

**CONFÉDÉRATION SUISSE**  
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: G 05 B 19/18



**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

**(12) FASCICULE DU BREVET A5**

(11)

**618 528**

(21) Numéro de la demande: 8343/77

(73) Titulaire(s):  
Hurco Manufacturing Company, Inc.,  
Indianapolis/IN (US)

(22) Date de dépôt: 06.07.1977

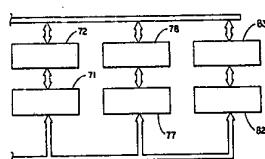
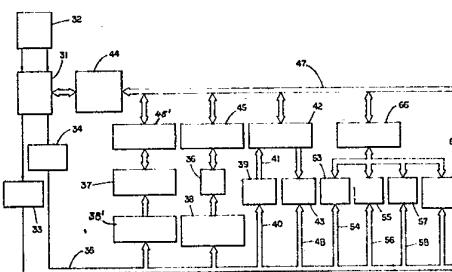
(72) Inventeur(s):  
Gerald V. Roch, Indianapolis/IN (US)  
James P. Wiles, Olean/NY (US)  
Chris L. Hadley, Indianapolis/IN (US)

(24) Brevet délivré le: 31.07.1980

(74) Mandataire:  
A. Braun, Basel

**(54) Installation d'usinage et procédé pour sa mise en action.**

(57) L'installation comprend un circuit de commande comprenant lui-même un micro-processeur (31) recevant des impulsions d'une horloge (32) et commandant une ligne d'adresses (35) par l'intermédiaire d'un décodeur (34) et d'un dispositif de commande de lignes (33), une mémoire RAM (36) destinée à recevoir un programme d'une cassette à bande magnétique sous le contrôle du micro-processeur (31) et d'une mémoire PROM (37), ces mémoires (36 et 37) coopérant avec des décodeurs d'adresses (38, 38') et des émetteurs-récepteurs (45, 45') reliés à une ligne de données (47) reliée elle-même au micro-processeur (31) par un dispositif de commande de ligne (44). Le circuit comprend encore un multiplexeur (39) et un PIA d'affichage (43) coopérant avec un émetteur-récepteur (42), des PIA (53, 55, 65) de commande d'une fraiseuse selon les axes X, Y et Z et coopérant avec un émetteur-récepteur (66), enfin des PIA (71) de changement d'outil, (77) de cassettes à bandes magnétiques et (82) de vitesse de broche coopérant respectivement avec des émetteurs-récepteurs (72, 78 et 83).



## REVENDICATIONS

1. Installation d'usinage, comprenant un appareil de commande programmable à micro-calculateur pour commander, sur une machine associée à cet appareil, le mouvement relatif entre un outil et une pièce à usiner, caractérisée en ce que l'appareil comprend:

- des moyens indicateurs (59, 60, 64) fournissant à une sortie des signaux numériques indiquant la position relative de l'outil et de la pièce à usiner,
- une mémoire variable (36) mémorisant un programme de commande et des paramètres de commande,

- un micro-processeur (31) couplé sur la sortie des moyens indicateurs et sur la mémoire, et engendrant des signaux de commande en fonction des signaux de sortie des moyens indicateurs et des paramètres de commande afférents au programme de commande,

- des moyens de commande (61, 62, 63) dirigeant ces signaux de commande en provenance du micro-processeur vers des moyens (16, 17, 18, 19) engendant un déplacement,

- des moyens d'interface (77, 78, 79, 81) transférant un programme de commande des paramètres de commande à partir d'un support externe vers l'intérieur de la mémoire variable et enregistrant les paramètres de commande contenus dans la mémoire sur un support externe, et

- des moyens d'entrée de données (39, 80, 213) introduisant des paramètres de commande à l'intérieur de cette mémoire par l'intermédiaire d'entrées de données accessibles de l'extérieur, indépendamment des moyens d'interface.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'interfaces comprennent des moyens de lecture à partir d'une entrée d'informations (81) stockées magnétiquement et des moyens d'écriture vers une entrée d'informations stockées magnétiquement.

3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que ces moyens de lecture et d'écriture comportent un transport de cassettes à bandes (81).

4. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'interface et les moyens d'entrée de données comportent un panneau de commande (15) surélevé et comportent, en outre, une armoire (11) et un bras (14) monté sur cette armoire et s'étendant au-dessus et en dehors de la face supérieure de cette armoire, le panneau de commande étant fixé à l'extrémité de ce bras la plus éloigné de l'armoire.

5. Installation suivant la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comprend une machine (13) portant l'outil et la pièce à usiner et comprenant les moyens engendrant un déplacement (16, 17, 18, 19) et recevant les signaux de commande, l'armoire (11) étant placée sur un côté de la machine et le bras (14) s'étendant au-dessus d'une partie de la machine de façon que le panneau de commande (15) surplombe la machine, grâce à quoi l'opérateur peut avoir un accès commode à ce panneau de commande.

6. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'appareil comprend des moyens d'affichage (43, 51, 52) affichant les paramètres de commande.

7. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que les moyens d'affichage comportent un affichage (52, 212) par tube à rayons cathodiques (CRT).

8. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'appareil comprend des moyens pour ajuster la vitesse d'avance (65, 66, 67, 68, 69, 210, 211) susceptibles d'être réglés de l'extérieur, indépendamment des paramètres de commande pour modifier les signaux de commande afin de modifier la vitesse de déplacement relatif entre l'outil et la pièce à usiner.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la vitesse programmée de déplacement relatif entre l'outil et la pièce à usiner et qui dépend des paramètres de commande, est réduite par les moyens d'ajustage de la vitesse d'avance.

10. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'appareil comprend des moyens (16, 17, 18, 19) plaçant l'outil dans une position désirée de calibration selon une première direction relativement à la pièce à usiner, les moyens indicateurs (59, 60, 64) comportant des moyens engendrant un signal indicateur du déplacement du support d'outil par rapport à une position de référence, ce signal constituant un signal de distance de calibration de l'outil lorsque celui-ci est placé dans sa position de calibration, les moyens indicateurs engendrant les signaux de sortie numériques indiquant la position relative de l'outil et de la pièce à usiner, après avoir pris en compte ce signal de distance de calibration de l'outil.

11. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'appareil comprend des moyens (36, 39) associés au programme de commande et permettant au micro-processeur d'engendrer des signaux de commande qui provoquent des déplacements relatifs répétitifs entre l'outil et la pièce à usiner pour une série de positions relatives différentes.

12. Installation selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle la machine comprend une broche susceptible de se déplacer dans la première direction, caractérisée en ce que la machine comprend un chariot (258) comprenant deux paires opposées de galets en V (261), des moyens (264, 267, 268) pour monter la broche de façon rotative sur le chariot, et un châssis de chariot (251) comprenant une paire de nervures de guidage en V (259) opposées recevant les galets en V respectifs, les nervures de guidage et les galets étant alignés de façon à obliger le chariot à se déplacer selon la première direction.

13. Installation selon la revendication 12, dans laquelle la machine comprend une vis à billes entraînée par un moteur pour communiquer un déplacement le long d'un axe, caractérisée en ce que la machine comprend un bâti (269), un arbre commandé (277) par le moteur, plus finement fileté que la vis à billes (243) et monté rotatif dans le bâti, un organe suiveur (284) monté sur l'arbre entraîné et se déplaçant le long de l'arbre lorsque celui-ci est mis en rotation, des moyens empêchant la rotation de l'organe suiveur, et des commutateurs de butée (288) positionnés sur le bâti et actionnés par l'organe suiveur (284) lorsque celui-ci se déplace le long de l'arbre commandé.

14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que la machine comprend un codeur (293) dont le disque de codage est solidaire de l'arbre entraîné.

15. Procédé de mise en action de l'installation selon la revendication 1, pour effectuer automatiquement des opérations d'usinage sur une pièce à usiner, caractérisé en ce qu'on introduit le type de mode et les paramètres dimensionnels pour une opération d'usinage dans une mémoire de micro-calculateur sous forme d'un bloc de données, on renouvelle ce processus d'introduction de bloc de données pour toutes les autres opérations ultérieures et les dimensions qui sont nécessaires pour compléter le traitement de la pièce à usiner et on met à exécution un programme de micro-calculateur utilisant ces blocs de données pour commander la machine afin qu'elle effectue ces opérations sur la pièce à usiner.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'un des processus d'introduction inclut le sous-processus consistant à sélectionner un bloc de données et comme point de départ d'une séquence répétitive, et après un certain nombre de blocs de données, à indiquer la fin de la séquence et le nombre de fois où elle doit être répétée, l'étape d'exécution comportant la répétition de cette séquence, le nombre de fois ainsi indiqué.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le processus d'introduction comporte la fourniture dans un seul bloc de données d'une opération de déplacement combiné programmée et l'entrée des paramètres dimensionnels afférents.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que cette opération de déplacement combiné est une opération de fraisage de bâti.

19. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que le processus d'introduction inclut le sous-processus consistant à effectuer une compensation, sur l'un au moins des paramètres dimensionnels, pour le diamètre de l'outil utilisé.

L'invention concerne une installation d'usinage comprenant un appareil de commande programmable à micro-calculateur pour commander, sur une machine associée à cet appareil, le mouvement relatif entre un outil et une pièce à usiner.

On connaît des commandes de machine, notamment de fraiseuse, utilisant des outils de travail des métaux. De telles commandes numériques engendrent des signaux destinés à des servo-moteurs associés à chacun des axes X, Y et Z de la machine et sont programmés à partir d'une bande de papier perforée. Si des modifications doivent être faites dans un programme particulier, une nouvelle bande doit être élaborée, généralement dans un emplacement éloigné de la fraiseuse, ce qui entraîne un retard dans l'utilisation de la machine.

D'autres commandes par calculateur de grandes dimensions ont été conçues pour commander différents types de machines en impliquant un coût élevé, des dimensions importantes, etc... Un exemple d'un tel système de commande numérique est donné dans le brevet US N° 3 746 845.

L'invention a pour but de remédier aux inconvenients des commandes connues et elle concerne, à cet effet, une installation caractérisée en ce que l'appareil comprend des moyens indicateurs fourniissant à une sortie des signaux numériques indiquant la position relative de l'outil et de la pièce à usiner, une mémoire variable mémorisant un programme de commande et des paramètres de commande, un micro-processeur couplé sur la sortie des moyens indicateurs et sur la mémoire et engendrant des signaux de commande en fonction des signaux de sortie des moyens indicateurs et des paramètres de commande afférents au programme de commande, des moyens de commande dirigeant ces signaux de commande en provenance du micro-processeur vers des moyens engendrant un déplacement, des moyens d'interface transférant un programme de commande et des paramètres de commande à partir d'un support externe vers l'intérieur de la mémoire variable et enregistrant les paramètres de commande contenus dans la mémoire sur un support externe, et des moyens d'entrée de données introduisant des paramètres de commande à l'intérieur de cette mémoire par l'intermédiaire d'entrées de données accessibles de l'extérieur, indépendamment des moyens d'interface.

Les particularités et avantages de l'invention vont découler de la description qui va suivre à titre d'exemple et qui se réfère aux dessins ci-joints, dans lesquels:

— la figure 1 est une vue frontale d'une fraiseuse à trois axes, faisant partie d'une installation selon l'invention, cette fraiseuse étant représentée avec l'armoire de commande et le panneau de commande monté en surplomb,

— les figures 2a et 2b constituent un diagramme-bloc des matériels associés à l'appareil de commande,

— les figures 3 à 8 sont des représentations plus détaillées des adaptateurs d'interface périphériques des figures 2a et 2b, représentés en conjonction avec les dispositifs externes avec lesquels ils constituent cet interface,

— la figure 9 est une vue frontale à plus grande échelle du tableau de commande de la figure 1.

— la figure 10 est une vue en coupe des dispositifs d'asservissement selon l'axe Z de la figure 1 en vue de côté,

— la figure 11 est une vue par dessus des dispositifs d'asservissement selon l'axe Z des figures 1 et 10,

— la figure 12 est un schéma des circuits d'ajustement de la vitesse d'avance,

— la figure 13a est un tableau montrant l'effet des potentiomètres d'ajustement de la vitesse d'avance lorsque l'appareil de commande est sur le mode automatique (AUTO).

— la figure 13b est un tableau similaire à celui de la figure 13a pour l'appareil de commande sur le mode non automatique (JOG).

En se référant plus particulièrement à la figure 1, on y voit une armoire de commande et un tableau de commande, ainsi qu'une fraiseuse à trois axes prévue pour être mise en œuvre avec eux. L'armoire 11 contient le matériel électronique pour la commande et elle est montée sur des roulettes 12 de façon à pouvoir être placée à côté ou derrière la fraiseuse à trois axes 13. Un bras 14 s'étend vers le haut et en dehors de la face supérieure de l'armoire 11 pour permettre de monter un surplomb, un tableau de commande 15 commodément placé pour que la personne chargé de la conduite de la machine puisse y accéder facilement. Le tableau de commande 15 sera examiné plus loin, plus en détail.

Les signaux de commande de déplacement et les signaux d'informations de position sont couplés entre les dispositifs d'asservissement et les circuits de commande par des câbles 22, 23 et 24 comme cela est représenté. Un dispositif d'asservissement 16 selon l'axe X et un dispositif d'asservissement 17 selon l'axe Y sont représentés à leurs emplacements appropriés sur la fraiseuse. Le dispositif d'asservissement selon l'axe Z est représenté dans son ensemble en 18 sans son carter normal, montrant en outre, le sous-ensemble 19 qui contient le codeur et les commutateurs de butée, comme cela sera décrit plus en détail ci-après. Les servo-moteurs pour les trois axes sont essentiellement les mêmes et un sous-ensemble à commutateur de butée, tel que 19, est associé avec chacun de ces servo-moteurs.

La table 20 de la fraiseuse est déplacée dans le plan XY par des vis de commande qui, dans ce cas, sont actionnées par les dispositifs d'asservissement 16 et 17. Une broche 21 est entraînée en rotation par un moteur de broche et également déplacée selon la direction Z par un dispositif d'asservissement 18.

En se référant maintenant aux figures 2a et 2b on y voit un diagramme-bloc des matériels électroniques de la commande. Un micro-processeur 31 reçoit des impulsions d'horloge, d'une horloge 32 à deux phases sans recouvrement. Dans l'exemple représenté, le micro-processeur est un Motorola 6800 MPU. Ce micro-processeur 31 est couplé à la fois à une ligne de données à 8 chiffres binaires et à une ligne d'adresses à 16 chiffres binaires. Les lignes d'adresses en provenance du micro-processeur 31 sont couplées par l'intermédiaire des dispositifs de commande de lignes 33 et d'un décodeur d'adresses 34 à la ligne d'adresses 35.

L'information d'adresse sur la ligne 35 est actuellement divisée en 8 segments de décodage 8K. Par exemple, deux segments peuvent être affectés à la mémoire accessible (RAM) 36 et un segment additionnel ou des segments additionnels peuvent être affectés à la balance des adaptateurs d'interface périphériques (PIA) ou à une mémoire additionnelle.

La mémoire programmable à lecture seule (PROM) 37 est utilisée pour donner des instructions de début au micro-processeur 31 dans l'état de démarrage initial. Par exemple, l'information stockée dans PROM 37 permet au micro-processeur 31, d'introduire de façon appropriée dans RAM 36, un programme en provenance d'une cassette à bande magnétique. Le fonctionnement primaire du micro-processeur et des circuits qui y sont rattachés, est dictée par le programme de commande contenu dans RAM 36 après la mise en place initiale. Un décodeur d'adresses 38 est utilisé pour l'adressage de RAM de la façon la plus économique possible. Un décodage d'adresse similaire 38 est utilisé pour PROM 37.

Le multiplexeur (MUX) 39 multiplexe 64 indications externes pour les réduire à 8 afin de s'accommoder des lignes de

données à 8 nombres binaires. Le jeu particulier de 8 commutateurs adressés est sélectionné par l'adresse en provenance de la ligne d'adresses 40 et les indications des données de sortie appropriées sont fournies sur la ligne 41. L'émetteur-récepteur, ou dispositif de commande de lignes et de réception, 42, fournit l'amplification et l'action directive pour les branches de la ligne de données desservant MUX 39 et l'affichage PIA 43. L'émetteur-récepteur 42 est du même type que le dispositif de commande de lignes et de réception 44 adjacent au micro-processeur <sup>1</sup> et que l'émetteur-récepteur 45 entre RAM 36 et les lignes de transport de données. Le décodeur 38' et l'émetteur-récepteur 45' associés avec PROM 37 sont également semblables au décodeur 38 et à l'émetteur-récepteur 45 de RAM 36.

Comme cela est indiqué sur la figure 7, une des huit adresses binaires est fournie sur les lignes A<sub>0</sub> à A<sub>2</sub> en provenance des lignes d'adresses, et un signal d'adresse est reçu à l'entrée CE de MUX 39 avec le décodeur 34 adressant l'une des huit séries de huit commutateurs, comme cela est représenté schématiquement en 46. Un mot de données approprié dépendant du positionnement des commutateurs 46, est appliquée en tant que signal de sortie en provenance de la borne Z de MUX 39 à l'émetteur-récepteur 42. Ces montages de commutateurs peuvent être constitués par les commutateurs de butée sur la machine, des boutons poussoirs, etc..

L'affichage PIA 43, comme indiqué ci-dessus, peut recevoir des informations en provenance de la ligne de données 47. Le PIA 43, tout comme les autres PIA indiqués ici, comporte deux sections, une section A et une section B. Une ligne d'adresses 48 est susceptible d'être mise en œuvre pour adresser l'une des sections A ou B de PIA 43. Si la section A de PIA 43 est adressée, les données en provenance de la ligne de données 47, sont couplées par l'intermédiaire de l'émetteur-récepteur 42 sur PIA 43, et le mot de huit bits est couplé à un affichage à lampes indiqué en 49 sur la figure 3. Sur cette figure 3, une lampe 50 montrée à titre d'exemple est couplée sur l'affichage à lampes 49. Pour une adresse appropriée, par l'intermédiaire de la section A de PIA 43, une lampe telle que 50 peut être mise en œuvre en réponse au niveau requis de l'information en nombre binaire adressée. Avec l'adresse appropriée sur la ligne 48, l'affichage 51 à tube à rayons cathodiques est adressé par l'intermédiaire de la section B de PIA 43. Au-delà de l'intervalle suivant, la donnée est fournie séquentiellement au PIA et modulée par les circuits internes du circuit d'affichage 51 pour engendrer sur l'écran de CRT 52 des caractères alphabétiques et/ou numériques.

Un autre PIA 53 est adressé sur la ligne 54 et constitue l'interface avec la commande selon l'axe X de la fraiseuse. Le PIA 55 selon l'axe Y est adressé de façon similaire sur la ligne 56 et le PIA 57 pour l'axe Z est adressé sur la ligne 58. Puisque ces trois axes de commande sont mis en œuvre essentiellement de la même manière, seul le PIA de l'axe X ainsi que le moteur, l'amplificateur, etc., qui lui sont associés, seront décrits en détail ci-dessous. Comme le montre la figure 4, PIA 53 a une section A et une section B et il est susceptible d'être adressé par les adresses mentionnées ci-dessus pour chaque section A et B. Si la section A est adressée, un mot de huit nombres binaires est couplé sur la ligne 59 au PIA, ce mot étant indicatif de la position relative. Cette indication de position constitue un signal de sortie d'un compteur vers le haut et vers le bas comprenant la partie la plus basse de l'interface d'asservissement 60.

La partie supérieure ou partie B de PIA 53 est une sortie vers l'interface d'asservissement 60. Une commande proprement adressée à partir du processeur 31 est couplée sur l'interface d'asservissement 60 qui engendre une tension analogique et applique celle-ci sur l'entrée d'un amplificateur 61. L'amplificateur 61 entraîne le moteur 62 à une vitesse appropriée à l'information de donnée reçue. Une rétro-action est assurée par

le tachymètre 63 pour assurer une commande précise du moteur par l'amplificateur 61. Un codage approprié est effectué par le codeur 64, qui détecte des modifications de position dans la direction X de la table de fraisage, et cette information codée est fournie au compteur vers le haut et vers le bas dans l'interface d'asservissement 60. Dans le cas du déplacement selon l'axe Z, le codeur détecte la position de la tête de l'outil, plutôt que la position de la table rectiligne.

Un PIA 65 commandant la vitesse d'avance est également connecté entre l'émetteur-récepteur 66 et la ligne d'adresses 35. Comme le montre la figure 6, PIA 65 a une section A et une section B, chacune d'elles étant susceptible d'être adressée par une adresse à deux multiplets et chacune d'elles étant appliquée à partir de la ligne de données 47. Un multiplexeur 69 reçoit une indication de sélection du micro-processeur à un instant donné pour sélectionner la sortie d'un potentiomètre 67 ou d'un potentiomètre 68. L'indication de tension analogique en provenance du potentiomètre choisi est appliquée sur la ligne 70 au convertisseur analogique-numérique 66. Le potentiomètre 67 constitue un ajustement de la vitesse d'avance de la broche, et le potentiomètre 68 un ajustement de la vitesse d'avance pour la table de la fraiseuse. La sortie numérique du convertisseur 66 est utilisée par le micro-processeur pour modifier les vitesses programmées pour la table de la fraiseuse et pour la broche de la fraiseuse. Une horloge de fréquence 100 Hertz déclenche les recherches sur les circuits de commande de la vitesse d'avance comme cela sera expliqué plus en détail ci-après. L'information de modification de vitesse d'avance en provenance des potentiomètres 67 et 68 est finalement appliquée au dispositif de commande de relais et au relais de commande de la machine, comme cela est représenté.

Un PIA 71 de changement d'outil peut être également prévu de façon optionnelle, et il est adressé et couplé aux lignes de données de la même façon que celle précédemment décrite, par l'intermédiaire d'un émetteur-récepteur 72. La section A du PIA 71, comme le montre la figure 5, reçoit un mot de huit nombres binaires indicatif des différents états des commutateurs de butée en provenance d'un conditionneur de commutateurs de butée 73. La section B de PIA 71 fournit des commandes en provenance du micro-processeur 31 et destinées au dispositif de commande de solénoïde 74 et au solénoïde fonctionnant à l'air 75 qui reçoit son énergie d'une source d'air 76. Le dispositif de commande de solénoïde et le solénoïde vont positionner dans la tête de la fraiseuse en position de travail, l'outil approprié demandé par le processeur. L'outil particulier sélectionné sera alors détecté par l'intermédiaire du conditionneur de commutateur de butée 73.

Un PIA 77 de cassettes à bandes est branché entre la ligne d'adresses 35 et la ligne de données 47 par l'intermédiaire d'un émetteur-récepteur 78. PIA 77 constitue l'interface avec une cassette à bande qui est utilisée pour charger la mémoire RAM 36. Également, une cassette insérée à la suite peut être utilisée pour enregistrer les données de programmes stockées dans RAM par l'intermédiaire de PIA 77. Les informations de commande de la cassette sont couplées par l'intermédiaire de PIA 77 à la cassette sur la ligne 79, comme le montre la figure 8A. Des commutateurs du tableau frontal désigné de façon générale par 80, fournissent des entrées en passant par un multiplexeur 39 comme décrit ci-dessus, pour diriger l'opération cassette. Le processeur est également susceptible de lire les informations en provenance de la cassette à bande 81 sur une commande de lecture.

Un PIA 82 de vitesse de broche peut également être prévu de façon optionnelle entre la ligne d'adresses et la ligne de données par l'intermédiaire d'un émetteur-récepteur 83. Le PIA 82 constitue l'interface entre le micro-processeur et le moteur entraînant la broche de la tête d'outil, comme c'est le cas

pour une opération de perçage. La commande de l'amplificateur et du moteur pour la commande de la vitesse de la broche, selon l'axe Z, est essentiellement la même que celle représentée précédemment en ce qui concerne la commande du moteur sur la figure 4.

En se référant maintenant à la figure 9, on y voit le tableau frontal de commande. Ce panneau de commande comporte un interrupteur d'alimentation 201 pour fournir l'énergie électrique au système de commande et un sélecteur pouces-millimètres 202 avec une serrure à clé. Une commande de positionnement du mode de la machine 203 présente six positions pour déterminer la direction X, Y ou Z (plus ou moins) pour le déplacement en mode non automatique (JOG). Une commande additionnelle 203 peut être placée sur le mode automatique (AUTO) pour positionner automatiquement les axes X, Y et Z en accord avec l'information programmée, ou bien peut être placée sur l'un de deux modes de bande pour fournir de l'énergie à la cassette à bande. Dans le mode de bande manuelle, les commutateurs de cassettes EN CIRCUIT et REENROULEMENT 226 et 227, sont mis en état de fonctionner. Le fait d'appuyer sur le commutateur 226 entraîne le déplacement de la bande pour fonctionner dans le sens vers l'avant, tandis que le fait d'enfoncer le bouton 227 entraîne le transport de la bande pour fonctionner dans le sens réenroulement. La position de bande AUTO permet le fonctionnement de la cassette sous la commande du programme enregistré. Dans le mode de lecture numérique, les positions des axes X, Y et Z sont affichées. Dans ce mode, les positions des axes X, Y et Z sont affichées. Dans ce mode, les asservissements pour les trois axes sont hors fonctionnement, et la machine peut être actionnée manuellement et la commande utilisée comme un dispositif de lecture numérique uniquement.

En ce qui concerne le commutateur de mode de broche 204, lorsque la commande 204 est dans la position ouverte, seule la table de la fraiseuse se déplace dans les directions X et Y et il n'y a pas de déplacement dans la direction Z pour la broche. Dans la position AUTO, la broche est déplacée dans la direction Z normalement par les instructions de programme. Par la position manuelle enclenchée, la broche est enclenchée et en rotation, et une première dépression du bouton poussoir 205 «broche vers le bas» fera que la broche se déplacera vers sa position Z basse, et un nouvel enfoncement du bouton poussoir 205 déterminera le retour de la broche à sa position maximale haute. Dans la position maximale manuelle hors circuit de la commande 204, le moteur de la broche n'est pas alimenté en énergie et la vitesse selon l'axe Z est régie par le programme seulement après que le bouton d'abaissement de la broche 205 a été poussé, sauf que Z se déplace vers la dimension Z maximale et y reste jusqu'à ce que le bouton poussoir 205 soit enfoncé à nouveau. La broche se retire alors vers sa position maximale haute.

Le bouton poussoir 206 est un bouton de maintien du déplacement qui arrête tous les déplacements asservis. Le bouton 207 permet, lorsqu'il est enfoncé, de fournir en réfrigérant à l'outil utilisé dans le voisinage de la pièce à usiner. Le bouton 208 démarre le fonctionnement de la fraiseuse lorsque la commande est sur le mode fonctionnement ou cycle unique. Le bouton 209 est un bouton d'arrêt d'urgence qui coupe la puissance de la commande et du moteur, etc.

Deux commandes de vitesse d'avance sont prévues. Le bouton 210 est la commande de la vitesse d'avance de la table, et lorsqu'il est positionné sur la position P (programme) on ne peut pas obtenir de modification de la vitesse d'avance programmée pour la table. Le bouton de commande de la broche 211 est de façon similaire positionné sur P pour qu'il n'y ait pas d'influence sur la vitesse d'avance dans la direction Z en ce qui concerne la broche de la fraiseuse. La manière selon laquelle ces boutons de commande, suivant qu'ils sont déplacés vers la

gauche ou vers la droite de P, modifient les vitesses d'avance programmées est examinée plus en détail ci-dessous. Le bouton de broche 211 et le bouton de table 210 sont respectivement couplés sur les potentiomètres 67 et 68 de la figure 6.

Un écran 212 de tube à rayons cathodiques (CRT) est prévu pour afficher les blocs de données, etc.. Un clavier d'entrée de données 213 est prévu pour placer les données dans la mémoire de commande en réponse aux demandes sur le CRT 212. Des touches de programme 214 à 217 sont prévues pour différentes fonctions concernant l'entrée des données dans la mémoire pour l'exécution du programme. La première touche 214 avance le bloc de données affichées sur le CRT. La touche d'avance 215 avance la demande courante affichée au bas de l'écran du CRT vers le plus proche élément de données pour ce bloc de donnée. Si un numéro en provenance du clavier 213 est introduit par l'intermédiaire de la touche d'avance 215, l'affichage CRT va avancer vers le bloc de données ayant un numéro correspondant. La touche d'effacement 216 efface une entré faite en réponse à l'élément particulier de demande au bas du CRT (à moins que le numéro du bloc de données soit au bas du CRT, auquel cas toute information est effacée de ce bloc de données). La touche incrémentale 217 indique en réponse à une demande que la dimension introduite dans le bloc de données est à mesurer à partir de la dernière position plutôt qu'à partir de la position de référence initiale de la table ou de la broche. La séquence des demandes sur l'écran CRT pour un bloc de données suit la séquence: numéro du bloc de données, mode machine, mode commande, dimension X, dimension Y, dimension Z, vitesse d'avance, vitesse d'approche et numéro de l'outil. En outre, pour des blocs avec répétition de phases, les dimensions X et Y sont requises ainsi que le nombre de répétition dans la direction X et dans la direction Y. Dans un bloc de fraisage, une demande est faite pour savoir si oui ou non le fraisage est du côté intérieur ou du côté extérieur du bâti.

En conséquence, l'opérateur de la machine détient la commande de la sélection du numéro d'entrée à partir du clavier pour identifier différents paramètres dans le bloc de données. L'opérateur fait des sélections types par le numéro des touches sur le clavier, telle que pour perçage, fraisage, etc.. Par des entrées numériques appropriées par l'intermédiaire du clavier, l'opérateur détient la commande du mode opératoire de la machine, du mode opératoire de commande et des coordonnées du programme partiel.

Il est prévu quatre touches de mode ou de commande. La touche 218 situe le programme dans le mode d'entrée. La touche 219 est relative au mode de vérification, la touche 220 au fonctionnement en un seul cycle, la touche 221 pour le mode de fonctionnement courant. Ces modes sont expliqués plus en détail en se référant au diagramme de programme et à sa description.

Les boutons poussoirs 222 à 224 concernent des éléments variés dans la mémoire de la commande. Le bouton «table à zéro» 222 donne des instructions au processeur dans le mode de fonctionnement courant pour surveiller les commutateurs de marquage afin d'obtenir la position zéro. Lorsque le programme est dans le bloc de données zéro, la position table zéro peut être établie à travers toute la course de déplacement de la table en poussant le bouton «table à zéro» 222 lorsque la table est dans la position désirée. Les coordonnées programmées sont alors mesurées à partir de ce point. Le bouton 223 commande la calibration de l'outillage d'une façon similaire. Dans le bloc de données zéro, l'enfoncement du bouton «calibration de l'outillage» établit la calibration de longueur de l'outillage individuel pour les numéros respectifs d'outillage sur l'affichage. La calibration de longueur de l'outillage peut être établie en réduisant manuellement l'axe Z avec l'outil en place dans la broche, jusqu'à ce qu'il atteigne un plan de référence zéro souhaité, puis

en enfonçant le bouton de calibration d'outillage 223. Cette opération est décrite de façon plus détaillée sur le diagramme du processeur.

Le bouton poussoir de déconnexion principal 224 déconnecte l'information de l'état de la machine lorsque le dispositif de contrôle est sur le bloc de données zéro. Quand le bouton de déconnexion principal est enfoncé alors que le processeur se trouve sur un autre bloc de données quelconque, toutes les données sont déconnectées des blocs de données 1 à 99. Un dispositif de transport de cassettes à bandes est désigné dans son ensemble par 225 pour recevoir une cassette à bande magnétique susceptible de lire ou d'enregistrer des données destinées à la mémoire RAM ou en provenance de cette mémoire. Lorsque le commutateur de mode 203 est sur le mode de bande automatique, les entrées du bloc de données peuvent être enregistrées dans la cassette à bande. En outre, des données précédemment enregistrées peuvent être lues à partir de la cassette et introduites dans la mémoire de l'appareil de contrôle pour reproduire un programme établi pour opérer sur une pièce à usiner en vue d'en assurer une partie souhaitée. Le bouton poussoir 226 met en circuit le jeu de cassettes à bandes et le bouton poussoir 227 permet de réenrouler la bande après reproduction ou enregistrement. La lecture d'enregistrement et la recherche pour les fonctions de données, sont commandées par les touches d'entrée de données lorsque la commande 203 est sur le mode automatique de bande. Comme cela est indiqué ci-dessus dans le mode manuel de bande, les commutateurs de cassettes EN CIRCUIT et REENROULEMENT sont rendus efficaces.

En se référant maintenant aux figures 10 et 11 on y voit le dispositif de commande et de positionnement pour l'axe Z. L'entraînement selon l'axe Z comporte un système d'entraînement à servo-moteur vertical commandé en vitesse pour la broche de la fraiseuse, et comporte, également une liaison mécanique pour en positionnement linéaire précis et une commande de vitesse d'avance pour l'usinage vertical.

L'entraînement pour l'avance vertical de la broche est fourni par un servo-moteur 241 monté sur une plaque 242. Cette plaque de montage du moteur peut être ajustée par rapport à la broche selon l'axe Z. Le servo-moteur 241 entraîne une vis à billes 243 par l'intermédiaire d'une paire de poulies à courroies crantées 244 et d'une courroie crantée 246. La vis à billes est solidement maintenu par un roulement 247 à double rangées de billes qui permet la rotation de la vis sans aucun jeu de l'extrémité de l'arbre. La bague intérieure du roulement est assujettie par un écrou de blocage 248 et une rondelle de blocage adjacente. La bague extérieure est assujettie sur le bâti général 251 par un capot de retenue 252 et les vis de capot 253. Le bâti général 251 est à son tour assujetti rigidement sur la tête de la fraiseuse par l'intermédiaire d'une plaque de retenue 254 et de vis 256.

Le mouvement vertical de la broche est obtenu par rotation de la vis à billes 243 entraînant un ensemble d'écrous à billes précontraints 257 qui est fixé sur le chariot 258 de l'axe Z, chariot qui se déplace verticalement sur un jeu de cannelures de guidage 259 en «V» par l'intermédiaire d'un jeu d'accouplements de quatre galets 261 en «V». Les galets sont montés sur le chariot par des tourillons ajustés dans les parties de chariot 262 et par des écrous de blocage 263. Les tourillons ont des extrémités excentrées sur lesquelles sont montés les galets 261 en forme de «V». Le serrage du chariot est ajusté en déplaçant grâce aux excentriques les galets en «V» 261 vers l'intérieur ou vers l'extérieur jusqu'à ce que le serrage désiré soit obtenu.

La liaison d'entraînement entre la broche de la fraiseuse et le chariot de l'axe Z 258 est une tige 264 qui est fixée sur le chariot 258 par une paire de roulements à billes 266 montées à l'état précontraint par compression de leurs bagues internes avec un écrou de blocage de palier 267 et une rondelle de

blocage 268. La tige 264 est montée rigide dans la broche de la fraiseuse en utilisant le roulement existant de la tige de broche et un adaptateur d'outil (non représenté) vissé sur cette tige.

En résumé, le servo-moteur 241 entraîne la vis à billes 243 par l'intermédiaire d'un entraînement à courroie crantée, entraînant ainsi les écrous à billes précontraints 257. Les écrous à billes 257 sont montés sur le chariot 258 provoquant le déplacement vertical (vers la droite sur la figure) de ce chariot guidé sur les guidages en «V» par les rouleaux en «V» 261, et entraînant la tige 264 montée sur le chariot 258 par les roulements à billes 266. Ces roulements à billes permettent une rotation de la broche indépendante de l'entraînement vertical. Ainsi la broche de la fraiseuse est entraînée en étant retenue par un adaptateur d'outil (non représenté) permettant une commande précise de la broche dans le sens vertical lorsqu'on l'utilise avec l'ensemble de commutateurs de butée qui va être décrit ci-dessous.

Pour obtenir un procédé de montage de commutateurs de butées et d'un codeur sur une monture isolée permettant la mesure précise de longues distances dans un espace réduit, on a utilisé l'ensemble suivant de commutateurs de butées qui procure un montage stable, exempt de jeu d'extrémité pour le codeur. Le bâti général 269 de l'ensemble de commutateurs de butées est monté sur le support de moteur 242 par une vis épaulée 271 et un écrou de blocage 272. Ceci procure un montage ajustable pour la tension de la courroie crantée. La vis de réglage et l'écrou de blocage 273 et 274 permettent un arrêt positif après que le réglage désiré a été obtenu. La courroie d'entraînement 276 est entraînée par une poulie placée sur un prolongement de l'arbre du moteur et entraîne l'arbre 277 qui est monté en compression entre deux roulements 278 et 279 sur le bâti général 269 grâce à un organe de retenue 281 sur la bague externe du roulement frontal 279 et un anneau de blocage en 282 sur la bague extérieure du roulement arrière 278. Un épaulement sur l'arbre entraîné 277 tient lieu d'organe de compression, et l'écrou 283 permet l'ajustement du roulement 279. L'arbre entraîné 277 est fileté avec un filetage extra fin, si bien qu'un rapport est obtenu entre le déplacement réel (rotation de l'arbre du moteur) et le déplacement de l'organe suiveur (DOG) 284. L'organe suiveur 284 est bloqué en rotation par la barre de guidage 286 fixée sur le bâti général par les vis 287. Lorsque la vis 277 tourne, l'organe DOG 284 se déplace linéairement en actionnant le commutateur de butée appropriée 288. Ce commutateur de butée peut être un commutateur mécanique comme cela est représenté ou également, par exemple, un commutateur photo-électrique. L'ajustement de l'emplacement du commutateur de butée s'effectue en desserrant la vis et la rondelle 289 et 291 et en faisant glisser le support du commutateur de butée 292 dans la glissière du châssis général 269. Une variante de la méthode de réglage consiste à enlever la barre de guidage 286, à faire tourner l'organe suiveur DOG 284 jusqu'à l'emplacement et à remettre en place la barre de guidage. Le codeur 293 est monté sur le bâti général 269 et son disque de codage (non représenté) est monté rigidement sur l'arbre entraîné 277.

La figure 12 est un schéma simplifié de la commande de vitesse d'avance du présent système. Des valeurs analogiques pouvant aller de zéro à + 5 volts en provenance du potentiomètre 301 (pour l'ajustement de la vitesse d'avance de la table) ou du potentiomètre 302 (pour l'ajustement de la vitesse d'avance de la broche) sont commutées au moyen d'un multiplexeur analogique 303. Les potentiomètres 301 et 302 sont chacun de 10 K ohms et correspondent respectivement aux potentiomètres 68 et 67 représentés schématiquement sur la figure 6.

Les sorties  $A_0$  et  $A_1$  de PIA 304 sont connectées aux broches de commande du multiplexeur 303 et sélectionnent, soit

la valeur de tension du potentiomètre de table ou celle du potentiomètre de broche, pour les coder en un code à 8 nombres binaires par le convertisseur analogique-numérique 306. 8 nombres binaires parallèles constituent la sortie du convertisseur analogique-numérique en allant de la sortie 0 à la sortie 7 et sont connectés respectivement aux entrées  $B_0$  à  $B_7$  du PIA numéro 6.

Le programme du système balaie les sorties de données de PIA 304 pour déterminer si une condition valable de données existe où les entrées  $B_0$  à  $B_7$  peuvent être couplées aux sorties de données  $D_0$  à  $D_7$ . La sortie de données valable en provenance du convertisseur analogique-numérique 306 est connectée à l'entrée  $A_7$  de PIA 304. Le potentiomètre 307 règle la totalité de l'échelle de sortie de 8 nombres binaires pour une tension d'entrée particulière du convertisseur 306. Ainsi, lorsque la sortie du multiplexeur 303 est à sa valeur maximale de 5 Volts, la sortie du potentiomètre 307 vers l'entrée du convertisseur analogique-numérique 306 est réglée pour obtenir partout des sorties élevées sur les sorties de nombres numériques zéro à 7 du convertisseur analogique-numérique 306. Le potentiomètre 309 règle la valeur zéro pour une entrée de 0 volt. Les extrémités du potentiomètre 309 sont à + 5 V et à - 5 V respectivement. La sortie du potentiomètre 309 est couplée, par l'intermédiaire d'une résistance 100 K sur l'entrée de réglage zéro du convertisseur 306 sur la ligne 311. La ligne 311 est également mise à la terre par une résistance 1 K procurant un montage de diviseur de tension pour l'ajustement du zéro.

Les différentes autres sorties utilisées telles que l'alimentation en tension et les références de courant, sont fournies au convertisseur 306, si nécessaire. Le convertisseur analogique-numérique 306 peut être, par exemple, du type 8700 CN construit par TELEDYNE. Une horloge 312 de fréquence 100 Hertz applique des impulsions à l'entrée du convertisseur analogique-numérique 306, ce qui provoque une sortie sur les lignes de sortie 0 à 7. La sortie de l'horloge est également reliée à l'entrée  $CB_1$  de PIA 304 en tant que cadencement du système. Ce cadencement détermine un facteur de programmes pour le service courant des asservissements X, Y et Z. C'est l'opération du cadencement décrite ci-après en se référant au diagramme pour le programme du système. Pendant le service courant des asservissements X, Y et Z, les modifications dans les réglages en ce qui concerne la vitesse d'avance de la table ou la vitesse d'avance de la broche, sur les potentiomètres 301 et 302, sont notées par le programme et les vitesses sont recalculées. Comme cela est représenté de façon générale sur la figure 12, les sorties de données sont reliées aux lignes de données en 313 et les différentes sorties de synchronisation et d'adressage de PIA 304 sont reliées, comme cela est représenté, à 314 à la partie de décodage d'adresse et de synchronisation du micro-calculateur.

Comme on le voit sur la figure 13a, les sorties sur les lignes de données 7 à 0 (du nombre binaire le plus significatif vers le nombre binaire le moins significatif) provoquent des modifications différentes dans la vitesse d'avance. Si seul le nombre binaire le plus significatif est élevé, correspondant au milieu de la gamme de sorties du potentiomètre (2,5 V), la valeur de vitesse d'avance programmée sera utilisée. Si le potentiomètre est réglé entre 0 et 2,5 V, moins de la moitié de la pondération totale de nombres binaires des lignes 7 à 0 est présente et la valeur de programme de la vitesse d'avance sera multipliée par une fraction constituée par le taux de nombres binaires divisé par 128. Le nombre 128 est 2 élevé à la septième puissance et représente la moitié du taux de nombres binaires des lignes 0 à 7 ou la totalité de la pondération des nombres binaires des lignes 0 à 6.

Si le potentiomètre est réglé entre 2,5 V et 5 V, plus de la moitié de la pondération des nombres binaires est employée et dans les deux conditions représentées à titre d'exemple, si le

potentiomètre est à 5 V, tous les nombres binaires sont élevés et la vitesse d'avance sera la valeur programmée augmentée de 15,24 cm/min. Si les trois quarts du taux de nombres binaires sont utilisés, avec les nombres binaires 6 et 7 d'un niveau élevé, la vitesse d'avance sera la valeur programmée augmentée de 7,62 cm/min.

Comme le montre la figure 13b, lorsque la commande est sur le mode JOG avec 2,5 V ou la moitié de la pondération, la vitesse d'avance est réglée à 127 cm/minute par exemple. Pour des dimensions entre 0 et 2,5 V, ces 127 cm/min sont multipliés par une fraction égale à la pondération des nombres binaires divisés par 128. Pour des tensions se situant entre 2,5 V et 5 V, la vitesse d'avance atteint 381 cm/min multipliés par une fraction constituée par le taux de nombres binaires divisés par 256, 256 étant 2 à la puissance 8 ou la totalité de la pondération de nombres binaires pour les lignes 7 à 0.

Les diagrammes 1 à 30 représentent les opérations de base du logiciel associé au système de commande. Ces opérations logiques sont subdivisées en une pluralité de sous-opérations, dont chaque étape qui est soulignée à l'intérieur d'un bloc sur les diagrammes, est ensuite expliquée dans un diagramme suivant, ainsi que ces différents sous-étapes.

En général, le logiciel dans la mémoire du micro-calculateur commande toutes les fonctions de base de la machine. Le logiciel contrôle le clavier et les commutateurs de commande sur le panneau de commande. Le logiciel engendre, également des messages d'affichage sur l'écran CRT et met en œuvre l'ensemble de cassettes à bandes magnétiques. La mise en œuvre de cet ensemble permet d'introduire des parties du programme sur la bande ou bien de les en extraire. Le logiciel commande, en outre, les trois axes d'asservissement X, Y et Z et commande la séquence de la machine et son mouvement de façon qu'elle exécute les parties du programme.

En se référant maintenant au diagramme no 1 (v.annexe), lorsque le système est alimenté en puissance sur le tableau de commande, l'exécution du programme commence à DEBUT. Ceci met les PIA en état de fonctionnement, libère la mémoire variable pour partir de l'état zéro et déclenche les cadencements du système.

Comme le montre le diagramme no 2, le programme de CADENCEMENT qui est le cœur du système de servo-positionnement est exécuté cent fois par seconde en étant commandé par une horloge externe. Indépendamment du programme général en cours d'accomplissement, le programme de CADENCEMENT est exécuté du début à la fin, chaque fois que l'une de ces cent impulsions d'horloge est reçue. Le programme opère une vérification pour chaque touche poussée au choix et stocke les valeurs correspondantes pour qu'elles soient récupérées plus tard par le programme général. Dans la partie asservissement du programme de CADENCEMENT, la position souhaitée est comparée à la position réelle et forme un signal d'erreur de sortie vers le convertisseur numérique-analogique. Le programme détermine alors la position désirée en prélevant des commandes de mouvement à partir d'un circuit intermédiaire de commande et en les ajoutant au signal d'erreur. La modification dans la lecture du codeur pour le mouvement selon l'axe considéré, est calculée et ajoutée pour déterminer tout mouvement intervenu pendant le dernier intervalle. Le signal d'erreur résultant est alors la différence entre la position désirée et la position réelle. Ce signal est appliqué à la commande de vitesse du moteur et ajuste la vitesse suivant l'axe pour obtenir la position désirée. A chaque impulsion de l'horloge de fréquence 100 Hertz, les mouvements suivant les axes X, Y et Z sont vérifiés.

Pour provoquer un mouvement sur l'un des axes, il est seulement nécessaire de fournir des valeurs MOUVEMENT au circuit intermédiaire de commande. Ces valeurs MOUVE-

MENT sont la distance souhaitée de déplacement en un centième de seconde pour chacun des axes. Si un courant continu de valeur MOUVEMENT est introduit dans le circuit intermédiaire de commande, chaque cadencement prélevera l'une des valeurs et l'exécutera. L'axe sera parcouru à une vitesse proportionnelle au dimensionnement des valeurs MOUVEMENT.

Comme le montre encore le diagramme no 1, après DEBUT, le programme MISE EN PLACE DU MODE est exécuté. Ce programme est également exécuté chaque fois qu'un nouveau mode est choisi par le conducteur de la machine. Ce programme met en place les conditions initiales, et connecte l'un des modes (ENTREE, VERIFICATION, UNIQUE, FONCTIONNEMENT COURANT ou ARRET D'URGENCE).

En se référant maintenant au diagramme no 3, le premier des cinq modes disponibles tenus à partir du programme de MISE EN PLACE DU MODE, est examiné. Pour le mode ENTREE, le programme ENTREE est exécuté. Le programme démarre avec le bloc de données numéro un, les valeurs d'affichage dans ce bloc de données, et déclenche le schéma d'interrogation pour chaque élément dans ce bloc de données. En poussant différentes touches sur le panneau de commande, l'opérateur peut avancer vers le prochain élément à l'intérieur du bloc de données ou bien modifier ou bien entrer des valeurs pour un élément particulier devant être affiché. Dans le cadre d'ENTREE, tous les éléments sont affichés sur le CRT et séquentiellement une interrogation est placée au bas de l'affichage CRT pour chaque élément du bloc de données. L'opérateur établit pour chaque interrogation les données du clavier et les entrées de sélection de modes, par l'intermédiaire du clavier. La touche d'avance du bloc de données et la touche d'avance de l'élément d'information, sont placées sur le panneau de commande, comme le représente la figure 9. Lorsque l'opérateur est satisfait avec un bloc de données particulier, le fait de pousser la touche d'avance du bloc de données fait passer au numéro supérieur de bloc de données, et le bloc de données suivant est affiché sur le CRT. Si le bloc de données suivant n'a pas encore été programmé, il est créé en transférant en avant les données extraites du précédent bloc de données. Ceci permet de transférer en avant des valeurs non modifiées et évite à l'opérateur la nécessité de les entrer à nouveau sur le clavier. Si le bloc de données zéro est requis, un programme ENTREE séparé est exécuté, qui permet d'entrer les données des décalages X et Y et les données d'outillage. La longueur de calibration de l'outillage peut être entrée en déplaçant réellement l'axe Z vers une position, et en enregistrant ce point.

Le diagramme no 4 montre la routine ENTREE DU BLOC DE DONNEES ZERO et le diagramme 5 montre la routine AFFICHAGE DU BLOC DE DONNEES COURANT, à partir du programme d'ENTREE de la figure 16.

Le diagramme no 6 représente le MODE VERIFICATION, le second des cinq modes disponibles. MODE VERIFICATION peut être entré par l'intermédiaire du programme MISE EN PLACE DU MODE et permet un affichage consécutif de tous les blocs de données qui ont été programmés. Ce MODE VERIFICATION facilite pour l'opérateur la vérification qu'un programme donné a été introduit dans la mémoire.

Les diagrammes 7 et 8 illustrent les deux modes suivants susceptibles d'être introduits par le programme. Le programme MODE UNIQUE signale le cycle unique et rejoint le programme FONCTIONNEMENT COURANT, qui sera examiné ci-après. Le programme ARRET D'URGENCE est introduit chaque fois que le commutateur d'arrêt d'urgence est actionné sur le panneau de commande. Il stoppe tout mouvement et met en attente, jusqu'à ce que le conducteur de la machine la place en MODE VERIFICATION. L'état d'arrêt d'urgence est alors supprimé.

Le cinquième mode, qui est le mode principal sur lequel s'effectue l'usinage automatique des pièces, est le mode FONCTIONNEMENT COURANT. Comme le montre le diagramme no 9, le programme FONCTIONNEMENT COURANT permet un déplacement manuel par impulsions de la broche selon l'axe Z, et permet la calibration de la table, ainsi que l'exécution de parties du programme du bloc de données. Lorsque la touche de démarrage est poussée sur MODE NON AUTOMATIQUE, un déplacement est introduit, la vitesse d'avance est réglée à 127 cm/min et le programme MOUVEMENT est exécuté.

Le programme MOUVEMENT est représenté sur le diagramme no 25. Le programme MOUVEMENT calcule les incrément de mouvement qui sont fournis au programme CADENCEMENT qui entraîne en fait les asservissements des trois axes. Le programme détermine si un mouvement Z est désiré, ou bien un mouvement XY. Si un mouvement XY est désiré, le programme obtient la vitesse d'avance et la modifie en accord avec le potentiomètre de vitesse d'avance. Il calcule alors la distance dont X doit se déplacer pour prendre la position XD (X désiré) moins X (emplacement actuel de X). Il fait de même pour Y et calcule ensuite DL (longueur totale de déplacement dont le carré est la somme des carrés de DX et DY). Ensuite, le nombre des itérations nécessaires pour parcourir cette distance à la vitesse d'avance considérée, est calculé. NNN égal la longueur requise pour le déplacement multipliée par les cycles par minutes, qui, dans ce cas, sont au nombre de 6.000, sur la base de l'exécution du programme CADENCEMENT cent fois par seconde.

Maintenant que le nombre de cycles a été calculé, le dimensionnement de chaque cycle (par exemple l'INCREMENT X) est calculé en prenant la distance X à parcourir divisée par le nombre de cycles. Également l'INCREMENT Y est égal au déplacement total des Y divisé par le nombre de cycles. L'INCREMENT X et l'INCREMENT Y doivent être ajoutés à la position de X et de Y NNN fois. Ceci est effectué par le programme INTERPOLATION. Si un mouvement suivant l'axe Z est requis, un calcul similaire est fait pour déterminer NNN et l'incrément Z.

Le programme INTERPOLATION appelle le programme COMPENSATION DE LA VIS DE GUIDAGE, cinq fois par seconde. Le programme INTERPOLATION vérifie si le potentiomètre de vitesse d'avance est modifié. Si le mode NON AUTOMATIQUE est en cours d'exécution, le programme se renouvelle, même si le bouton de démarrage est libéré par l'opérateur.

Après l'exécution de ce qui précède, le programme INTERPOLATION décompte NNN. Si cette quantité est égale à zéro, le mouvement est complété et le programme devient MOUVEMENT FINAL. Autrement, le programme ajoute l'incrément précédemment calculé à la position actuelle et met à jour la position de chacun des trois axes. Il calcule alors une valeur MOUVEMENT et lorsque le circuit intermédiaire de commande a une ouverture, il introduit les trois valeurs MOUVEMENT dans ce circuit. Les valeurs du circuit intermédiaire de commande sont utilisées par le programme CADENCEMENT, si bien qu'il peut être nécessaire d'attendre jusqu'à ce qu'une valeur ait été déplacée par le programme CADENCEMENT. Ceci autorise le programme INTERPOLATION à calculer plusieurs valeurs de mouvements en avance et garantit que des données seront toujours disponibles pour le programme d'INTERPOLATION.

Le programme INTERPOLATION affiche, également, sur l'écran CRT les valeurs instantanées actuelles X, Y et Z. Il calcule alors la prochaine valeur de déplacement et attend, à nouveau pour l'introduire dans le circuit intermédiaire de commande. Lorsque NNN a atteint zéro, le mouvement est complet et la position X a atteint la valeur X désirée. MOUVEMENT

FINAL (diagramme 28) ajuste cette égalité avec précision et revient au programme appelé. On peut voir que si XD, YD ou ZD est réglé à l'emplacement désiré, le programme MOUVEMENT prendra soin de déplacer les asservissements à la vitesse d'avance considérée vers cet emplacement. Les sous-routines VITESSE D'AVANCE et COMPENSATION DE VIS DE GUIDAGE sont respectivement représentées sur les diagrammes 26 et 27.

Revenant au programme FONCTIONNEMENT COURANT (diagramme 9), si la position MODE AUTOMATIQUE est choisie et le bouton de démarrage poussé, le programme AUTO est alors appelé pour exécuter les parties de programme stockées sous forme de blocs de données. Les sous-routines CALIBRATION XY, CALIBRATION Z DE L'OUTIL, ZERO Z et MARQUEUR XY, citées dans le programme FONCTIONNEMENT COURANT, sont représentées sur les diagrammes 10 à 13 respectivement.

Comme le montre le diagramme 11, la calibration de la broche selon l'axe des Z est effectuée en ajoutant le décalage Z déduit du précédent outillage, à la position Z pour arriver temporairement à une position Z «ABSOLUE». Puis la longueur de calibration courante de l'outil pour un nouvel outil, est introduite sous la forme d'une distance courante de décalage Z qui est soustraite de la position Z «ABSOLUE» pour arriver à une nouvelle position Z pour l'outil courant. Le nouveau décalage Z est alors dégagé pour une routine de calibration Z ultérieure. La LONGUEUR APPELEE est obtenue sous la forme d'une étape dans les opérations de CALIBRATION de BLOCS de DONNEES ZERO, comme le représente le diagramme 4. Comme cela a été vu plus haut, lorsque l'axe Z est déplacé manuellement vers un plan de référence zéro désiré, la calibration de la longueur d'outillage peut être introduite par l'intermédiaire du bouton 223 CALIBRATION D'OUTILLAGE. Généralement, la calibration de la longueur d'outillage pour chaque outil devant être utilisé, est introduite et stockée dans la mémoire du micro-calculateur et rappelée lorsque chacun des outils est utilisé.

Le programme AUTO lie les blocs de données et prend des décisions sur le type ou mode (POSITIONNEMENT, FRAISAGE, PERCAGE ou ALESAGE). Chacun de ces modes constitue une séquence d'opération, pour amener la fraiseuse à l'action désirée. La SEQUENCE AUTO commençant avec PROCHAIN BLOC DE DONNEES, est représentée sur le diagramme 14.

Si le fonctionnement ou mode choisi est POSITIONNEMENT (diagr. 15), un retrait est exécuté, remontant la broche Z. Ceci s'effectue en réglant le Z désiré à 25,4 cm, en mettant en œuvre le programme RAPIDE et en exécutant le programme MOUVEMENT jusqu'à ce que le commutateur de butée supérieur Z soit actionné. Après que Z a été relevé, POSITIONNEMENT lie les valeurs XY dans le bloc de données, met en œuvre RAPIDE et exécute MOUVEMENT. Ceci amène la table à la position XY appelée dans le bloc de données. ATTENTE, ERREUR, FAIBLE retardent le programme jusqu'à ce que les asservissements soient positionnés à moins de quelques millimètres. Après cela, la partie du programme BLOC DE DONNEES SUIVANT est exécuté (diagr. 14).

BLOC DE DONNEES SUIVANT met fin à l'immobilisation du bloc de données et retourne au programme FONCTIONNEMENT COURANT ou l'incrément jusqu'au blocs de données suivant. Si le programme est un cycle unique, ou si un outillage doit être changé, la commande revient au programme FONCTIONNEMENT COURANT, autrement la boucle se répète qui passe au type de programme considéré et ce bloc de données est exécuté.

FRAISAGE (diagr. 16) se déroule à travers la séquence: abaissement de la broche vers la position Z basse, extraction des

données XY à partir du bloc de données, et exécution de MOUVEMENT. En conséquence, la table sera déplacée à la vitesse d'avance programmée, jusqu'à la valeur XY. Après MOUVEMENT, une sous-routine ATTENTE, ERREUR, FAIBLE est exécutée et ensuite une vérification du prochain bloc de données est effectuée. Si le prochain bloc de données n'est pas également un mode FRAISAGE, un retrait Z est effectué relevant la broche. Ceci complète le bloc de données FRAISAGE et le prochain bloc de données est exécuté.

Dans une opération FRAISAGE, avant la phase MOUVEMENT, si une opération de fraisage intérieur ou extérieur d'un bâti a été introduite dans le bloc de données, le programme devient BATI. L'opérateur aura choisi pour le bloc de données FRAISAGE, soit le fraisage interne, soit le fraisage externe, ou bien non possibilité d'effectuer le fraisage. Comme le montre le diagramme 16, si le fraisage interne ou le fraisage externe est choisi, la sous-routine fraisage BATI est exécutée (diagr. 30).

Pour une opération de fraisage interne du bâti, par exemple, un premier bloc de données positionnera l'outil à l'emplacement correct sur la pièce à usiner pour commencer l'opération de fraisage du bâti. Le bloc de données suivant sera le bloc de données FRAISAGE dans lequel l'opérateur insère le fraisage interne désiré du bâti et introduit les distances X et Y pour le déplacement de l'outil. Comme cela est représenté dans la sous-routine de fraisage BATI du diagramme 30, l'axe Z est déplacé dans les quatre directions nécessaires pour compléter le fraisage du bâti et ensuite la broche est retirée. Comme cela est indiqué sur PERCAGE dans le diagramme 17, dans le milieu du bloc après ATTENTE ERREUR FAIBLE, si le prochain bloc de données contient une phase de fraisage interne ou externe de bâti, les positions X et Y sont décalées de la moitié du diamètre de l'outil. Après l'opération RETRAIT Z du diagramme 30, le décalage XY est supprimé, si bien que le positionnement XY retourne à sa valeur vraie pour les opérations suivantes.

Le mode ALESAGE signale l'opération d'alésage et se déroule comme s'il s'agissait d'un mode PERCAGE.

Le mode PERCAGE s'exécute comme suit. La broche est retirée. Les valeurs XY sont obtenues à partir du bloc de données. Un mouvement est effectué en RAPIDE pour ces valeurs XY et une sous-routine ATTENTE ERREUR FAIBLE est accomplie. Un mouvement RAPIDE vers la position Z haute est exécuté avec une sous-routine ATTENTE ERREUR FAIBLE. Si le mode APPROCHE est positionné, un programme séparé APPROCHE est alors exécuté. Autrement, Z est déplacé vers la position basse à la vitesse d'avance programmée. Un retard de trois dizièmes de seconde prend place, puis une vérification du bloc de données suivant est effectuée.

Si ce bloc de données suivant est un FRAISAGE, le bloc de données est alors exécuté sans retirer la broche. Ou bien, si l'opération alésage est annoncée, la broche est retirée lentement à la vitesse d'avance programmée vers la position Z haute. Autrement, le retrait Z est exécuté, qui ramène la broche en arrière à la position haute et le bloc de données suivant en séquence est alors exécuté.

Les sous-routines pour RETRAIT Z, DONNEES XY A PARTIR DU BLOC DE DONNEES K, ATTENTE ERREUR FAIBLE, Z VERS LE BAS, Z RAPIDEMENT VERS LE HAUT, et Z LENTEMENT VERS LE HAUT, sont présentées sur les diagrammes 18 à 23 respectivement.

Pendant tous les mouvements, la compensation de la vis de guidage est calculée et appliquée au mouvement. La position est relevée, l'erreur sur la vis de guidage est évaluée, et cette erreur est introduite dans le programme par l'intermédiaire de fils de liaison et une correction de vis de guidage est calculée, qui est ajoutée à la position désirée lorsque celle-ci est fournie au programme CADENCEMENT.

Le programme APPROCHE qui est une option du programme PERCAGE, divise la course de perçage, ou bien la distance entre la POSITION Z HAUTE et la POSITION Z BASSE par le nombre désiré d'approches. Cette distance ZD est alors utilisée pour transporter la position Z désirée à l'intérieur de la pièce à usiner, de N fois l'avance, avec un retrait vers la position Z HAUTE entre chaque avance. Cela permet aux copeaux d'être évacués lorsqu'on perce un trou de grand diamètre. La sous-routine APPROCHE est représentée sur le diagramme 24.

Comme le montre le diagramme 29, le programme REPETITION, permet une série de phases et des répétitions. Cela permet à un modèle d'être répété N fois à des distances de décalage X et Y différentes. Lorsqu'une phase et répétition est démarrée, certaines conditions sont stockées sur un empilage PHASE/REPETITION. Lorsque le bloc REPETITION est rencontré le nombre de fois NX et NY sont stockés sur l'empilage et un bouclage en arrière est fait sur le début du bloc de données. Chaque fois que REPETITION est rencontré dans ce bouclage, les positions X ou Y sont modifiées par les valeurs de phases et le compteur est décrémenté. Lorsque les deux compteurs X et Y ont atteint zéro, le modèle est répété le nombre voulu de fois, et le prochain bloc de données est exécuté.

Le programme REPETITION peut être agencé, par exemple, pour permettre d'emboîter trois bouclages en profondeur. Le bloc de données débutant d'un bouclage est signalé pour être sélectionné par l'opérateur comme un bloc PHASE/REPETITION comme cela est indiqué dans le programme AUTO du diagramme 14. Le bloc de données indiqué PHASE/REPETITION contient, en outre, l'information habituelle telle que pour un FRAISAGE, PERCAGE, etc. Ce bloc ainsi signalé peut alors être suivi par un ou plusieurs blocs de données contenant la balance des phases de l'opération devant être répétée et cette série de blocs se termine avec un bloc REPETITION. Le bloc REPETITION contient une dimension incrémentale X et un comptage du nombre des opérations X, une dimension incrémentale Y et un nombre de comptage pour les opérations dans la direction Y. Le programme agit pour exécuter l'ensemble des répétitions X pour une dimension Y donnée et se déplace ensuite vers la dimension Y suivante pour d'autres séries d'opérations dans la direction X. Un exemple d'un type simple de programme à répétition pouvant être préparé par l'opérateur de la machine sera un modèle de trous de perçage dans une pièce à usiner, selon un ordonnancement tel que deux par trois, quatre par cinq, etc..

L'utilisation d'un bloc répétition pour éliminer la nécessité d'introduire à nouveau des données dans un bloc de données pour des opérations identiques, et l'usage d'opération de fraisage de bâti décrite plus haute, sont des exemples d'outillage programmé pour l'opérateur de la machine.

#### Diagramme 1

##### DÉBUT

Enclenchement des P.I.A.

Libération de la mémoire variable

Mode = vérification

Déclenchement des cadences

##### MISE EN PLACE DU MODE

Mise à zéro des indications d'état

Affichage du mode de sortie

Passage au mode programme

(Entrée, vérification, unique, fonctionnement courant, arrêt d'urgence)

#### Diagramme 2

##### PROGRAMME CADENCEMENT

Vérification pour chaque touche poussée

5 Filtrage et positionnement dans les valeurs touches

Si touche nouveau mode, mise en place du nouveau mode

\*Servo-mécanisme

Extraction des valeurs mouvement X, Y et Z du circuit tampon de commande pour les axes X, Y et Z

10 Erreur = erreur + Mouvement

Erreur = erreur + codeur-Contenu ancien)

Enold = codeur

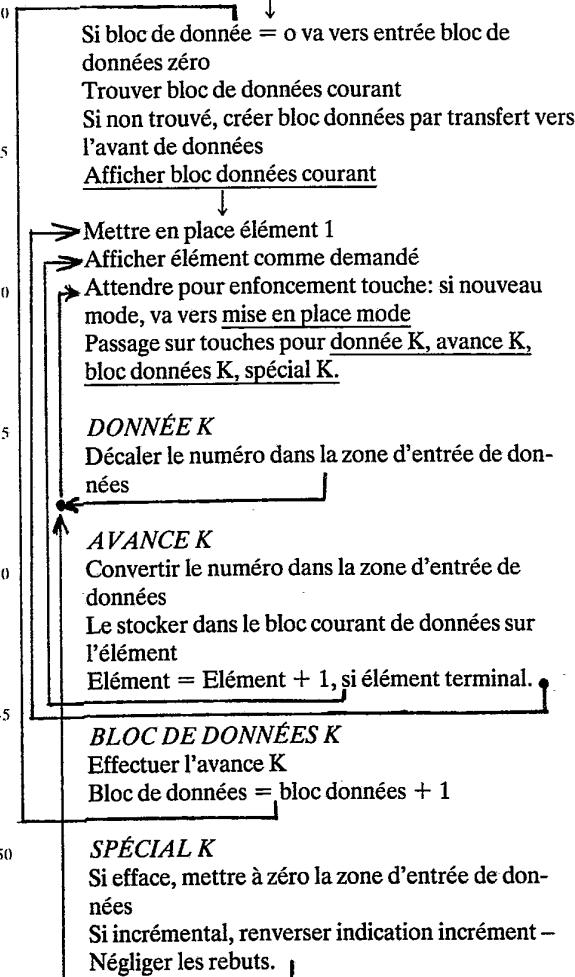
Sortie d'erreur vers convertisseur numérique/analogique

Retour de cadence

#### Diagramme 3

##### ENTRÉE PROGRAMME

Mise en place bloc de données courant = 1



#### Diagramme 4

##### ENTRER BLOC DONNÉES ZÉRO

Déclencher axe des Z pour permettre déplacement manuel

Afficher les décalages X et Y, les numéros d'outils suivants, les données d'outils et les longueurs d'outils

65 Permettre d'entrer de valeurs par le clavier

Permettre d'entrer longueur calibration outil comme fonction de la position axe des Z.

## Diagramme 5

**AFFICHER BLOC COURANT DE DONNÉES**

Remplir le circuit CRT avec des blancs

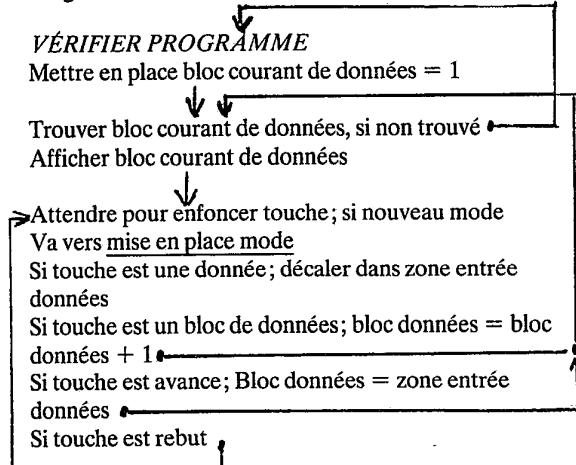
Pour chaque élément = mettre le titre dans le circuit

Tampon CRT à l'emplacement de l'élément

Extraire valeur élément à partir bloc courant de données

Mettre valeur numérique dans circuit tampon CRT  
titre suivant

## Diagramme 6



## Diagramme 7

**PROGRAMME UNIQUE**

Mettre en place indication cycle unique

Va vers programme fonctionnement fonctionnement courant

## Diagramme 8

**PROGRAMME ARRET D'URGENCE**

Tout mouvement à zéro

Attendre mode = vérifier

Va vers mise en place mode

## Diagramme 9

**PROGRAMME FONCTIONNEMENT COURANT**Si nouveau mode, va vers mise en place mode

Effectuer calibration XY

Effectuer calibration Z outil

Si touche calibration broche enfoncée, effectuer zéro ZSi touche calibration table enfoncée, effectuer marquage XY

Si touche démarrage enfoncée vérifier

Commutateur de mode de positions,

Autre

Si auto, va vers auto

Si non auto, sélectionner axe, mettre en place indication non-auto

Poser 127 cm sur cet axe,

Régler vitesse avance = 127 cm/minute,

Va vers mouvement

Si bande, lire ou écrire bloc sur ou à partir cassette

## Diagramme 10

**CALIBRATION XY**

Pour axes X et Y

5 Décalage déduit + position → position

Position – décalage → position

Décalage → décalage déduit

Retour

## 10 Diagramme 11

**CALIBRATION Z DE L'OUTIL**

Pour axe Z

Décalage Z déduit + position Z position Z

15 Longueur de calibration outil courant → décalage Z

Position Z – décalage Z → position Z

Décalage Z → décalage Z déduit

## 20 Diagramme 12

**ZERO Z**Effectuer retrait

Déplacer axe Z vers le bas jusqu'à ne plus être sur limite

25 Commutateur et marqueur

Établir impulsion

Mettre en place position Z = 8.00

Retour

## 30 Diagramme 13

**MARQUEUR XY**

Non automatique X et Y en direction moins

Lorsque le commutateur du marqueur s'enclenche, doucement

35 pour cet axe

Lorsque doucement et impulsion marqueur, position zéro et arrêt de cet axe

Lorsque les deux axes arrêtés, retour

## 40 Diagramme 14

**BLOC DONNÉES SUIVANT**Si présent bloc données est arrêté, va vers programme fonctionnement courant (arrêt)

45 Incrémentation pour prochain bloc données

Si mode unique, va vers programme fonctionnement courant (arrêt)Si outil changé, va vers programme fonctionnement courant (arrêt)

50

**AUTO**

Si phase/répétition, pousser dans empilage phase/répétition au niveau suivant

55 Position X, position Y, pas de bloc données

Si répétition, va vers répétition

Passer au programme type (position, fraisage, perçage, alésage)

## 60 Diagramme 15

**POSITIONNEMENT**

Effectuer retrait Z

65 Effectuer données XY à partir bloc données K

Mettre en œuvre rapide

Effectuer mouvement

Attente erreur faible

Va vers bloc suivant

## Diagramme 16

*FRAISAGE*Effectuer Z vers le basEffectuer données XY à partir bloc donnéesSi intérieur ou extérieur, va vers BaféEffectuer mouvementAttente erreur faibleSi ty, bloc données suivant non fraisage, effectuerretra<sup>it</sup> ZVa vers bloc données suivant

## Diagramme 17

*ALÉSAGE*

Mettre en place indication alésage

↓

*PERCAGE*Effectuer retrait ZEffectuer données XY à partir bloc données

Mettre en œuvre rapide

Effectuer mouvementAttente erreur faible

Si prochain bloc données contient fraisage intérieur ou extérieur

Décalage XY de  $\pm \frac{1}{2}$  diamètre outil courantEffectuer rapide vers Z en hautAttente erreur faibleSi approche, va vers approche

↓

*SUITE PERCAGE*Effectuer Z vers le bas

Retard 0,3 seconde

Si bloc données suivant est fraisage, va vers bloc données suivantSi indication alésage, ve lentement vers Z en hautEffectuer retrait ZVa vers bloc données suivant

## Diagramme 18

*RETRAIT Z*

Mise en place distance Z = 25,7 cm

Mise en place indication retrait Z

Mise en place rapide

Effectuer mouvement jusqu'au commutateur limitant

Z vers le haut

Retour

## Diagramme 19

*DONNÉES XY À PARTIR BLOC DONNÉES K*

Si bloc données incrémental

Distance X = distance X + valeur (bloc données)

Distance Y = distance Y + valeur Y (bloc données)

Autre

Distance X = val X (Bloc données)

Distance Y = val Y (Bloc données)

Vitesse d'avance positionnement XY = Vitesse d'avance (bloc données)

Retour

## Diagramme 20

*ATTENTE ERREUR FAIBLE*

Boucle jusqu'à ce que erreur X, erreur Y et erreur Z soient toutes inférieures à 0,0771 cm

Retour

## Diagramme 21

10 *Z VERS LE BAS*

Distance Z = valeur Z vers le bas (bloc données)

Vitesse d'avance positionnement Z = vitesse d'avance (bloc données)

15 Effectuer mouvement

Retour

## 20 Diagramme 22

*RAPIDE VERS Z EN HAUT*

Distance Z = valeur Z en haut (bloc données)

Mettre en place rapide

25 Effectuer mouvement

Retour

## 30 Diagramme 23

*DOUCEMENT VERS Z EN HAUT*

Distance Z = valeur Z en haut (bloc données)

Vitesse d'avance positionnement Z = vitesse d'avance (bloc données)

35 Effectuer mouvement

Retour

## 40 Diagramme 24

*EFFECTUER APPROCHE*

Position approche Z = Z en haut (bloc données)

Approche distance Z = Z en haut (bloc données) – Z en bas (bloc données)

45 N approches

Distance Z = position approche Z

Mettre en place rapide

Effectuer mouvement50 N approche = N approche – 1 si zéro    va vers suite

Perçage

Position approche Z = position approche Z – approche distance Z

Distance Z = position approche Z

55 Vitesse d'approche position Z = vitesse d'approche (bloc données)

Effectuer mouvementEffectuer rapide vers Z en haut

Boucle

60

Diagramme 25

**MOUVEMENT**

Si mouvement XY, autre → si mouvement Z

Effectuer Vitesse avance éffectuer vitesse avance

$DX = \text{distance X} - \text{position X}$   $DZ = \text{distance Z} - \text{position Z}$

$DY = \text{distance Y} - \text{position Y}$   $DL = DZ$

$DL = \sqrt{DX^2 + DY^2}$   $NNN = DL * \text{cycles par minute/vitesse d'avance}$

$NNN = DL * \text{cycles par minute/vitesse d'avance incrémentement Z}$

$= DZ / NNN$

Incrément X =  $DX / NNN$

Incrément Y =  $DY / NNN$

**INTERPOLER**

→ Toutes les 20ièmes fois, effectuer compensation vis guidage

Si potentiomètre vitesse d'avance modifiée, va vers mouvement

Si indication non auto et non bouton démarrage, neutraliser indication non auto et va vers programme fonctionnement courant

$NNN = NNN - 1$

Si  $NNN = 0$ , va vers mouvement final

pour effectuer X, Y et Z =

Position = position + incrément

Attendre jusqu'à ce que circuit tampon de commande AIT ouverture

Pour effectuer X, Y et Z

Mouvement = position + compensation vis guidage - ancienne

Ancienne = position + compensation vis guidage

Mouvement → circuit tampon de commande

Afficher valeurs X, Y et Z sur CRT

Va vers interpoler

Diagramme 26

**VITESSE D'AVANCE**

Si mouvement Z, vitesse d'avance positionnement = vitesse d'avance positionnement Z

Si mouvement XY, vitesse d'avance positionnement = vitesse d'avance positionnement XY

Si rapide, vitesse d'avance = 642,5

Si potentiomètre 0,5

Vitesse d'avance = vitesse d'avance de positionnement \*2\*potentiomètre

Si potentiomètre > 0,5

Vitesse d'avance = vitesse d'avance de positionnement + 196 (potentiomètre - 5)

Retour

Diagramme 27

**COMPENSATION VIS GUIDAGE**

Pour effectuer X, Y et Z

Compensation vis guidage = position X erreur K vis guidage

Retour

Diagramme 28

**MOUVEMENT FINAL**

Position X = distanceX

Position Y = distance Y

Position Z = distance Z

Calculer mouvement, introduire dans circuit

Tampon de commande

Retour

10

Diagramme 29

**RÉPÉTITION**

Opérer sur fond empilement phases/répétition

Si première indication, la neutraliser, incrément NX = NX

(bloc données)

& compte NX = NX (bloc données)

& compte NY = NY (bloc données)

20

Effectuer Retrait Z

Si compte NX = 0

Compte NX = compte NX - 1

Distance X = compte position X + valeur X (bloc données)

Compte position X = distance X

Distance Y = compte position Y

Effectuer mouvement

Mettre en place bloc données K vers démarrage phase/répétition

Va vers boucle répétition

30

Compte NX = incrément NX

Si compte NX = 0, tirer empilage phase/répétition, va vers bloc données suivant

Compte NY = compte NY - 1

Compte position X = incrément position X

Distance X = compte position X

Distance Y = compte position Y + valeur Y (bloc données)

Compte position Y = distance Y

Mettre en place bloc données vers démarrage phase/répétition

Va vers boucle répétition

35

Diagramme 30

**BÂTI**

Mouvement + Y ± diamètre outil

Mouvement + X ± diamètre outil

Mouvement - Y ± diamètre outil

Mouvement - X ± diamètre outil

Effectuer retrait Z

Eliminer décalage XY ( $\mp \frac{1}{2}$  diamètre outil)

Va vers bloc données suivant

40

45

50

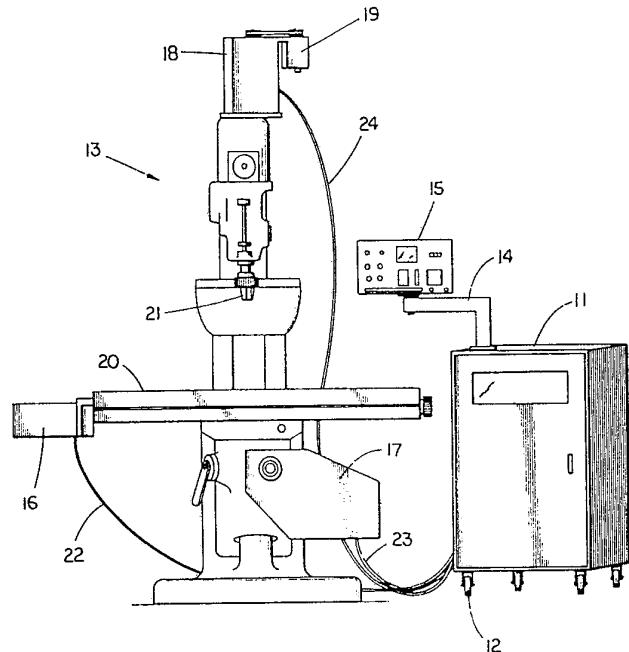
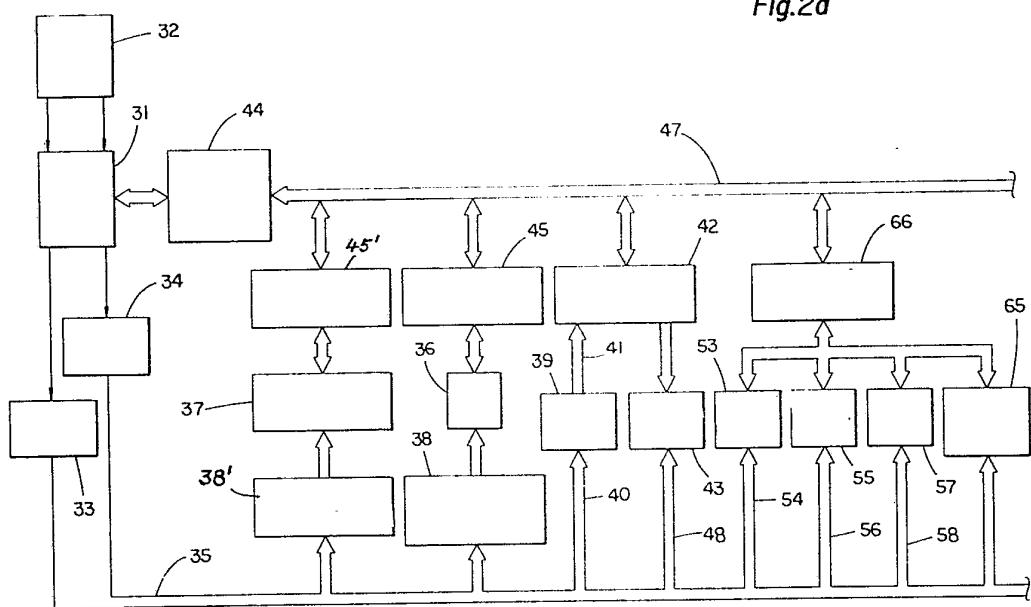


Fig. 1

Fig. 2a



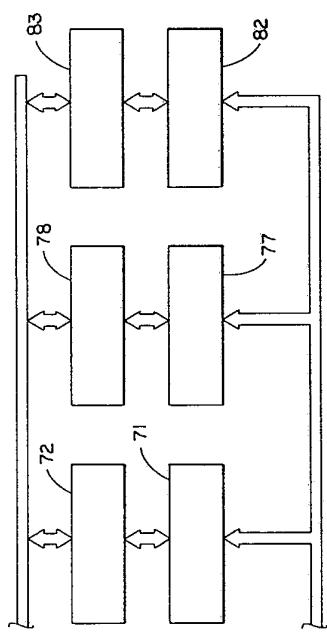


Fig. 2b

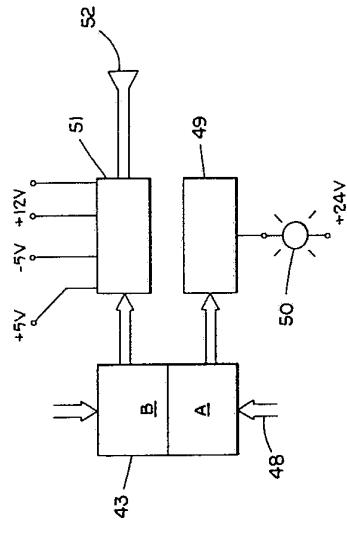


Fig. 3

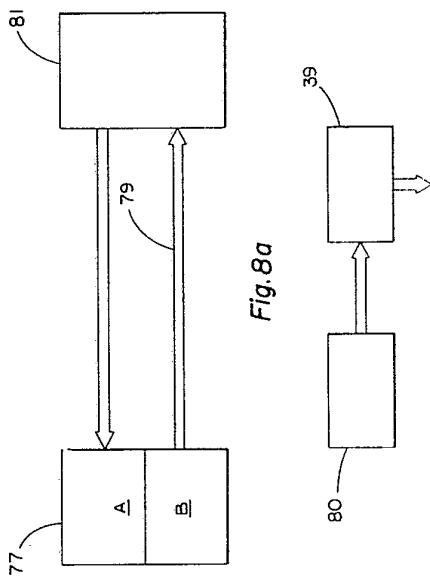


Fig. 8a

ALIMENTATION	7	6	5	4	3	2	1	0
VALEUR PROGRAMMÉE	X							
VAL. PROGR. ( $\frac{\text{POIDS BIT}}{128}$ )		X	X	X	X	X	X	
VAL. PROGR. + 6'' / M		X	X	X	X	X	X	
VAL. PROGR. + 3'' / M		X	X	O	O	O	O	

Fig. 8b

Fig. 13a

ALIMENTATION	7	6	5	4	3	2	1	0
50 " / M	X							
50 ( $\frac{\text{POIDS BIT}}{128}$ ) "/ M		X	X	X	X	X	X	
140 ( $\frac{\text{POIDS BIT}}{256}$ ) "/ M		X	X	X	X	X	X	

Fig. 8b

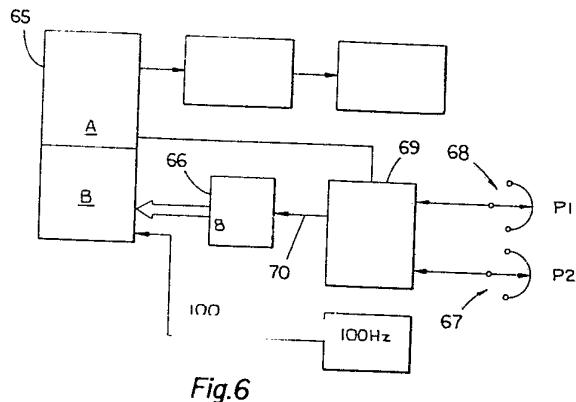


Fig. 6

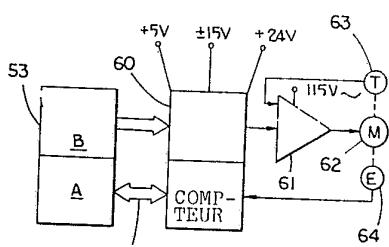


Fig. 4

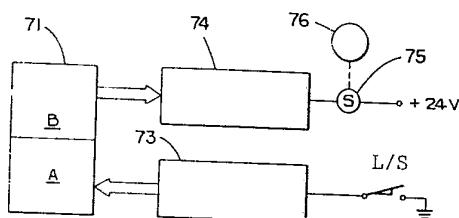


Fig. 5

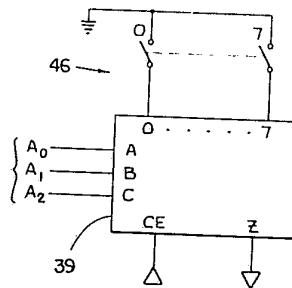


Fig. 7

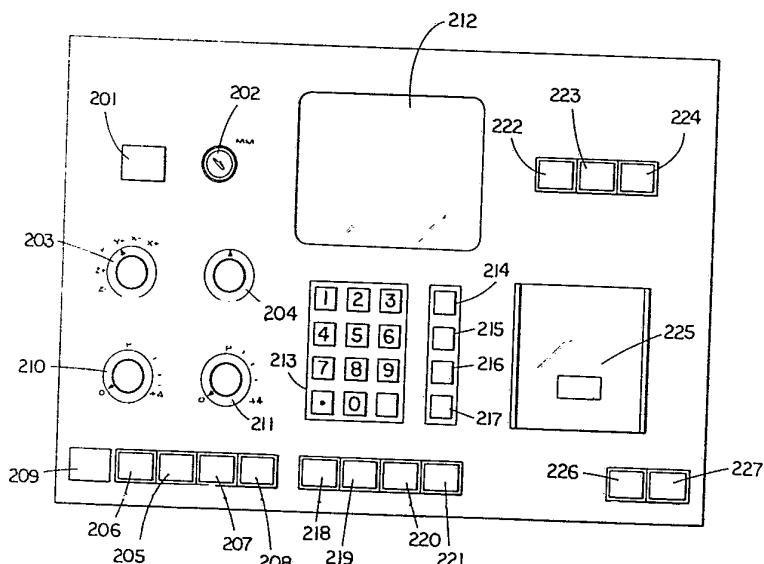


Fig. 9

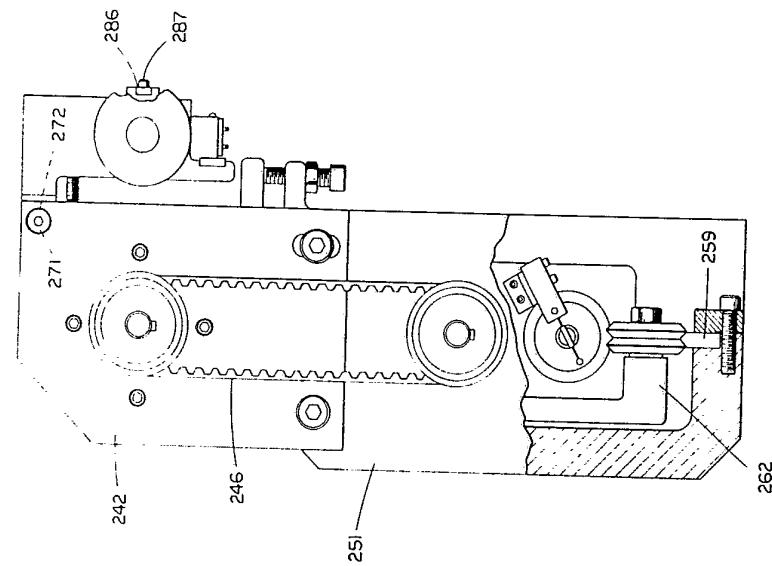


Fig. 11

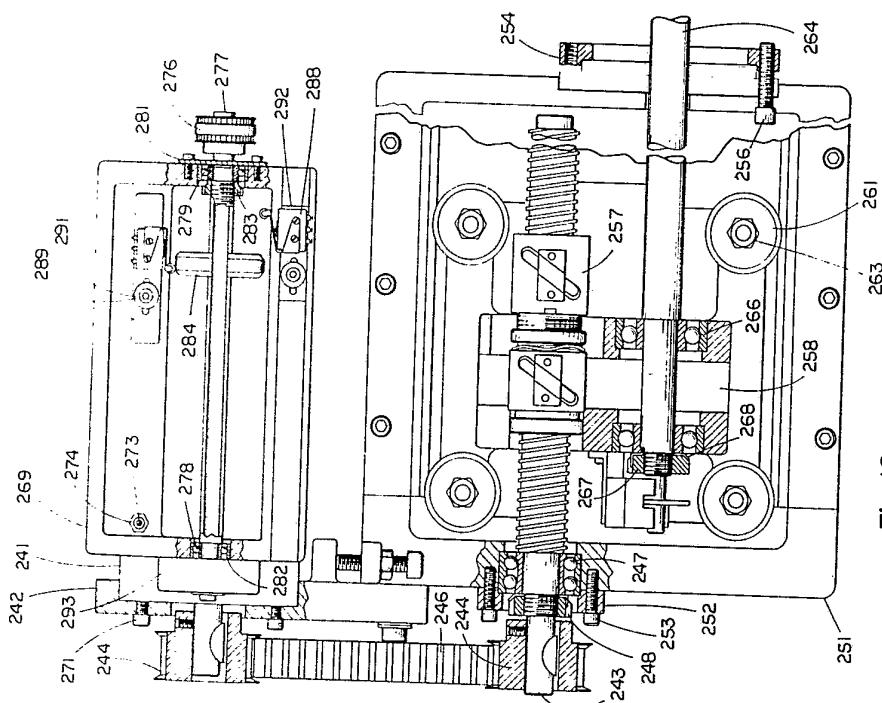
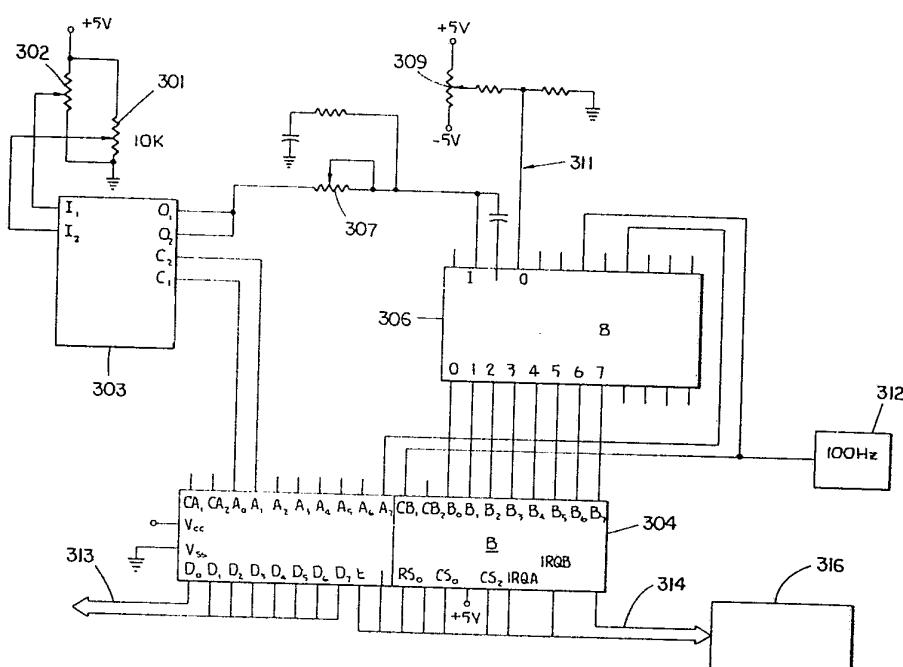


Fig. 10



*Fig.12*