son tour, commandée par le comparateur 53.

Initialement, le signal du registre 30, c'est-à-dire le signal de distance d'accélération A, est appliqué au comparateur 53 par l'intermédiaire du sélecteur 54.

Sous la commande du sélecteur de mode 55, le compteur 43 30 est démarré et commence à compter les impulsions provenant du générateur de signaux d'horloge 40. La cadence de répétition des impulsions provenant du générateur 40 est établie par le registre 33 de façon à obtenir une accélération et une décélération constantes du mouvement de la machine 35 ne-outil quelle que soit la valeur de la vitesse d'avance pendant le mode de fonctionnement à vitesse constante. Alors que le contenu du compteur 43 augmente, le multiplicateur

de cadence binaire 44 permet aux impulsions provenant du diviseur 45 d'être transmises, à une cadence de répétition croissante, au moltiplicateur 47 qui les divise en fonction du signal K. A leur tour, les moltiplicateurs 34, 35  
5 et 36 divisent chacun la cadence de répétition du signal d'impulsion provenant du moltiplicateur 47 par un rapport dépendant des signaux de distance respectifs X Y et Z provenant des registres 26, 27 et 28. Ainsi, de fait, ces signaux de distance sont transformés en signaux de vitesse  
10 relative qui, pendant le mode d'accélération initiale, augmentent chacun. Lorsque le moltiplicateur 34 a produit un nombre d'impulsions égal au contenu du registre 30, le comparateur 53 répond pour commuter le sélecteur 55 de façon à donner un mode de fonctionnement à vitesse constante.  
15 Dans ce mode, le contenu du compteur 43 est maintenu constant et donc la cadence de répétition, à ce moment là, des impulsions en provenance du moltiplicateur 44. Entre temps, le comparateur 53 commence à recevoir, par l'intermédiaire du sélecteur 54, le signal de distance de décélération  
20 D en provenance du registre 31. Ce signal indique la distance suivant l'axe critique à laquelle l'outil doit commencer à être décéléré et lorsqu'il est égal au contenu du compteur 42, le sélecteur 55 entre dans un mode de fonctionnement à décélération. Ici, la sortie du registre 32, c'est-  
25 à-dire le signal de distance dans l'axe critique DAC, est transmis au comparateur 53 alors que le compteur 43 est inversé et commence à décompter. Ainsi, la cadence de répétition des impulsions en provenance du moltiplicateur 44 commence à diminuer et, par conséquent, il en est de même des  
30 cadences de répétition des impulsions en provenance des moltiplicateurs 34, 35 et 36. Lorsque le nombre des impulsions produites par le moltiplicateur 34 est égal au signal DAC, l'incrément de mouvement de l'outil concerné est jugé complet, à la suite de quoi, le sélecteur de mode envoie  
35 un signal aux registres 26 à 33, dont un bord les déclenche de façon à rendre disponible un nouvel ensemble de valeurs de signaux. Le sélecteur 55 commande également, par l'inter-

médiaire d'une unité d'interruption 62, le transfert d'autres valeurs de signaux le long du bus 11.

Comme indiqué précédemment, les cadences de répétition des signaux d'impulsion en provenance des multiplicateurs 34, 35 et 36 représentent des vitesses de mouvement de l'outil suivant les axes respectifs de coordonnées. La fonction des unités de synchronisation 37, 38 et 39 est de fournir des signaux synchronisés respectifs, dont les fréquences sont égales au signal de référence de 10 KHz  $\emptyset_1$  fourni par le générateur 45 plus ou moins (selon la valeur du bit de signe fourni par les registres respectifs 26, 27 et 28) la cadence de répétition des signaux fournis par les multiplicateurs 34, 35 et 36. Après division, les signaux respectifs deviennent les signaux, à 100 Hz plus ou moins la fréquence appropriée à la vitesse suivant l'axe concerné, requis par le contrôleur 5. Comme indiqué antérieurement, le circuit d'asservissement 61 effectue normalement la division du signal  $\emptyset_2$  par deux, de sorte que le multiplicateur 44 reçoit un signal de 5 KHz. Si ce multiplicateur et chacun des multiplicateurs 47 et 34 à 36 n'effectuent aucune division, c'est-à-dire si le rapport des fréquences d'entrée et de sortie est un, un signal de 5 KHz est transmis aux unités de synchronisation 37 à 39. Ainsi, dans l'exemple donné, la fréquence aux sorties des unités 37 à 39 variera entre 5 et 15 KHz et par conséquent, la fréquence aux sorties des diviseurs 50 à 52 variera entre 50 et 150 Hz, ces valeurs correspondant à la vitesse maximum de déplacement dans l'une ou l'autre direction le long des axes correspondants.

Un ordre en provenance du registre 33 a la priorité sur la vitesse d'avance normale de façon à provoquer la division par l'unité 61 du signal de fréquence  $\emptyset_2$  suivant un facteur autre que deux ou aucune division, à la suite de quoi la fréquence du signal au multiplicateur 44 varie à partir de sa fréquence normale de 5 KHz. Lorsqu'il y a prise de priorité sur la vitesse d'avance normale, l'unité 61 transmet aussi un signal d'ordre au circuit générateur

de signaux de synchronisation 60 pour que celui-ci fasse varier la fréquence des signaux de synchronisation transmis au générateur d'impulsion d'horloge 60 et par conséquent la fréquence de sortie des signaux d'horloge pour 5 qu'il y ait modification des temps d'accélération et de décelération en conformité avec la nouvelle vitesse d'avance. Le circuit générateur de signaux de synchronisation 60 peut comprendre un compteur qui, par exemple, divise normalement la fréquence du signal  $\emptyset_1$  par, par exemple 10 4, mais à partir duquel une sortie différente et par conséquent un rapport de division différent peut être choisi par l'ordre provenant de l'unité 61.

Comme représenté en figure 4, chaque unité de synchronisation comprend une porte ET 70 dont les entrées respectives reçoivent le bit de signe en provenance du registre correspondant 26, 27 et 28 et le train d'impulsions en provenance du multiplicateur correspondant des multiplicateurs de vitesse binaires 34, 35 et 36. Le train d'impulsions de sortie du multiplicateur est également appliqué à une entrée d'une porte NON OU à deux entrées 71 alors que le bit de signe est également fourni à une entrée d'une porte OU à deux entrées 72. La sortie de la porte ET 70 est appliquée à l'entrée de charge D d'une bascule bistable 73, alors que l'entrée de remise à l'état initial G de cette bascule reçoit la forme d'onde B (voir figure 5(3)) provenant du générateur de signaux de référence 45. La sortie Q de la bascule 73 est appliquée à la seconde entrée de la porte OU 72 alors que sa sortie complémentaire  $\bar{Q}$  est appliquée à une entrée d'une porte NON ET à trois entrées 74. Une seconde entrée de la porte 74 reçoit le train d'impulsions  $\emptyset_1$ , lequel est également reçu par la seconde entrée de la porte 71, alors que la troisième entrée de la porte 74 est reliée à la sortie de la porte 72. La sortie de la porte 72 est d'autre part reliée 35 à une entrée d'une porte OU 75 dont une seconde entrée est reliée à la sortie de la porte 71. Les sorties des portes 74 et 75 sont reliées à des entrées respectives d'une por-

te NON ET 76. De façon à faciliter la compréhension de l'homme de l'art, la figure 4 représente la fonction générale de chaque élément logique à l'intérieur du circuit d'ensemble, en prenant en considération les changements de convention logique.

La figure 5(6) représente, pour l'illustration du fonctionnement de la figure 4 seulement car elle n'est pas une sortie typique ne contenant comme elle le fait aucune phase d'accélération ou de décélération, une série 10 d'impulsions provenant d'un multiplicateur de cadence binaire 34, 35 ou 36, alors que la figure 5 (7) représente une forme d'onde possible pour le bit de signe. Chaque front du produit de ces formes d'onde, représentées en figure 5 (8), et formé par la porte 70, charge la bascule 15 73. La bascule est remise à l'état initial par chaque front de la forme d'onde B (figure 5(3)) de sorte que la sortie Q de la bascule est constituée d'un train d'impulsions représenté en figure 5(9), impulsions qui ne sont provoquées que lorsque le signe de bit est au niveau haut, 20 mais dont chacune est complétée même si le signe de bit passe au niveau bas alors que l'impulsion est en cours de production. Ainsi, la sortie de la porte OU 72 est constituée de la valeur de niveau haut du bit de signe étendue jusqu'à la fin de la production de l'impulsion de la bascule lorsque le bit de signe original passe au niveau bas comme représenté en figure 5(10). Lorsque le bit de signe étendu est au niveau haut, la sortie de la porte 75 reste au niveau haut, alors 25 que la porte 74 est validée de façon à laisser passer des conjonctions du signal de référence  $\emptyset_1$  et de la sortie  $\overline{Q}$  de la bascule 73. Comme cette sortie  $\overline{Q}$  est au niveau bas pendant une certaine durée suivant chaque impulsion en provenance du multiplicateur de cadence binaire, la sortie de la porte 74 et par conséquent celle de la porte 76 sont 30 constituées du signal de référence  $\emptyset_1$  duquel chaque impulsion suivant une impulsion du multiplicateur de cadence binaire est annulée, comme représenté en figure 5(11) pendant les temps  $t_0 - t_1$  et à partir du temps  $t_2$ . Lorsque le bit de signe étendu est au niveau bas, la sortie de la por-

te 74 reste au niveau haut, alors que les portes 75 et 76 transmettent à la fois le signal de référence  $\emptyset_1$  et les impulsions en provenance du multiplicateur de cadence binaire, comme représenté en figure 5 (11), pendant le temps  $t_1 - t_2$ .

On remarquera que l'agencement global représenté en figure 2 pourrait être modifié. Par exemple, au lieu d'être en ligne avec l'ordinateur 7, l'unité 6 pourrait comporter des dispositifs permettant de lire un support de programme mis en mémoire, par exemple des disques souples, préparé hors ligne par un processeur approprié. Ce-  
la pourrait être encore plus simple que, disons, le système à bande Copath. En variante, entre l'ordinateur central 7 et une série de machines-outils, on pourrait ins-  
taller un ordinateur subsidiaire appelé sous-centre de travaux, qui répartit les programmes entre les machines respectives et fournit une commande locale, par exemple une commande au même endroit même s'il ne se trouve pas dans l'atelier même des machines-outils.

Comme déjà indiqué, au lieu de recevoir des signaux de commande numériques provenant directement de l'ordinateur 7 par le bus 7a, l'unité logique de la machine-outil peut recevoir des données en provenance d'un lecteur de support de stockage de données, tel qu'un lecteur de disque souple ou un lecteur de bande perforée 8b (figure 2), la bande perforée ou autre support 8c étant préparé séparément, par exemple, par une unité de perforation de bande reliée à l'ordinateur 7 ou à un autre ordinateur, puis transporté à l'atelier des machines et passé dans le lecteur 8b. Le lecteur du support de stockage peut être prévu en plus d'une liaison directe au lieu de s'y substituer. Ainsi, le bus 7a peut être relié à la fois à l'ordinateur 7 et au lecteur 8b, ou seulement à l'un de ces matériels. Lorsque le lecteur 8b est seul prévu (ou quel qu'autre lecteur de support de stockage), le système représenté en figure 2 reste avantageux par rapport au système Copath de l'art antérieur représenté en figure 1, car

il est d'un fonctionnement plus simple et offre la possibilité d'une commande en temps réel de la machine-outil à partir d'une forme standardisée de données de commande numériques tout en permettant une entrée locale par un opérateur avec un terminal 8a, que les données numériques standardisées soient reçues directement à partir de l'ordinateur central ou d'un support de stockage produit par l'ordinateur. Cependant, dans le système de l'art antérieur représenté en figure 1, le processeur 2 doit adapter les données standard à la forme très spécialisée de l'unité Copath 4, et lorsque la bande Copath à quatre pistes a été préparée par l'unité 4, en général bien avant les opérations réelles d'usinage, aucune modification des opérations d'usinage par l'opérateur local n'est possible, sauf à passer par le processus complet consistant à obtenir une nouvelle bande Copath.

Enfin, on remarquera que, bien que l'unité logique de la machine-outil représentée en figure 1 ait été étudiée principalement pour être installée près de la machine-outil à commander, il serait possible de l'utiliser, éventuellement en y apportant des modifications relativement mineures, comme substitut perfectionné de l'unité de préparation de bande Copath 4 de la figure 1, les sorties de l'unité logique étant simplement reliées à un enregistreur à bande à quatre pistes approprié.

A titre d'exemple, d'autres détails du fonctionnement du système représenté peuvent être les suivants. Les données présentées à l'unité logique de machine-outil par l'ordinateur 7 ou le lecteur de bande 8(B) peuvent prendre la forme particulière d'une valeur de vitesse d'avance, et de valeurs des distances X, Y et Z. Les valeurs de distance peuvent être soit absolues, soit relatives. De préférence, l'unité logique convertit toujours des distances absolues en distances relatives.

Un vecteur est défini comme un ensemble d'informations transmises à l'unité d'interface de la figure 3. Cela implique une valeur X, Y et Z, une valeur d'avance (en

fait, il s'agit d'une valeur par rapport au temps), certaines informations sur l'accélération et la décélération. L'information sur l'accélération prend la forme d'un pourcentage de la vitesse d'avance pour commencer l'accélération (on notera qu'un pourcentage de 100 % n'implique aucune accélération). L'information sur la décélération prend la forme d'une distance suivant l'axe critique à laquelle la décélération doit commencer. On notera que, les taux d'accélération et de décélération sont fixés par l'interface et non par le logiciel.

Le logiciel détermine le profil de vitesse pour chaque vecteur en examinant la vitesse d'avance et le sens des vecteurs précédent et suivant. Par exemple, si le vecteur précédent avait une direction nettement différente du vecteur en cours de calcul, l'avance doit alors être décélérée jusqu'à zéro à la fin du vecteur précédent, et par conséquent accélérée à partir de zéro pour ce vecteur.

Le problème n'est pas aussi simple que décrit précédemment, car le facteur de limitation n'est pas seulement la direction, mais la direction et l'avance combinées (la boucle servo du Ferranti MK IV ne tolère qu'une certaine erreur avant son déclenchement et si un changement trop important de la vitesse (étape vitesse) est appliqué au système, celui-ci déclenchera).

L'interface doit être alimentée en données au moment requis (cela se produit lors d'une interruption) ou alors une erreur se produira. Par conséquent, des données suffisantes doivent être mises en mémoire-tampon prêtes à être sorties de façon à tenir compte des fluctuations du temps de calcul dues à la complexité de l'algorithme de calcul, et à la multiplicité des trajets de l'algorithme.

En plus, du traitement des données X, Y et Z et d'avance sous la forme nécessaire à la commande du matériel, le logiciel traite aussi le clavier et l'écran de l'unité de visualisation 8A de façon à fournir une interface d'opérateur avec l'unité logique de machine-outil.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIOnS

1 - Dispositif de commande de machine-outil, caractérisé en ce qu'il a la forme d'une unité logique de machine-outil (ULMU) destinée à être utilisée en association avec une installation de machine-outil à commande numérique (5, 8, 6) et apte à recevoir des données produites par ordinateur sous forme numérique et à utiliser ces données de façon à former des signaux de commande permettant d'alimenter l'installation de la machine-outil afin de commander les moteurs de translation de l'outil.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité logique de machine-outil peut fonctionner de façon à recevoir les données produites par ordinateur, données indicatrices des vitesses d'avance requises d'un outil de la machine-outil en même temps que des axes respectifs d'avance de l'outil, et comprend un moyen logique de décodage (9) pour décoder les données produites par ordinateur de façon à former une série de signaux de vecteur (X, Y et Z) indicateurs des distances respectives suivant lesquelles l'outil doit se déplacer le long des axes respectifs entre chaque position d'une série de positions incrémentales d'outil et la position suivante dans la série et un signal d'échelle commun (K) indicateur d'une vitesse d'avance désirée de l'outil, l'unité logique de machine-outil étant constituée d'autre part d'un moyen d'interface (15) qui comprend un moyen de registre (18 à 21 et 26 à 29) pour l'enregistrement des valeurs successives des signaux, et un moyen de production d'impulsions (34 à 61) pour former en réponse à chaque ensemble de valeurs enregistrées simultanément une série de trains d'impulsions de sortie pour commander la machine-outil afin de déplacer son outil le long des axes respectifs, les cadences de répétition des trains d'impulsions respectifs dépendant toutes de la valeur respective enregistrée du signal d'échelle commun et dépendant respectivement des valeurs respectives enregistrées des signaux de vecteur.

3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé

sé en ce que le moyen d'interface comprend des moyens de synchronisation (37, 38, 39) pour la synchronisation des impulsions des trains d'impulsions de sortie avec la sortie d'un générateur de signaux de référence commun (45).

5       4 - Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le moyen d'interface comprend un moyen de commande (22, 23, 30, 31, 40 à 44 et 53 à 55) pour assurer que les cadences de répétition des trains d'impulsions de sortie sont respectivement accélérées et 10 décélérées au commencement et à la fin respectivement de chaque train, pour donner une phase d'accélération et de décélération du mouvement de l'outil comprise entre les positions incrémentales d'outil.

15      5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le moyen logique de décodage (9) peut fonctionner de façon à choisir, à partir de chaque ensemble de valeurs simultanées des signaux de vecteur, la valeur qui représente la distance la plus grande et à rendre disponible à l'unité d'interface un signal de distance d'axe critique correspondant, le moyen de commande pouvant fonctionner en réponse à ce signal de distance d'axe critique pour commander l'augmentation des cadences de répétition des trains d'impulsions.

20      6 - Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le moyen logique de décodage (9) comprend un système de microprocesseur incorporant une unité de traitement centrale (10) agencée de façon à être commandée en conformité avec des instructions mémorisées dans un moyen de mémoire (12, 13) du système.

25      30     7 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'unité logique de machine-outil comprend un moyen d'entrée (7a, 14) pour recevoir les données produites par ordinateur sous forme numérique dans une ligne reliée à l'ordinateur de production de données et/ou en provenance d'un lecteur de support de stockage, tel qu'un lecteur de bande perforée (8b), 35 permettant de lire les données produites par l'ordinateur à

partir d'un support de stockage de données.

8 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'unité logique de machine-outil comprend un moyen d'entrée (7a, 14) pour recevoir les données produites par un opérateur local à partir d'un terminal local (8a) et pour répondre aux données produites par l'opérateur local de façon à modifier les signaux de commande ainsi formés, par exemple de façon à faire varier la vitesse d'avance de l'outil de la machine-outil à partir d'une valeur commandée par les données produites par ordinateur.

9 - Machine-outil et installation de commande de machine-outil comprenant une machine-outil qui répond à une pluralité de signaux de commande alternatifs de façon à commander l'outil de la machine-outil suivant des axes d'avance respectifs en fonction de cadences de répétition des signaux de commande, par exemple une machine-outil prévue pour être utilisée dans le système de commande de machine-outil dit Ferranti Copath ou un dérivé de celui-ci, caractérisée en ce que l'installation comprend une unité logique de machine-outil reliée à l'outil de la machine et pouvant fonctionner de façon à recevoir des données produites par ordinateur sous forme numérique, directement en provenance de l'ordinateur et/ou d'un support de stockage de données, et fournissant une commande en temps réel de la machine-outil par utilisation des données produites par ordinateur de façon à former la pluralité de signaux alternatifs et les appliquant directement à la machine-outil.

10 - Dispositif de réception de données de commandes numériques produites par ordinateur, indicatrices de vitesses à laquelle un outil d'une machine-outil doit être entraîné le long d'axes respectifs de coordonnées et d'utilisation des données de façon à former des signaux de commande de machine-outil selon le système Ferranti MKIV/Copath ou analogue ou un dérivé similaire, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen logique de décodeur pour décoder les données numériques produites par l'ordinateur de façon

à former des signaux de vecteur (X, Y et Z), dont chacun comprend une série de valeurs successives indicatrices de distances devant être parcourues par l'outil le long des axes respectifs de coordonnée entre des positions incrémentales successives d'outil et à former aussi un signal d'échelle commun indicateur d'une vitesse désirée d'avance de l'outil, et un moyen d'interface (15) comprenant un moyen de registre (18 à 21 et 26 à 29) pour enregistrer les valeurs successives des signaux de vecteur et 5 d'échelle, et un moyen de production d'impulsions (34 à 61) pour former en réponse à chaque ensemble de valeurs enregistrées simultanément une pluralité de trains d'impulsions pour commander à la machine-outil de déplacer son outil suivant les axes respectifs de coordonnées, les 10 15 cadences de répétition des trains d'impulsion respectifs dépendant toutes de la valeur respective enregistrée du signal d'échelle et dépendant respectivement des valeurs enregistrées respectives des signaux de vecteur.

2494158

PL.I/3

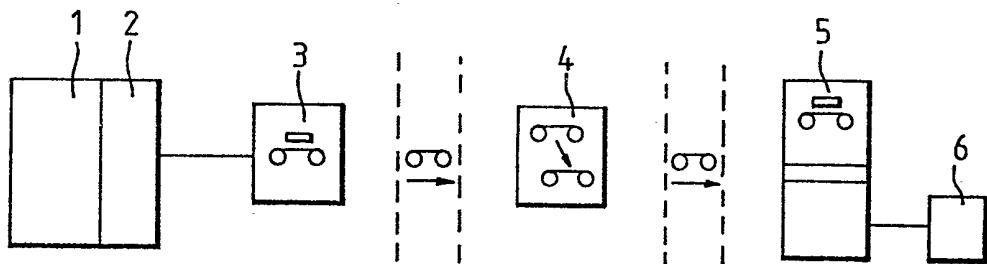


Fig.1

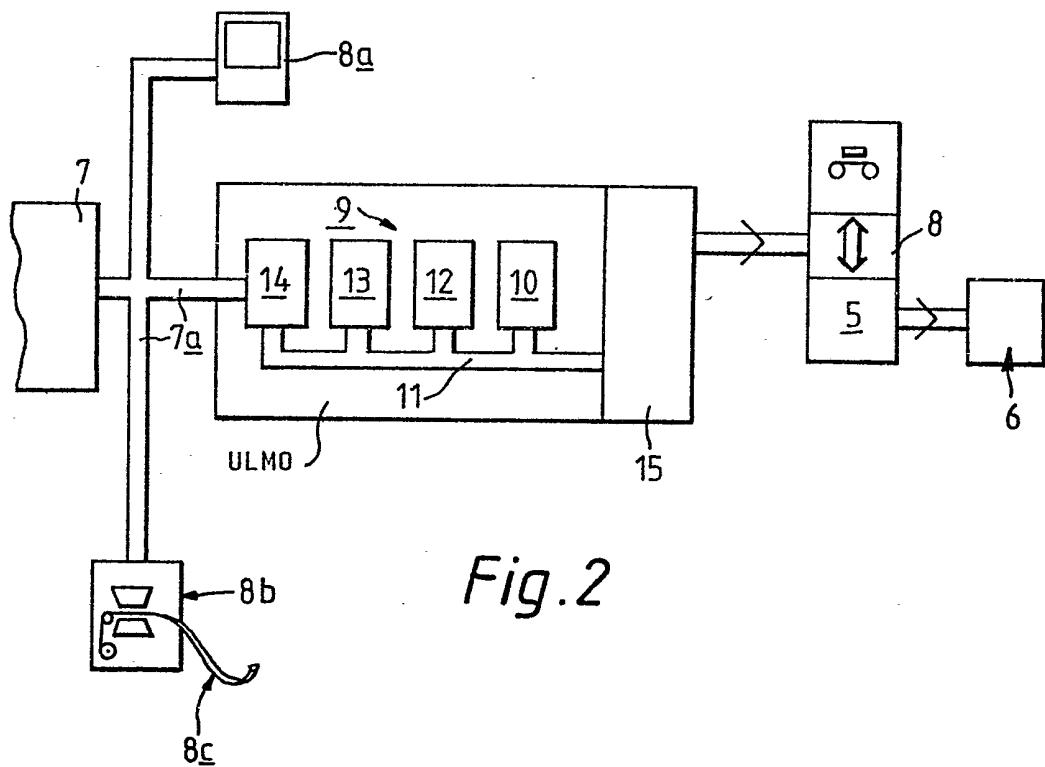
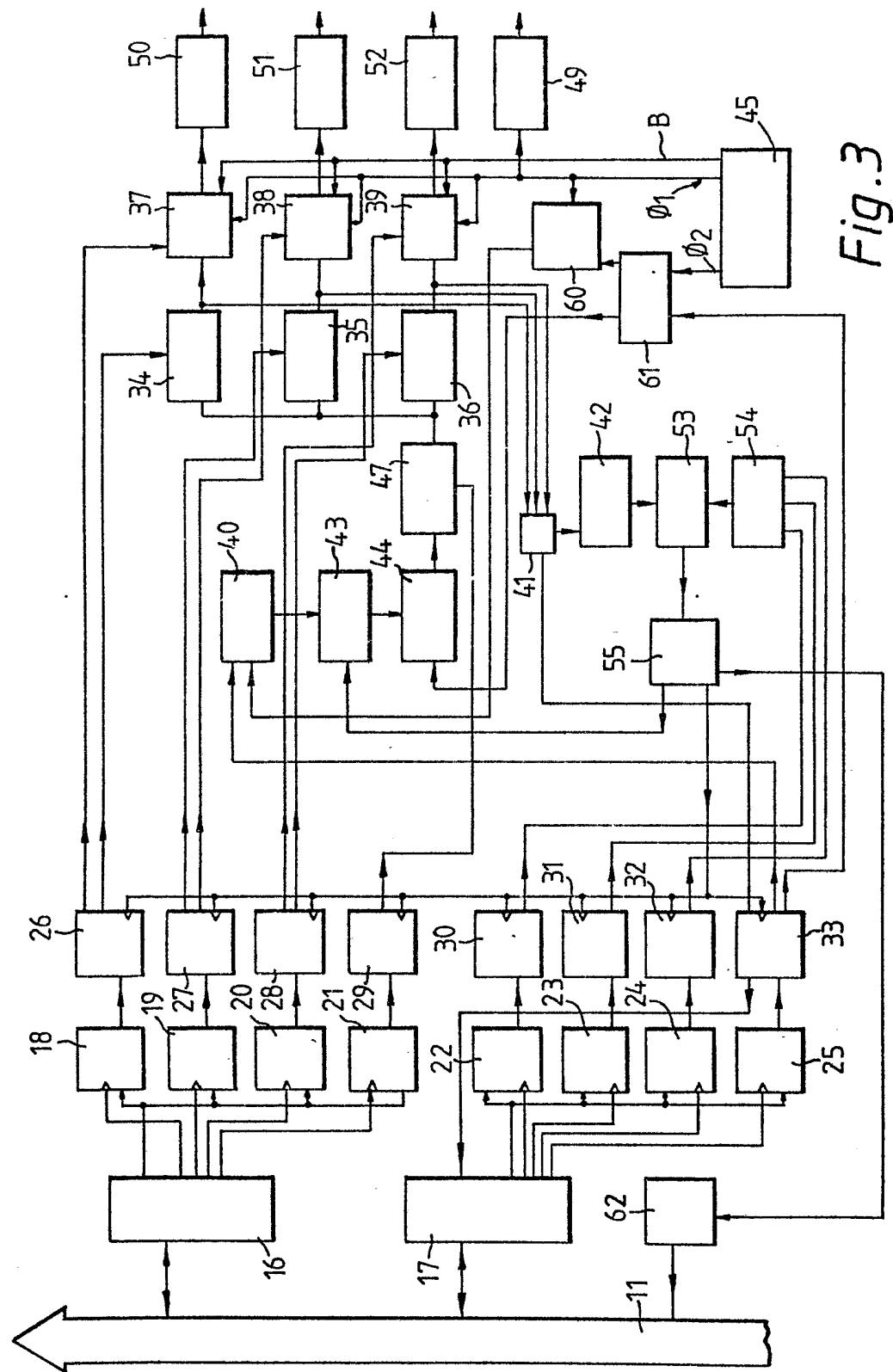


Fig.2



2494158

PL.III/3

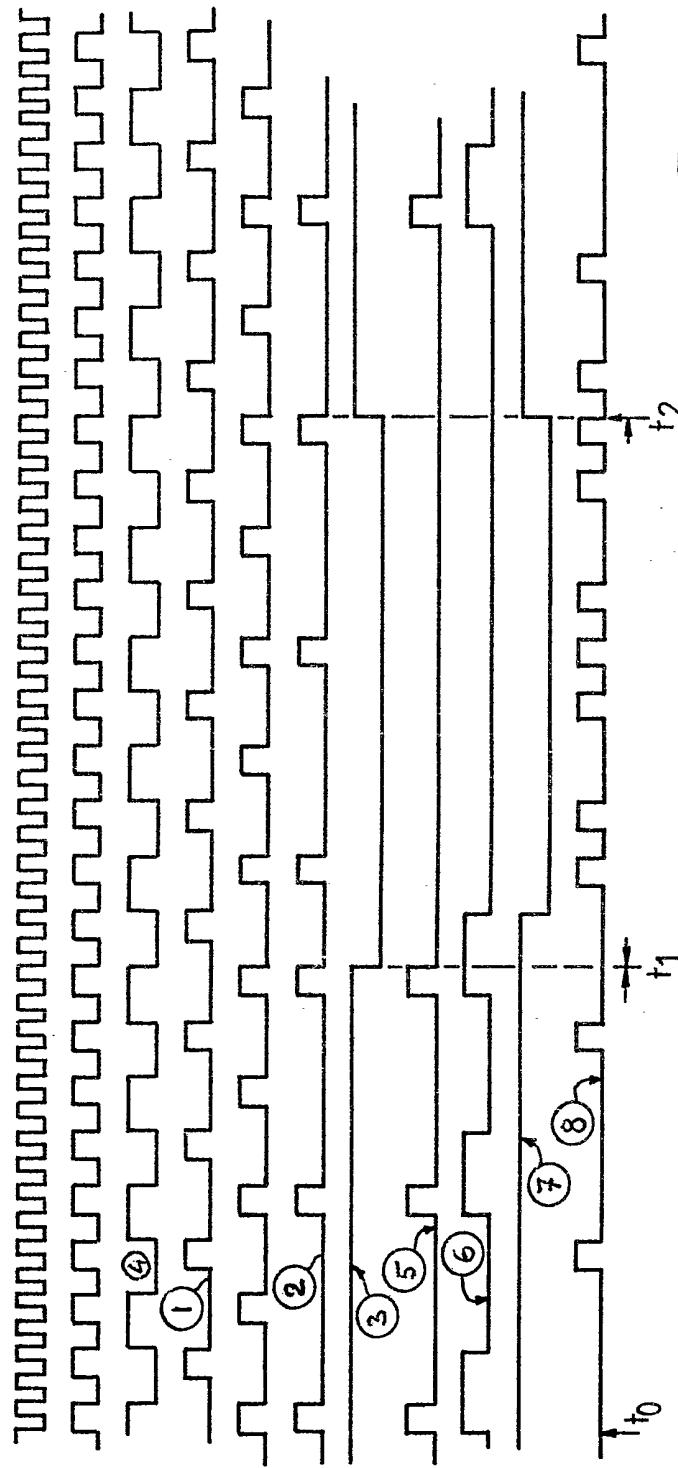


Fig.5

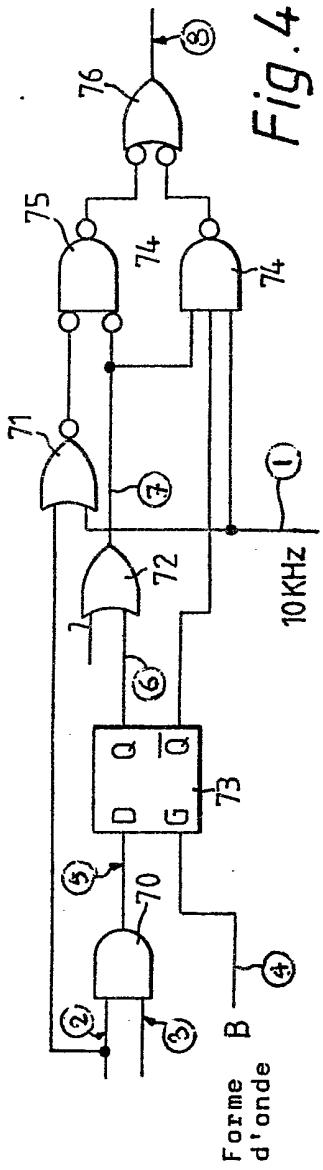


Fig.4