

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION
DIVISIONNAIRE
N° 82 20844**

(21)

(54) Tête d'application d'une bande sur un moule.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ⁸). B 32 B 31/08, 31/20.

(22) Date de dépôt..... 13 décembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 22 juin 1981, n° 06/276 441, et 28 décembre 1981,
n° 06/334 931.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 29-4-1983.

(71) Déposant : Société dite : VUGHT CORPORATION, société constituée selon les lois de l'Etat
de Delaware. — US.

(72) Invention de : Charles B. Evans et William J. Murray.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

2° demande divisionnaire bénéficiant de la date de dépôt du 22 juin 1982 de la demande de
brevet initiale n° 82 10857 (art. 14 de la loi du 2 janvier 1968 modifiée).

L'invention concerne un appareil et un procédé de pose d'une bande sur des surfaces planes ou profilées, et plus particulièrement un appareil et un procédé de fabrication automatique de structures composites stratifiées présentant des surfaces planes ou profilées, constituées de bandes appliquées en couches.

Des structures composites stratifiées sont utilisées dans une large gamme d'articles et de dispositifs où le faible poids, la résistance élevée et les caractéristiques particulières pouvant être obtenues avec des matières se présentant sous forme de bandes sont avantageux. De telles structures composites sont particulièrement utiles dans la fabrication de pièces utilisées en aéronautique et en astronautique, de diverses pièces de véhicules terrestres et aquatiques et de certains éléments de structure de construction. Dans de nombreuses applications, des éléments structurels doivent supporter des charges plus élevées en des points particuliers ou suivant des axes particuliers. Des structures composites sont bien adaptées à ce type de service, car les couches de matière, par exemple des bandes, peuvent varier en nombre et être orientées de façon à correspondre à des zones pour lesquelles une résistance maximale est demandée. En général, des structures composites stratifiées comprennent une matrice de matière plastique constituée d'une matière telle qu'une résine époxyde, renforcée d'une étoffe fibreuse ou d'une matière analogue à une bande, constituée de bore, de graphite ou de fibres de verre.

On connaît divers procédés de fabrication de structures composites stratifiées à partir de matériaux sous forme de bandes. Un grand nombre des procédés les plus couramment utilisés et des appareils associés sont coûteux, et par conséquent, les seules structures qui sont fabriquées par la mise en oeuvre de tels procédés sont celles qui peuvent supporter plus facilement les coûts élevés qui leur sont associés. Le coût élevé résulte du fait que la grande résistance et la rigidité d'une bande constituée de bore, de graphite, de fibres de verre

ou d'autres matières fibreuses analogues rendent le matériau difficile à manipuler et à couper en longueurs et largeurs souhaitées. De plus, il faut prendre particulièrement soin d'éviter à la résine non durcie du matériau d'adhérer aux mécanismes de stockage, de transport et de coupe pendant les manipulations et d'éviter une accumulation indésirable de la résine sur toutes surfaces des mécanismes en contact continu avec le matériau. Par exemple, un appareillage relativement simple pourrait utiliser un mécanisme de stockage et de transport de bandes et demanderait à un opérateur de couper manuellement la bande après que chaque longueur de bande demandée a été retirée du mécanisme de stockage. L'opérateur mettra ensuite la bande en forme sur le moule de la pièce particulière à fabriquer. Un tel appareillage demande beaucoup de travail et beaucoup de temps et il est donc très coûteux. Il est également sujet aux erreurs dues à l'opérateur, par exemple la formation de faux-plis dans la bande, une mise en forme impropre de cette dernière dans le moule, etc. Il existe cependant quelques appareils de pose de bandes qui sont plus automatisés. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 133 711 décrit un appareil dans lequel des couches successives de bande sont posées sur une surface qui les maintient par dépression afin de former une pièce qui est ensuite transférée vers une zone de coupe et coupée suivant une configuration souhaitée à l'aide d'un dispositif de coupe à laser, la pièce étant finalement transférée vers le moule sur lequel elle est mise en forme. De même, le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3 775 219 décrit une tête de mise en place d'une bande composite qui comprend un mécanisme photo-électrique de détection de bord destiné à commander la coupe de la bande composite, la tête réglant automatiquement le trajet suivant lequel la bande est posée, selon ce qui est nécessaire. De plus, le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3 970 831 décrit un appareil destiné à commander une tête de pose de bande suivant plusieurs axes pour commander la pose d'une bande sur une surface

à profil convexe. Cet appareil produit une série de signaux de commande qui sont transmis à un dispositif de commande par substitution d'une tête de mise sous forme numérique ou de détection à la tête de pose de la bande et par

5 commande de cette tête de mise sous forme numérique afin qu'elle parcoure la surface d'un élément de traçage qui est disposé sur la surface de travail du moule. Cet élément de traçage contient des organes sensibles qui coopèrent avec la tête de mise sous forme numérique pour générer

10 les signaux de commande. Ces derniers sont utilisés pour générer un programme destiné à commander la tête de pose de la bande pendant l'opération de pose de la bande. Aucun de ces appareils n'est conçu pour fabriquer complètement une structure dans le moule et pour automatiser pratiquement en totalité l'opération de pose d'une

15 bande afin d'éviter des manipulations excessives et de minimiser le temps de travail de l'opérateur. La demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 276 441, déposée le 22 juin 1981 par Charles B. Evans et William J.

20 Murray, semble constituer le seul autre appareil atteignant de façon satisfaisante ces objectifs. L'appareil selon l'invention et celui décrit dans la demande N° 276 441 précitée sont capables de poser une bande sur une surface plane ou sur une surface profilée. L'invention

25 concerne un dispositif adaptatif perfectionné de commande de la pose d'une bande sur une surface profilée, et plus particulièrement sur une surface à profil concave. A cet effet, l'opération de pose de la bande est programmée suivant uniquement un axe longitudinal X, un axe transversal Y, une commande globale de l'axe vertical Z (uniquement pour entrer en contact avec la surface de travail ou pour s'en dégager), et un axe C de rotation. Une commande fine de l'axe Z et d'un axe radial R est réalisée par le dispositif adaptatif et indépendant de commande,

30 décrit ci-après. L'invention se distingue donc du dispositif décrit dans le brevet N° 3 970 831 précité, car ce dispositif ne peut être adapté à des surfaces sur lesquelles des couches sont appliquées progressivement,

35

mais il doit suivre chaque couche supplémentaire formée par une bande à l'aide de la tête de traçage et produire un nouveau programme à chaque fois qu'une couche de bande est appliquée, ou bien il devient progressivement de plus en plus imprécis à chaque application d'une couche de bande sur la surface de travail.

L'invention présente un certain nombre de caractéristiques particulières qui la distinguent encore plus de l'art antérieur. Par exemple, dans une forme de réalisation, la tête d'application de bande comporte un patin qui amène la bande en contact avec la surface du moule et exerce une pression répartie uniformément contre la bande. La position de ce patin par rapport à la surface du moule est contrôlée en continu par des capteurs et elle peut être réglée de façon continue par la commande adaptable afin de maintenir une relation donnée par rapport à la surface du moule. Les capteurs sont conçus pour contrôler le point de contact entre le patin et la surface du moule et transmettre ainsi des signaux à la tête d'application de la bande afin de la régler en fonction de ce point de contact. Dans le passé, des systèmes de capteurs contrôlaient en fait la surface du moule en un point situé à une certaine distance du point réel de contact en raison des contraintes associées au montage des capteurs. Une version plus ancienne de la machine de pose de bandes du type décrit, par exemple, utilisait des commutateurs à capteurs électro-pneumatiques. Ces capteurs étaient actionnés par la contre-pression qui apparaissait lorsque les capteurs se rapprochaient de la surface du moule. Plusieurs de ces commutateurs étaient montés à proximité de galets qui appliquaient la bande sur la surface du moule. Malgré leur fiabilité globale, ces capteurs ne pouvaient pas contrôler le point réel de contact entre les galets et la surface du moule, ce qui introduisait une erreur d'une certaine amplitude dans le positionnement du patin, cette erreur provoquant périodiquement l'application d'une pression inégale sur les galets et une détérioration de la bande. De plus,

le patin utilisé dans une forme de réalisation de l'invention, conjointement avec une goulotte de guidage pour guider la bande vers le patin, constitue un moyen pour appliquer une certaine pression à la bande pendant l'opération de pose de cette dernière suivant l'axe central de ladite bande. Ce montage du patin, comprenant le dispositif d'application de pression, constitue un perfectionnement très important par rapport aux galets utilisés jusqu'à présent, car ces galets, sous l'effet des forces de frottement qui varient le long d'une surface profilée, tendent à s'éloigner en glissant de l'axe central de la bande et peuvent s'incliner ou peuvent détériorer la bande pendant l'opération de pose de cette dernière. Enfin, le mécanisme de coupe utilisé dans une forme de réalisation de l'invention est capable d'effectuer une coupe à la volée, (c'est-à-dire pendant que la tête d'application de bande exécute un mouvement de translation sur la surface du moule) alors que les systèmes antérieurs connus utilisent des dispositifs de coupe qui nécessitent un arrêt de la tête d'application de la bande avant chaque coupe.

De plus, pour empêcher la bande d'adhérer à l'équipement destiné à la poser, et pour minimiser toute accumulation de résine sur cet équipement, la plupart des matériaux se présentant sous forme de bandes composites comportent une bande de support ou de protection. Cette bande de support doit être enlevée avant l'application de la bande sur un moule ou autre ou, une fois qu'elle est retirée, la bande composite doit être manipulée avec soin pour éviter le problème d'adhérence de cette bande à l'équipement, et il faut éloigner la bande de support. Dans certains appareils de pose de bandes, il est nécessaire de séparer la bande composite de la bande de support afin de la couper, puis de reposer la bande composite sur la bande de support pour l'application sur le moule. Cette manipulation excessive de la bande composite risque de poser de nombreux problèmes. Par exemple, pour réappliquer la bande composite sur la bande de support, il

faut utiliser une source de chaleur afin de ramollir cette bande ou de la rendre suffisamment plastique pour qu'elle puisse adhérer de nouveau à la bande de support.

Cependant, dans d'autres appareils de pose de
5 bandes, bien qu'il ne soit pas nécessaire de retirer la bande de support pour couper la bande fibreuse, il faut arrêter l'appareil pour couper la bande fibreuse. L'invention évite ces deux inconvénients par l'utilisation d'un
10 mécanisme de coupe capable de couper la bande fibreuse alors qu'elle adhère encore à la bande de support et capable également de la couper à la volée, sous tous les angles, hormis perpendiculairement au trajet suivi par la bande.

Les grandes dimensions de nombreuses structures
15 fabriquées avantageusement à partir de matériaux en bandes composites stratifiées exigent l'utilisation de grandes surfaces de support, de postes de durcissement importants et d'un espace considérable pour transférer le moule et la structure à bandes composites entre les postes de
20 travail. Ces dimensions tendent à accroître le temps nécessaire pour la fabrication des structures composites, car l'opérateur doit travailler constamment dans cet espace. Par conséquent, l'opération de fabrication de structures composites comprend souvent une proportion importante
25 de temps non productif.

L'invention a donc pour objet un procédé et un appareil perfectionnés pour la fabrication automatisée de structures composites stratifiées. L'invention a pour
autre objet un tel appareil automatisé qui comprend un
30 portique destiné à supporter et transporter une tête de pose de bandes capable de poser une bande, de la couper et d'accumuler des couches de bande sur un moule pour produire une pièce pouvant être amenée à maturation dans un seul poste de travail. L'invention a pour autre
35 objet un dispositif destiné à poser une bande composite en la retirant directement d'une bande de support, sans qu'il soit nécessaire de la séparer de cette bande de support et de l'appliquer de nouveau sur ladite bande de

support. L'invention a également pour objet un dispositif destiné à couper une bande à la volée, et un dispositif destiné à couper une bande fibreuse alors qu'elle adhère encore à la bande de support. L'invention a également

5 pour objet un dispositif destiné à guider la bande vers un dispositif conçu pour amener cette dernière en contact avec la surface d'un moule de telle manière que le dispositif de contact suive l'axe central longitudinal de la bande. L'invention a également pour objet un dispositif

10 destiné à poser automatiquement la bande composite en couches dans un moule, sans l'assistance d'un opérateur.

L'invention a en outre pour objet un procédé de fabrication de la structure composite dans lequel l'ajustage de la pièce formée dans le moule est minimisé

15 à une seule opération d'ajustage après l'achèvement de l'opération de pose de bandes.

L'invention a pour autre objet un appareil pouvant être programmé par un opérateur et pouvant être commandé à l'aide d'un programme relativement simple

20 analogue à celui qui sera utilisé pour la pose d'une bande sur une surface plane, mais qui est tout à fait capable de poser une bande sur une surface profilée et complexe.

L'invention a également pour objet une machine de pose de bandes qui peut être adaptée à une surface

25 profilée pour appliquer de façon égale une certaine pression contre la bande, en couches progressives, au fur et à mesure que les couches sont formées sur un moule profilé ou une surface de gabarit.

L'invention a pour objet également un procédé

30 au moyen duquel une pièce peut être formée, ajustée et amenée à maturation alors qu'elle se trouve encore dans le moule, ce qui minimise la manipulation du matériau composite en bandes constituant la pièce. Enfin, l'invention a également pour objet un appareil capable

35 d'atteindre les objectifs indiqués ci-dessus tout en étant fiable et peu coûteux par rapport aux appareils de l'art antérieur.

L'invention concerne donc un appareil de fabrication d'une structure à partir d'une bande composite appliquée en couches, la structure étant formée sur un moule qui présente une surface de travail correspondant à ladite structure. L'appareil comprend des premiers moyens destinés à contenir et distribuer la bande, et des seconds moyens destinés à translater les premiers moyens par rapport à la surface de travail. Dans une forme de réalisation, les premiers moyens peuvent être mis en oeuvre pour appliquer la bande sur la surface de travail pendant qu'ils sont translatés par rapport à cette dernière, et ils comprennent un dispositif d'orientation, un dispositif destiné à entrer en contact avec la surface de travail et à en détecter le profil pendant sa translation par rapport à ladite surface de travail, et un dispositif qui, sous la commande du dispositif de détection du profil, produit des signaux transmis au dispositif d'orientation et indiquant les changements détectés du profil par rapport à l'orientation des premiers moyens. Le dispositif d'orientation réagit aux signaux ainsi produits par le dispositif générateur de signaux de façon à modifier l'orientation des premiers moyens afin qu'un élément d'application de pression, faisant partie de ces premiers moyens, soit placé à peu près perpendiculairement à la surface de travail. Dans une autre forme de réalisation de l'invention, l'élément d'application de pression est un patin qui est relié, de plus, au dispositif de détection afin de porter contre la surface profilée des bandes pour le dispositif de détection.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une forme de réalisation de l'appareil de pose de bandes selon l'invention, montrant un moule profilé et une pièce partiellement formée ;

- la figure 2 est une coupe partielle de l'appareil de pose de bandes suivant la ligne 2-2 de la

figure 1 ;

- la figure 3 est une vue partielle en perspective éclatée de l'ensemble à tête d'application de bandes utilisé dans l'appareil représenté sur la figure 1 ;

5 - la figure 4 est une élévation de l'ensemble à tête d'application de bandes suivant la ligne 4-4 de la figure 3, la tête étant représentée par son côté gauche ;

10 - la figure 4A est une vue de face du patin de la tête de pose de bandes, cette vue montrant les capteurs suivant l'axe R ;

- la figure 5 est une coupe partielle suivant la ligne 5-5 de la figure 3, montrant la bobine débitrice utilisée sur l'ensemble à tête d'application de bandes ;

15 - la figure 6 est une vue de face de l'ensemble à tête d'application de bandes de la figure 3 ;

- la figure 7 est une élévation partielle, à échelle agrandie, suivant la ligne 7-7 de la figure 3, montrant le mécanisme de coupe utilisé dans l'ensemble
20 à tête d'application de bande ;

- la figure 8 est une coupe partielle, suivant la ligne 8-8 de la figure 7, du mécanisme de coupe, montrant le stylet et l'ensemble logeant ce stylet ;

25 - la figure 9 est une vue partielle de face, à échelle agrandie et avec arrachement partiel, du mécanisme de coupe vu suivant la ligne 9-9 de la figure 7 ;

- la figure 10 est une vue partielle en perspective du mécanisme de coupe de la figure 7, montrant ce mécanisme monté sur le guide-bande de la tête d'application de bandes de la figure 3 ;
30

- la figure 11 est une vue partielle de face du stylet de coupe faisant partie du mécanisme de coupe de la figure 7 ;

35 - la figure 12 est une élévation partielle du stylet de coupe faisant partie du mécanisme de coupe représenté sur la figure 7 ;

- la figure 13 est une coupe longitudinale du moteur d'axe W et des éléments associés ;

- la figure 14 est une coupe longitudinale du dispositif de résolution d'axe W et des éléments associés ;

5 - la figure 15 est un schéma simplifié du dispositif de commande automatique de l'appareil de pose de bandes ;

10 - la figure 16 est un schéma du circuit de commande d'axe Z destiné à la commande indépendante des mouvements suivant l'axe Z de la tête d'application de bandes au cours de l'opération de pose de bandes ; et

 - la figure 17 est un schéma du circuit de commande d'axe R, destiné à la commande indépendante du mouvement suivant l'axe R de la tête d'application de bandes au cours de l'opération de pose de bandes.

15 Les dessins, sur lesquels les mêmes références numériques désignent les mêmes éléments sur les différentes figures, et plus particulièrement la figure 1, représentent un appareil 410 de pose de bandes comprenant un portique 11 qui s'étend au-dessus d'un moule ou d'une
20 table 412 de travail. Le portique 11 comprend des moyens, décrits plus en détail ci-après, destinés à supporter et à déplacer un ensemble 413 à tête d'application de bandes. Des premier et second chemins ou glissières 14 et 15
25 sont placés parallèlement l'un à l'autre et orientés perpendiculairement au portique 11, de part et d'autre de la table 412 de travail. Le mouvement de la tête 413 d'application de bandes le long du portique 11 par rapport à la table 412 de travail est appelé mouvement suivant
30 "l'axe Y", et le mouvement dans la direction parallèle aux glissières 14 et 15 est appelé mouvement "d'axe X". Pour plus de commodité, les glissières 14 et 15 sont
 appelées "glissières d'axe X", gauche et droite. Le portique 11 comprend une poutre allongée 16 de section transversale sensiblement rectangulaire, dont les tronçons
35 extrêmes sont supportés par des pieds gauche et droit 17, 18 qui reposent et peuvent se déplacer sur les glissières ou pistes 14 et 15 au moyen de galets intérieurs (non représentés), de type convenable et connu dans la

technique sous le nom de galets ronds de Thompson, afin que les pieds puissent être translatés le long des chemins d'axe X. Le mouvement du portique le long des chemins 14 et 15 d'axe X et/ou le mouvement de l'ensemble 413 à tête de pose de bandes le long de la poutre 16 du portique, lorsque cet ensemble 413 est en contact avec la table du travail ou la surface du moule 412, ont pour résultat la distribution de longueurs de bande composite fibreuse 19 à partir de l'ensemble 413 à tête d'application de bande, et la mise en place et le collage de la bande sur la surface de travail du moule 412, suivant un trajet souhaité par rapport aux axes X et Y, comme indiqué ci-après dans la description à suivre de l'ensemble 413 à tête d'application de bande.

Comme représenté sur la figure 2, dans une forme préférée de réalisation, la poutre 16 du portique comporte des glissières ou chemins supérieur et inférieur 20, 20' d'axe Y montés longitudinalement sur la poutre, sur ses côtés supérieur et inférieur, respectivement. Un ensemble 21 à selle de portique est prévu pour le montage de l'ensemble 413 à tête d'application de bande au-dessous de la poutre 16 du portique pour permettre à cet ensemble 413 de se déplacer le long de ladite poutre 16. L'ensemble 21 à selle de portique est de section transversale sensiblement rectangulaire, conçue pour recevoir la poutre 16 du portique, et il comprend des ensembles supérieur et inférieur de galets et des glissières 22, 22' conçus pour s'enclencher de façon mobile avec les glissières supérieure et inférieure 20, 20' d'axe Y, respectivement. La réalisation de ces ensembles à galets et glissières 20, 20' est connue de l'homme de l'art et ne sera pas décrite plus en détail.

La tête 413 de pose de bandes est montée de façon à pouvoir tourner sur l'ensemble 21 à selle d'axe Y au moyen d'une structure 23 à étrier de montage qui renferme un ensemble 24 à paliers doubles dans lequel un arbre vertical 443 est monté de manière à pouvoir tourner autour d'un axe sensiblement vertical 444, désigné

axe "C". L'ensemble 24 à paliers et l'axe 443 sont désignés respectivement ensemble à paliers "d'axe C" et arbre "d'axe C". Un mécanisme 27 d'entraînement à engrenage à double réduction est de préférence utilisé pour commander la rotation de l'arbre 443 d'axe C et l'ensemble 413 à tête d'application de bande autour de l'axe C 444. Le mécanisme 27 d'entraînement à réduction comprend une première roue 28 de calage montée coaxialement et au moyen de cannelures sur l'arbre 443 d'axe C et engrenant avec une première chaîne 30 de calage qui engrène également avec une deuxième roue 31 plus petite de calage montée sur un axe vertical 32 qui, lui-même, est monté de manière à pouvoir tourner à l'intérieur de la structure 23 en étrier. Une troisième roue 33 de calage est également fixée coaxialement à l'axe 32 et engrene avec une seconde chaîne 34 de calage qui part vers l'extérieur de la structure 23 en étrier pour engrener avec une quatrième roue 35 de calage, plus petite que la troisième roue 33. Un moteur 36 de commande à courant continu, "d'axe C", est monté sur un prolongement de l'étrier 23 et est enclenché avec la quatrième roue 35 de calage afin de commander la rotation de l'ensemble 413 à tête d'application de bande. Un transducteur 40 de réaction de détection de position, capable de générer un signal correspondant à la position en rotation de l'arbre d'axe C, est entraîné par le moteur 36 de commande d'axe C afin de produire un signal électrique de sortie correspondant au degré de rotation de l'arbre du moteur de façon que la position suivant l'axe C de l'ensemble 413 à tête d'application de bande puisse être contrôlée et déterminée par un dispositif de commande décrit plus en détail ci-après.

L'ensemble 413 à tête d'application de bande comprend un bâti 442 de support (représenté plus clairement sur les figures 3 et 4, qui est relié de manière à ne pas pouvoir tourner à un tronçon de l'arbre 443 d'axe C faisant saillie vers le bas de la structure 24 à paliers d'axe C, ce bâti partant également vers le bas dudit

tronçon de l'arbre 443.

Une translation de l'ensemble 413 à tête d'application de bande, dans la direction verticale ou suivant l'axe "Z", comme montré sur la figure 2, s'effectue au moyen d'un mécanisme 41 d'entraînement d'axe Z qui comprend un arbre fileté 42 d'entraînement partant vers le bas du support 43 à paliers monté sur une plaque coulissante 44 qui s'étend verticalement et qui est fixée à une partie latérale de la selle 21 d'axe X et qui part vers le haut, le long de l'axe Y, de la selle 21. L'arbre fileté 42 de commande d'axe Z descend à l'intérieur d'un bâti 45 auquel la structure 23 en étrier de montage de la tête d'application de bande est fixée, et cet arbre 42 est vissé dans des blocs taraudés correspondants 46 et 47 montés à l'intérieur du bâti 45 d'axe Z. L'arbre fileté 42 est entraîné par une courroie crantée (non représentée) qui engrène avec un servomoteur 50 à courant continu, d'axe Z, monté sur la plaque coulissante 44 d'axe Z. Un capteur 51 de position est monté sur le moteur 50 de commande afin de générer des signaux de réaction de position correspondant au degré de rotation du moteur 50 de commande et de l'arbre fileté 42 de commande. La rotation de l'arbre fileté 42 à l'intérieur des blocs taraudés 46 et 47 provoque un mouvement vertical du bâti 45 sur cet arbre 42 et, par conséquent, un déplacement vertical de l'ensemble 413 à tête d'application de bande.

Comme représenté sur les figures 3 et 4, l'ensemble 413 à tête d'application de bande comprend un mécanisme 474 d'entraînement et de coupe de la bande. L'ensemble 413 est analogue à la tête 13 d'application de bandes décrite dans la demande N° 276 441 précitée. Le mécanisme 474 de coupe de bandes est conçu de manière qu'une bande fibreuse 19 soit sectionnée tandis qu'elle est encore fixée à une bande 112 de support, et "à la volée", c'est-à-dire tandis que la tête 413 continue de se déplacer par rapport à la surface 412 du moule, et un tronçon de la bande est appliqué sur la surface de

travail de la structure 412 du moule après avoir été coupé dans le mécanisme 474 d'entraînement. Alors que dans certaines machines actuelles de pose de bandes, la bande fibreuse doit être séparée de la bande de support au moyen d'un coin ou d'un couteau de séparation dirigé vers l'interface entre la bande fibreuse et la bande de support pour permettre la coupe de la bande fibreuse sans entaillage ni affaiblissement de la bande de support, le mécanisme de coupe selon l'invention n'exige pas que la bande fibreuse 19 soit séparée de la bande 112 de support pendant les opérations de coupe. Le mécanisme 469 de coupe élimine donc les difficultés résultant de ces procédés antérieurs, telles que la nécessité de séparer la bande adhésive de la bande de support et de recoller ensuite la bande adhésive à la bande de support ou de protection avant la pose de la bande composite, et les difficultés qui en résultent. Par exemple dans certains appareils de l'art antérieur, il est nécessaire de chauffer la bande fibreuse décollée de la bande de support pour rendre sa résine plastique afin de permettre à cette bande fibreuse d'être recollée à la bande de support. Les effets nuisibles de telles opérations peuvent comprendre une déformation de la bande fibreuse lors de l'opération de séparation, et un durcissement ou une rigidification prématuré de la bande au cours de cette opération de chauffage, ce qui peut empêcher la bande fibreuse de recoller de façon satisfaisante à la bande de support, et la bande composite d'adhérer au moule.

Comme montré sur les figures 3 et 4, le bâti 442 supportant la tête d'application de bandes comprend une plaque d'appui verticale ou plaque 440 de raidissement qui part vers le bas d'une plaque supérieure horizontale 441 fixée à l'arbre 443, des ailes verticales 439 étant soudées ou autrement fixées et s'étendant horizontalement entre la plaque d'appui 440 et la plaque supérieure 441, et des ailes arrière partant vers le bas le long de la surface latérale opposée ou arrière de la plaque d'appui afin de renforcer le bâti 442. L'ensemble 413 à tête

d'application de bande comprend des plaques latérales ou faciales gauche et droite 421 et 422, reliées rigidement parallèlement l'une à l'autre et à distance l'une de l'autre par un support 438 qui s'étend entre les plaques 421 et 422 auxquelles il est boulonné. Les plaques latérales 421 et 422 servent de bâti de support pour le mécanisme 413 de la tête d'application de bande, comme décrit plus en détail ci-après.

L'ensemble 413 à tête d'application de bandes peut pivoter sur la plaque arrière 440 au moyen d'un ensemble 433 de montage d'axe R (figure 3) qui permet à l'ensemble 413 à tête de tourner autour d'un axe R 419 (figure 4). L'axe R 419 est aligné avec l'ensemble 413 et, lorsque ce dernier est aligné avec l'axe X, comme montré sur les figures 1 et 2, il s'étend parallèlement à l'axe X et coupe centralement l'ensemble 413 à tête d'application de bandes, à proximité de sa partie la plus basse, c'est-à-dire à son intersection avec la structure 412 du moule. L'ensemble 433 de montage d'axe R comprend un bâti 434 qui comporte des barres ou chemins courbes supérieur et inférieur 435 et 436 (représentés plus clairement sur les figures 3 et 6) concentriques à l'axe R 419. L'ensemble 413 à tête d'application de bandes comporte une plaque rigide 432 de montage (figure 4) qui porte des ensembles supérieur et inférieur 417 et 418 à paliers à billes en circuit fermé, conçus pour s'accoupler avec des chemins ou pistes courbes supérieur et inférieur 435 et 436, respectivement, afin de permettre un mouvement courbe de la plaque 432 de montage par rapport aux pistes supérieure et inférieure 435 et 436 et de permettre ainsi un mouvement courbe autour de l'axe R 419 de l'ensemble 413 à tête d'application de bandes. Des actionneurs pneumatiques 447 et 448 d'équilibrage sont utilisés, comme montré, pour exercer sur l'ensemble 413 une force dirigée vers le haut et suffisante pour laisser un degré souhaité de pression sur la bande 110 pendant qu'elle est appliquée sur la surface du moule, comme décrit précédemment.

Un mécanisme 71 d'entraînement d'axe R (figure 6) comprend un servomoteur 72 à courant continu monté sur la plaque arrière ou plaque 440 de support. Une courroie crantée 73 d'axe R, reliée à une poulie 78 d'entraînement
5 solidaire du moteur 72, s'étend le long de la plaque arrière 440 et passe sur une surface menée courbe 437 de la plaque 432 de montage avec laquelle elle est en contact, et cette courroie forme une boucle autour d'une poulie correspondante 75 montée sur le côté opposé de la
10 plaque arrière 440, en alignement avec la surface 437 et le moteur 72 de commande. Une rotation de ce moteur 72 dans le sens des aiguilles d'une montre, comme montré sur la figure 6, provoque un déplacement vers la gauche du brin inférieur de la courroie crantée 73 et entraîne
15 donc un pivotement de la plaque 432 de montage et de l'ensemble 413 à tête d'application de bandes dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, sur les chemins supérieur et inférieur 435 et 436.

Comme représenté sur la figure 3, la structure
20 431 du bâti de la tête d'application de bandes est reliée à la plaque 432 de montage au moyen d'ensembles à manchons verticaux gauche et droit 423 et 424. Comme représenté également sur la figure 4, le manchon gauche 423 comprend des ensembles supérieur et inférieur 425 et 426 à manchons
25 linéaires à billes circulant en circuit fermé, qui sont boulonnés ou autrement fixés à la plaque 432 de montage. Comme représenté sur la figure 3, les manchons supérieurs gauche et droit 425 et 425' sont mobiles verticalement par rapport à des axes verticaux gauche et droit 427 et
30 428 qui peuvent se déplacer axialement à l'intérieur des manchons linéaires 425 et 425'. Comme montré sur la figure 4A, les manchons 425 et 425' sont du type semi-fermé et ils présentent, en section, des fentes verticales tournées vers l'intérieur, destinées à recevoir des
35 supports gauche et droit 458 et 459 de montage d'axes qui sont boulonnés sur les axes gauche et droit 427 et 428, respectivement. Les supports 458 et 459 de montage sont également boulonnés ou autrement fixés aux plaques

latérales gauche et droite 421 et 472, respectivement. En cours de fonctionnement, les axes 427 et 428, les supports de montage 458 et 459 et le bâti 431 de la tête d'application de bandes peuvent donc être déplacés verticalement par rapport à la plaque 432 de montage au moyen d'un mouvement vertical des axes 427 et 428 dans les manchons pour suivre de légers mouvements verticaux de la tête 413 d'application de bandes.

Comme représenté sur la figure 6, des actionneurs pneumatiques gauche et droit 447 et 448 sont reliés aux structures à manchons gauche et droit 423 et 424 et ils s'étendent vers le bas, le long des plaques latérales gauche et droite 421 et 472. Les tiges 447A et 448A des actionneurs gauche et droit, respectivement, sont reliées aux plaques latérales 421 et 472 au moyen d'équerres montées sur ces tiges et fixées aux plaques latérales gauche et droite. De l'air sous pression est introduit dans les chambres inférieures des actionneurs 447 et 448, en cours de fonctionnement, de façon à tendre à équilibrer l'ensemble 413 à tête d'application de bandes, ou à exercer sur cet ensemble une force exercée vers le haut afin de régler la pression appliquée par l'ensemble 413 sur la surface 412 du moule. Une servocommande est prévue pour détecter la position, dans la direction verticale, du bâti 431 de la tête d'application par rapport à la plaque 432 de montage et pour actionner le moteur 50 de commande d'axe Z afin de faire monter ou descendre la tête 413 et l'étrier 23 de montage de façon à maintenir les tiges 447A et 448A des actionneurs approximativement centrées sur leur plage de mouvement à l'intérieur des actionneurs 447 et 448. Ces derniers et les éléments associés constituent donc un dispositif permettant de commander le degré de pression exercée sur la bande composite 110 en s'opposant, à un degré prédéterminé, à la force exercée vers le bas par le poids de l'ensemble 413 à tête d'application de bandes.

Comme représenté sur la figure 4, l'ensemble 413 à tête d'application de bandes comprend une bobine 414

d'approvisionnement et d'alimentation en bande et une bobine réceptrice 415, ces deux bobines étant montées sur une structure à plaques rigides 416 de montage. La bande composite 110 contenue dans la bobine 414 d'alimentation comprend une bande fibreuse 17 préalablement imprégnée et une bande 112 d'appui ou de support. La bande fibreuse 19, par exemple, est une bande de largeur convenable, formée de fibres de graphite unidirectionnelles, imprégnée d'une résine époxyde non mûre. La bande ou le ruban 112 d'appui, par exemple, peut être convenablement du papier paraffiné pesant de 0,30 à 0,40 kg/m². La structure de la bande est convenablement formée sur des bobines en carton (non représentées). Comme représenté également sur la figure 6, la structure 416 à plaques est fixée parallèlement à une plaque verticale gauche 421 de support, par exemple au moyen de brides 420, cette plaque 421 étant elle-même fixée à l'axe vertical gauche 427 (figure 4) qui peut coulisser longitudinalement dans les ensembles à manchons linéaires supérieur et inférieur 429 et 430, eux-mêmes fixés, en alignement vertical, à la plaque d'appui 432.

Un mouvement suivant l'axe R de l'ensemble 413 à tête d'application de bandes peut s'effectuer autour du bâti courbe 434 (figure 6) présentant les chemins courbes supérieur et inférieur 435 et 436 et fixé à une plaque d'appui ou de montage 440 (figure 4). Cette plaque 440 part vers le bas d'une plaque supérieure horizontale 441 ; la plaque supérieure 441, la plaque 440 d'appui et la structure associée constituent le bâti 442 de support de la tête d'application de bandes. Le bâti 442 et l'ensemble 413 à tête d'application sont fixés, en totalité, à un arbre descendant 443 qui peut tourner autour d'un axe vertical C 444.

Comme représenté sur la figure 5, la bobine 414 d'alimentation est montée sur la structure à plaques 416 au moyen d'une broche ou d'un arbre 444 pouvant tourner dans un ensemble 445 à paliers logé dans un corps cylindrique 446 et s'étendant perpendiculairement

à la structure 416. Le corps 446 comporte des brides 450 lui permettant d'être boulonné ou autrement fixé à la structure 416. La bobine débitrice 414 se présente sous la forme d'un moyeu, ouvert vers l'extérieur par rapport à la structure 416 et permettant un chargement convenable d'une bobine de bande sur le moyeu cylindrique, comme indiqué en 452. Cette configuration est appropriée pour cette forme de réalisation de l'appareil, car la goulotte de guidage et le mécanisme de coupe maintiennent la bande en alignement avec la bobine débitrice 414 et les bobines réceptrices 415, et centrée par rapport à un patin 465. Des vis 451 de blocage s'étendent radialement vers l'extérieur à travers le moyeu pour permettre la fixation d'une bobine de bande sur la bobine 414. Un servomoteur 453 est monté sur la structure 416, au-dessus de la bobine réceptrice 414, et comporte un arbre 454 de commande qui fait saillie en passant dans une ouverture ménagée à travers la plaque 416. Une poulie 405 de calage est montée sur le tronçon en saillie de l'arbre 454 et est positionnée en alignement latéral avec une poulie correspondante 456 qui, elle-même, est montée coaxialement sur un arbre 444, entre la bobine débitrice 414 et le corps 46 de l'ensemble à paliers, afin de tourner avec l'arbre 444. Une courroie 460 d'entraînement est en prise avec les poulies 455 et 456 afin d'appliquer à la bobine débitrice 414 un couple de sens inverse à celui des aiguilles d'une montre, comme montré sur la figure 4. Sur la figure 4, la bobine débitrice 414 montée sur la structure 416 est convenablement positionnée en alignement à peu près horizontal avec la plaque 432 de montage (figure 4) le long du tronçon avant ou normalement orientée vers l'avant de la structure 416, et avec la bobine réceptrice 415, et un moteur correspondant 457 d'entraînement de la bobine réceptrice est monté le long de la partie arrière supérieure de la structure 416.

Comme représenté également sur la figure 4, un ensemble 462 à patin d'application est monté sur la

structure 416 à plaque, sur sa partie inférieure centrale, cet ensemble 462 comportant un bloc 463 de montage qui fait saillie vers le bas et qui est monté sur la structure 416 au moyen d'un boulon horizontal 464, le bloc de montage présentant une fente longitudinale qui s'étend perpendiculairement à la structure à plaque et qui est ouverte vers le bas afin de recevoir un patin rapporté 465 d'application, en matière à faible coefficient de frottement, par exemple en "Teflon", présentant, en section, une surface inférieure convexe. Le boulon 466, qui comporte un tronçon extrême fileté épaulé de diamètre réduit, traverse le bloc 463 de montage, avantageusement en aluminium, et l'élément rapporté 465 et est engagé dans un trou épaulé ménagé dans le bloc 463 pour permettre un mouvement oscillant limité du patin 465 autour de l'axe du boulon 466 (non représenté) de façon à suivre des irrégularités de la surface 412 du moule. Une goulotte ou un couloir 467 de guidage est monté entre les plaques 416 et 471 (figure 6), en alignement avec la bobine débitrice 414 et le patin 465 d'application. Le mouvement du patin 465 autour du boulon 466 est détecté, comme montré sur la figure 4A, par des capteurs 813 et 814 à potentiomètres linéaires, montés sur des pattes 815 et 816 qui sont fixées aux côtés gauche et droit, respectivement, du patin 465. En cours de fonctionnement, la bande 410, comprenant la bande fibreuse 19 et le ruban 112 de support, est guidée vers le patin 465 d'application par la goulotte 467 de guidage, après être passée dans le dispositif de coupe, et on s'assure ainsi que le patin 465 suit l'axe central longitudinal de la bande 410. Comme montré sur la figure 6, une plaque 469 de montage du dispositif de coupe gauche est fixée à la surface supérieure de la structure 416 et, comme montré sur la figure 4, la plaque 469 de montage s'étend le long du côté de la structure 416, entre la bobine débitrice 414 et le patin 465 d'application. Une plaque droite correspondante 470 de montage (figure 6) est fixée à la structure 471 qui s'étend parallèlement à la première

structure importante 416 à plaque. La structure 471 est fixée à une plaque verticale droite 472 de support au moyen de brides 473, la plaque verticale droite de support étant fixée à la plaque d'appui 432. Comme montré sur la figure 7, la plaque 469 de montage du dispositif de coupe gauche est boulonnée ou autrement fixée convenablement à la structure 416 afin de supporter le dispositif 474 de coupe. La bande 110, constituée de la bande fibreuse 19 et de la bande de support 112, est conduite le long du couloir de guidage à travers le mécanisme 474 de coupe vers l'ensemble 462 à patin d'application, entre un tas 478 et un corps 479 de stylet. Comme montré sur la figure 8, le corps 479 de stylet est monté de manière à pouvoir coulisser sur une première tige 481 de guidage et, comme représenté sur la figure 9, sur une seconde tige 482 de guidage parallèle à la première, les tiges de guidage 481 et 482 s'étendant le long d'un axe W 177 entre les plaques gauche et droite 469 et 470 de montage du dispositif de coupe, plaques auxquelles ces tiges sont reliées.

Le tas 478 (figure 8) comprend une plaque rectangulaire comportant des ailes 490 et 491 qui font saillie vers la gauche et vers la droite. Des blocs allongés gauche et droit 483 et 484 de guidage sont fixés aux plaques gauche et droite 469 et 470 de montage du dispositif de coupe, respectivement, et s'étendent parallèlement à la goulotte 467 de guidage (figure 7) et immédiatement au-dessus de cette goulotte, le long du trajet de la bande 110. Les blocs 483 et 484 de montage présentent des gorges longitudinales respectives 486 et 487 qui s'étendent sur leur longueur et qui sont taillées dans les surfaces tournées vers le bas de ces blocs 483 et 484. Les ailes gauche et droite 490 et 491 du tas 478 font saillie, lors de l'utilisation, dans les gorges 486 et 487 des blocs 483 et 484 de montage et présentent, en coupe verticale, une largeur quelque peu inférieure à la largeur des rainures rectangulaires 486 et 487, de manière que le tas 478 puisse se déplacer librement, à un degré

limité, dans la direction verticale, dans les rainures 486 et 487. Des ressorts hélicoïdaux gauche et droit 493 et 494 sont logés dans des trous correspondants réalisés verticalement dans les blocs de montage 483 et 484, respectivement, et ils font saillie vers le haut pour porter contre les zones les plus basses des surfaces inférieures des ailes 490 et 491. Les ressorts 493 et 494 comportent des plongeurs repoussés contre les ailes et tendant à élever le tas 478 à l'intérieur des gorges 486 et 487.

10 Un actionneur 498, électromagnétique ou pneumatique, est monté sur une plaque 499 de montage adjacente au tas 478 et placée au-dessus de ce dernier. La plaque 499 de montage s'étend entre les blocs gauche et droit 483 et 484 de montage et au-dessus de ces blocs, et elle

15 est boulonnée sur leurs surfaces supérieures, respectivement, afin de maintenir rigidement l'actionneur 498 en position. L'actionneur 498 comprend un plongeur 500 qui fait saillie vers le bas de la plaque 499 de montage, en direction du tas 478, ce plongeur 500 comportant une

20 came sensiblement cylindrique 501 qui présente une surface de came hémisphérique 502 tournée vers la surface supérieure du tas 478 afin d'exercer une pression vers le bas contre ce dernier sous l'effet de l'application d'une pression par le plongeur 500 de l'actionneur 498. Par

25 conséquent, le tas 478 est repoussé vers le bas par l'actionneur 498, en contact avec les surfaces latérales tournées vers le haut des gorges 486 et 487 lorsque l'actionneur 498 est sollicité, et il est repoussé vers le haut par les ressorts 493 et 494 lorsque la force

30 appliquée à l'actionneur 498 est réduite.

En variante, il est possible de supprimer le tas 478 en l'associant à la goulotte 467 de guidage. La goulotte prolongée de guidage évite alors d'avoir à utiliser les blocs 483 et 484 de montage, les gorges 486

35 et 487, les ailes 490 et 491, les ressorts 493 et 494 et la came 501. La goulotte prolongée de guidage présenterait cependant une surface spéciale formant tas, et le corps 479 du stylet serait repoussé vers le haut,

comme montré sur la figure 8, par un actionneur monté sur un chapeau 513 afin d'amener le stylet 508 en contact avec la surface du tas spécial.

Comme représenté de plus sur la figure 9, le corps 479 du stylet comprend un bloc coulissant 505 qui présente des alésages dans lesquels peuvent coulisser les tiges 481 et 482 de guidage, le bloc coulissant 505 de montage s'étendant longitudinalement entre les plaques gauche et droite 469 et 470 de montage. Comme montré sur la figure 8, le bloc coulissant ou curseur 505 de montage est conçu pour loger le corps mobile ou curseur 479 du stylet, de manière à lui permettre de tourner, dans un ensemble 507 à paliers d'axe D. Comme montré sur la figure 10, le curseur 505 du corps du stylet est monté de manière à pouvoir coulisser sur des première et seconde tiges parallèles 481 et 482 de guidage, montées entre les plaques gauche et droite 469 et 470 de montage du dispositif de coupe et s'étendant le long de l'axe W 177 (figure 8) pour permettre à ce curseur 505 et au corps 479 du stylet de coulisser le long de l'axe W 177.

Le corps 479 du stylet comprend plusieurs éléments qui sont fixés les uns aux autres afin de pouvoir tourner à l'intérieur de l'ensemble 507 à paliers et de positionner un stylet 508 en contact avec la bande fibreuse 19. Comme représenté sur la figure 8, ces éléments comprennent un manchon sensiblement cylindrique 509 qui est monté à l'intérieur de l'ensemble 507 à paliers afin de pouvoir tourner autour d'un axe D 181. Le manchon 509 fait saillie vers le bas du curseur 505 et sa partie en saillie est fixée coaxialement dans une plaque annulaire 510 qui s'étend radialement vers l'extérieur, au-dessous du curseur 505. Un élément annulaire 511, de section locale rectangulaire, est boulonné sur la surface inférieure de la plaque annulaire 510, coaxialement à cette dernière, et sa surface cylindrique intérieure présente des filets 512. Un chapeau ou élément annulaire rapporté 513 est vissé dans l'élément annulaire 511 et sa partie la plus basse fait saillie radialement sous la forme d'une bride

annulaire extérieure 514 qui s'étend au-delà de l'élément annulaire 511 et limite la rotation du chapeau à l'intérieur de cet élément annulaire. Comme montré sur la figure 11, le stylet 508 présente, en élévation, de préférence, la forme d'un couteau comportant des premier et second tranchants 516 et 517. Des essais ont montré que l'angle d'attaque, c'est-à-dire l'angle formé par le tranchant avant du stylet et le plan de la bande, est de préférence égal à environ 40° , et que cet angle est de préférence compris dans une plage correspondant à plus ou moins 5 % de 40° , c'est-à-dire entre 35° et 45° , cet angle pouvant plus généralement être compris entre 30° et 50° . Il est choisi afin que les fibres longitudinales de la bande 110 soient coupées. Lorsqu'il est considéré en élévation (figure 12), le stylet 508 s'effile vers le tranchant et il présente des angles β de dégagement d'environ 15° , mesurés entre l'axe central et les côtés du tranchant. Des configurations sensiblement différentes de celles décrites ci-dessus, présentant des angles de coupe supérieurs à 50 %, sont apparues comme déformant et repoussant sur le côté les fibres de la bande au lieu de les sectionner. Si l'angle du tranchant du couteau est réduit, le couteau tend à se déplacer au-dessus de la bande plutôt qu'à sectionner complètement les fibres.

Comme représenté sur la figure 8, le stylet 508 est monté à l'intérieur d'un bloc cylindrique allongé et mobile 515 qui est traversé coaxialement par un alésage 520 recevant le stylet 508, cet alésage 520 présentant des filets intérieurs destinés à recevoir une vis 521 de positionnement utilisée pour positionner le stylet 508 longitudinalement à l'intérieur de l'alésage 520. Une vis latérale 522 de blocage est vissée à l'intérieur d'un trou réalisé radialement à travers une paroi latérale du bloc mobile 515 afin de positionner rigidement le stylet 508 dans une position souhaitée à l'intérieur du bloc mobile 515. En cours de fonctionnement, le stylet 508 est positionné de manière que son tranchant fasse saillie du bloc mobile 515, sur une distance suffisante

pour entailler et sectionner la bande fibreuse 19 durant un mouvement d'axe W du bloc mobile 505 et du corps 479 du stylet. Cependant, le stylet 508 ne peut faire saillie suffisamment pour endommager ou sectionner la bande 112

5 de support. La position du stylet 508 à l'intérieur du bloc mobile 505 est réglée de façon empirique, avec la plus grande précision, au cours d'essais effectués sur la bande particulière à utiliser, car les épaisseurs, la plasticité, la structure de la matière et les résines

10 des bandes composites peuvent varier d'un lot à l'autre et différentes caractéristiques de coupe peuvent donc apparaître en cours d'utilisation réelle. Cependant, d'une façon générale, il est apparu que la distance appropriée sur laquelle la pointe du stylet fait saillie du

15 bloc mobile est en corrélation avec l'épaisseur de la bande fibreuse 19. Le bloc mobile 505 du stylet est calé dans le manchon 509 de manière à ne pas pouvoir tourner par rapport à lui au moyen d'une goupille 523 qui passe dans un trou réalisé radialement à travers le manchon 509 et qui pénètre dans une rainure longitudinale

20 correspondante ménagée dans le côté du bloc mobile 515. La partie inférieure de ce bloc mobile 515 est de diamètre réduit et présente, en son milieu, un siège 524 s'étendant radialement et tourné vers le bas. La partie

25 supérieure du capuchon ou élément rapporté 513 est également de diamètre réduit et forme un siège 525 tourné vers le haut. Un ressort à boudin 526 est monté coaxialement au tronçon de diamètre réduit du bloc mobile 515 du stylet, et ses extrémités portent contre les sièges

30 524 et 525 afin de repousser le bloc mobile 515 vers le haut à l'intérieur du manchon 509.

Lors de l'utilisation, la force de coupe exercée par le stylet 508 est réglée partiellement par le degré de pression exercé par le ressort 526 contre le bloc

35 mobile 515, et la pression peut être réglée par le positionnement, en rotation, du chapeau 513 à l'intérieur des filets 512 de l'élément annulaire. Un mouvement vertical limité du corps 479 du stylet est permis par suite

du montage coulissant du bloc mobile 515 dans le manchon 509 du corps et du fait que la goupille 523 de blocage peut coulisser par rapport au bloc mobile dans la rainure s'étendant le long de ce bloc mobile 515.

5 La surface circonférentielle extérieure de l'élément annulaire 511 forme des dents 530 destinées à engrener avec une courroie crantée ou d'entraînement 531, d'axe D. Comme montré sur la figure 9, la courroie 531 d'entraînement d'axe D engrène également avec une poulie
10 532 d'entraînement qui est fixée à l'arbre d'un servomoteur 533 d'axe D, montré plus clairement sur les figures 7 et 10. Comme représenté également sur la figure 9, le servomoteur 533 d'axe D est fixé à une plaque 534 de montage qui est boulonnée à des blocs gauche et droit
15 535 et 536 de montage eux-mêmes fixés au bloc coulissant 505 duquel ils font saillie vers le bas. Une plaque 540 de montage est fixée de manière similaire au curseur 505 afin de supporter un dispositif 541 de résolution de position d'axe D, entraîné proportionnellement à la rotation
20 du moteur 533 d'axe D et de la poulie crantée 530 d'axe D au moyen d'une courroie crantée 542 qui engrène avec des poulies 543 et 544 fixées aux arbres du moteur 533 d'axe D et du dispositif 541 de résolution de position d'axe D, respectivement. La rotation du servomoteur 533
25 d'axe D a donc pour effet de faire tourner le corps 479 du stylet (figure 7) autour de l'axe D 181 et, par conséquent, de déterminer l'angle de coupe du stylet 508 par rapport à l'axe D. La position du stylet 508 est détectée par un calculateur de commande (figure 15) au moyen de
30 signaux provenant du dispositif 541 de résolution de position d'axe D, comme décrit plus en détail ci-après.

 Comme représenté sur la figure 13, une translation du corps 479 du stylet le long de l'axe W est commandée par un moteur 545 d'axe W monté sur la plaque gauche 479
35 de montage du dispositif de coupe, au-dessus du curseur 505, le moteur 545 comportant une poulie 546 qui engrène avec une courroie crantée 547 (figure 7) qui part du moteur d'axe W, le long de la plaque 469 de montage, pour

engrener avec une poulie correspondante 550 de commande d'axe W (figure 14) montée et calée sur un arbre 551 de commande d'axe W. Comme montré plus clairement sur la figure 9, des première et seconde structures 552 et 553 de paliers sont logées dans les plaques 470 et 469, respectivement, de montage du dispositif de coupe afin de porter l'arbre 551 de commande d'axe W en lui permettant de tourner. Cet arbre 551 de commande comporte un tronçon médian fileté qui passe latéralement dans un alésage 552 traversant une partie médiane du curseur 505 du dispositif de coupe, l'arbre fileté traversant également un ensemble 553 à écrou à billes taraudé, fixé sur le côté du curseur 505, à l'intérieur d'une partie entaillée de ce curseur 505. Une rotation de l'arbre 551 de commande d'axe W dans l'écrou 553 provoque un déplacement ou mouvement latéral, suivant l'axe W, du curseur 505 et du corps 479 du stylet et, comme décrit ci-après, provoque la coupe de la bande fibreuse 19. Comme représenté plus clairement sur la figure 14, un dispositif 555 de résolution de position d'axe W comprend une poulie 556 de calage en prise avec une courroie crantée 560 qui part vers le bas pour engrener avec une poulie 561 de calage d'axe W (figure 9) montée sur un tronçon de l'arbre 551 de commande d'axe W faisant saillie au-delà de la plaque gauche 470 de montage du dispositif de coupe.

Le mécanisme de coupe est normalement mis en oeuvre pendant que la bande 110 est appliquée sur la surface du moule, c'est-à-dire pendant que la tête d'application de la bande se déplace. Cette possibilité particulière de coupe à la volée accroît la productivité de la machine.

Au cours d'une première étape de mise en oeuvre de la machine, le stylet 508 (figure 8) est monté à l'intérieur du bloc mobile 515 et la distance sur laquelle le tranchant du stylet fait saillie du bloc 515 est réglée. La pointe du stylet est de préférence réglée de manière à faire saillie du bloc 515 sur une distance à peu près égale à l'épaisseur de la bande fibreuse 19. Il est apparu avantageux, au cours d'essais, de régler ensuite manuellement le stylet 508 et de positionner avec précision la

lame pour la coupe de la bande particulière utilisée.

Au cours d'essais au banc, l'élément mobile est déplacé latéralement et transversalement à un ruban formé de la bande 110 à utiliser, et des réglages sont

5 réalisés pour éliminer l'entaillage du ruban 112 de support, qui peut résulter d'une saillie excessive du stylet 508, ou bien pour éviter une coupe insatisfai-

10 sante des fibres 19, pouvant résulter d'une saillie insuffisante du stylet 508. Le bloc mobile 515 du stylet (figure 8) est ensuite monté à l'intérieur du curseur 505 et la vis 523 de blocage est serrée. Le bloc mobile 515 est ensuite monté dans le corps 479 du stylet et le chapeau 513 est serré dans les filets 512 pour exercer une certaine pression contre le bloc mobile 515.

15 L'essai se poursuit ensuite en portant sur le réglage de la pression de coupe exercée par le stylet, cet essai consistant à couper des tronçons de bande 110 en fonctionnement réel de la machine, puis à régler la pression exercée sur le stylet 508 par une rotation, par le

20 bord, du chapeau 513 dans les filets 512 jusqu'à ce que l'on obtienne de façon constante uniquement une coupe de la bande fibreuse 19, sans détérioration de la bande 112 de support. La position en rotation du chapeau 513 peut être commodément marquée par des moyens d'indication

25 situés sur le chapeau 513 et l'élément annulaire 511.

Lors du montage d'une bande composite 110 sur la machine, un rouleau de bande 110 est placé sur la bobine débitrice 414, comme montré sur la figure 5, et un tronçon avant de la bande est tiré du rouleau de

30 bande 110 le long de la goulotte 467 de guidage, entre l'ensemble 479 à stylet et le tas 478, puis sous le patin 462 d'application, et la bande 112 de support étant séparée de la bande composite 19 et tirée autour de la bobine réceptrice et collée au moyen d'un adhésif sur cette

35 bobine réceptrice 415 afin d'être récupérée. A ce stade, les moteurs 453 et 457 (figure 4), entraînant la bobine débitrice 414 et la bobine réceptrice 415, sont mis en marche pour exercer des couples de réaction ou

d'équilibrage sur la bobine réceptrice 415 et sur la bobine débitrice 414 afin d'appliquer une certaine tension à la bande 110 et au tronçon de bande 112 de support s'étendant au-delà du patin 462 d'application. Ces forces d'équilibrage sont de préférence sensiblement égales afin que la bande 110 reste immobile en l'absence de toute force extérieure tendant à la déplacer. On applique un couple suffisant pour tendre et maintenir la bande 110 et la bande 112 de support tendues entre la bobine réceptrice 415, le patin 462 et la bobine débitrice 414.

La position des éléments mobiles par rapport aux divers axes, c'est-à-dire l'axe X, l'axe Y, l'axe C, l'axe D et l'axe W, est ensuite étalonnée à l'aide des commandes d'une machine Allen Bradley 278 (figure 1). A cet effet, on déplace l'ensemble 413 à tête d'application de bandes et des éléments du dispositif de coupe 474 vers des positions connues, c'est-à-dire des positions de "repos", et on étalonne le dispositif de commande de la machine Allen Bradley 278 par réglage des commandes lorsque les mécanismes commandés sont dans leur position de repos. A titre d'exemple de procédé d'étalonnage du dispositif de résolution de position par rapport au dispositif de commande, un interrupteur de fin de course d'axe W est placé sur un premier côté du curseur 505 (figure 9), cet interrupteur de fin de course étant un microcontact normalement ouvert qui, lorsque le curseur 505 porte contre lui, transmet un signal indiquant que la position de repos d'axe W se trouve immédiatement à l'extérieur du bord de la bande. Le microcontact est positionné pour fournir au dispositif de commande une indication grossière de cette position. Ensuite, un réglage fin du dispositif de résolution 555 d'axe W (figure 14) peut être effectué par rotation manuelle du dispositif de résolution après desserrage des vis de blocage à l'intérieur de sa poulie de montage, pour mettre avec précision à zéro la commande d'axe W au bord de la bande. Cette indication de position est

introduite dans le calculateur, comme décrit plus en détail ci-après dans la partie concernant le système de commande, afin que ce dernier produise une instruction de commande à un instant approprié pour mettre en oeuvre

5 l'actionneur 498 (figure 8) afin de tendre à déplacer vers le bas le tas 478 contre le stylet 508 de coupe lorsque l'on souhaite commencer la coupe du ruban fibreux 19. La pression exercée contre le tas 478 par la came 501 fait descendre ce tas 478 contre la pression des

10 ressorts 493 et 494 jusqu'à ce qu'il entre en contact avec les parois, tournées vers le haut, des rainures 486 et 487 à travers lesquelles les ressorts 493 et 494 passent, ce qui amène le tas 478 dans une position connue par rapport au curseur 505 et à l'ensemble 479 à stylet.

15 Le moteur de commande d'axe W est ensuite mis en marche, la rotation de ce moteur 545 (figure 13) provoquant une rotation de la bille 550 et de l'arbre fileté 551 d'axe W à l'intérieur de l'ensemble fileté 553 à paliers à billes en circuit fermé, ce qui a pour effet de déplacer

20 l'ensemble 479 à stylet transversalement à la bande 110. La vitesse du mouvement suivant l'axe W n'est pas apparue critique en ce qui concerne l'efficacité de la coupe, et des vitesses atteignant 45,75 m/min, transversalement à la bande, ont été expérimentées sans effet nuisible.

25 L'application de la bande fibreuse 19 sur la surface 412 du moule s'effectue par la mise en marche des servomoteurs d'axes X et Y et de dispositifs de réaction de position de manière à provoquer une translation de la tête d'application de la bande au-dessus de

30 la surface 412 du moule, suivant un trajet X-Y souhaité, tandis que la tête d'application est également positionnée dans la direction verticale par le servomoteur d'axe Z et le dispositif de réaction de servocommande d'axe Z et dans la direction radiale par le servomoteur d'axe R

35 et le dispositif de réaction de servocommande d'axe R, afin que la bande fibreuse 19 s'étendant au-dessous du patin 462 d'application soit plaquée sous une pression sensiblement constante, telle que définie par le réglage

des cylindres 447, 448 d'équilibrage, contre la surface 412 du moule. Le poids de la tête 413 d'application de la bande ne s'exerce pas totalement sur la bande 110, mais il est réduit par la force d'équilibrage exercée
5 par les actionneurs pneumatiques 447 et 448 d'équilibrage (figure 6). Le mouvement de la tête dans le plan X-Y tandis que la bande 110 est appliquée contre la surface fixe 412 du moule engendre une force linéaire dans la bande 110, cette force tendant à vaincre le couple de
10 réaction exercé par le moteur 453 de la bobine débitrice et à dévider la bande de la bobine débitrice 414 ; la bobine réceptrice 415 est alors entraînée par son servomoteur 457 pour enrouler la bande 112 de support. Sous l'action du dispositif de commande, la tête 413 d'appli-
15 cation de la bande parcourt le moule suivant des axes vectoriels X-Y qui sont parallèles entre eux et espacés les uns des autres d'une distance égale à la largeur de la bande particulière utilisée. La bande est coupée suivant une ligne vectorielle appropriée afin que le
20 tronçon de bande 110 ait son extrémité située sur le moule, contiguë au bord de la pièce formée. Ceci est réalisé par le dispositif de commande comme décrit ci-après. Après chaque passage au-dessus de la surface du moule, la tête d'application de la bande est tournée de 180°
25 autour de l'axe C, et cette tête 413 est ramenée en sens opposé au-dessus du moule, suivant un trajet parallèle, mais espacé sur le côté, au dernier tronçon de bande fibreuse 19 collé sur le moule 412.

Il convient de noter que lorsque l'on souhaite
30 couper la bande perpendiculairement, le mouvement du portique dans le plan X-Y est arrêté lorsque la tête 413 d'application de la bande atteint une position située à une distance prédéterminée du bord du moule de la structure composite à fabriquer. Le moteur entraînant
35 le portique suivant l'axe Y et le moteur l'entraînant suivant l'axe X étant arrêtés, la tête est immobile et le moteur d'axe W est mis en marche pour couper la bande 110 perpendiculairement ou normalement à son axe

longitudinal. Cependant, comme indiqué précédemment, la coupe de la bande peut s'effectuer à la volée s'il est possible d'effectuer une coupe oblique.

L'opération de pose de la bande est commandée
5 par un système de commande numérique à calculateur ou
ordinateur utilisant un ensemble de commande numérique 600.
Cet ensemble ou système 600 de commande, montré schématiquement sur la figure 15, comporte avantageusement une
10 interface 601 à contrôleur programmable, faisant partie
intégrante du calculateur, qui reçoit des signaux de
plusieurs interrupteurs de fin de course et de transducteurs,
comme décrit. L'interface 501 à contrôleur programmable
correspond à un relais électromécanique ou un dispositif
de comptage à horloge équivalent, effectuant des fonctions
15 logiques de détection et de génération. L'utilisation de
l'interface 601 à contrôleur programmable et du programme
logiciel associé est préférée pour sa souplesse de programmation et la suppression des problèmes de maintenance
et de fiabilité posés par les dispositifs logiques à
20 relais électromécaniques.

Un exemple d'une telle machine à programmation
interne est la machine produite par la firme Allen
Bradley Corporation sous le type "7320", comportant un
module de commande d'entrée/sortie 602 d'axe majeur
25 qui possède suffisamment de canaux de sortie pour assurer
la commande de position des servomoteurs de positionnement
suivant les axes majeurs (c'est-à-dire les servomoteurs
280, 284, 36, 533 et 545 associés aux axes X, Y, C, D et
W) et suffisamment de canaux d'entrée pour leurs unités
30 correspondantes de réaction à transducteurs de position,
c'est-à-dire les dispositifs de résolution 281, 285,
40, 541 et 555 correspondant aux axes X, Y, C, D et W.
Ces moteurs de positionnement sont commandés par le
système de commande 600 en ce qui concerne leur position
35 et leur vitesse, en fonction d'un programme de séquence
d'exécution de positions (communément appelé "programme
partiel") qui est fourni convenablement sur une bande
perforée à huit trous, introduite dans une unité 603 de

traitement du calculateur au moyen d'un lecteur de bande pour la configuration demandée pour la pièce concernée. En variante, des ordres de commande de positions peuvent être introduits au moyen du clavier intégré au système

5 de commande numérique Allen Bradley, avec action prioritaire sur une partie ou la totalité du programme partiel ou bien, si une mémoire supplémentaire est nécessaire, une unité de soutien telle qu'un système à calculateur du type "Apple II" peut être intégrée au clavier Allen

10 Bradley pour offrir une capacité de mémoire supplémentaire.

Des modules auxiliaires 604 de commande d'entrée/sortie permettent de contrôler des dispositifs numériques supplémentaires et auxiliaires de détection de positions et de commander les servomoteurs des axes Z et R pendant

15 le positionnement initial de la tête 413 d'application de bande en contact avec la surface 412 du moule, et pour commander également l'application d'énergie aux servomoteurs 457 et 453 des bobines débitrice et réceptrice, respectivement, par exemple. Ces fonctions de commande

20 de positions n'ont pas à être commandées de façon continue par le calculateur interne ou le circuit 603, mais elles peuvent être commandées plus aisément et plus économiquement par des dispositifs adaptatifs de réaction, tels que représentés par le circuit adaptatif extérieur

25 605 de commande (figures 15, 16 et 17) lorsque le système 600 de commande est en mode de commande adaptative. Ce système de réaction adaptative, décrit ci-après, est conçu pour commander automatiquement les mouvements suivants les axes Z et R, comme décrit ci-après indépendamment

30 de la commande exercée par le système 600. D'autres entrées appliquées au système 600 de commande peuvent comprendre, par exemple, des signaux provenant d'interrupteurs de position ou de fin de course détectant une position d'éléments en dépassement de course et/ou en

35 position "de repos" suivant l'axe W, l'axe Z, l'axe C, l'axe R, l'axe X et l'axe Y, comme souhaité.

La commande continue suivant les axes principaux s'effectue conformément à un programme résidant dans

le processeur 603 de la mémoire du calculateur, en coopération avec le programme de commande de séquence d'exécution de positions (programme partiel) introduit dans la mémoire du calculateur au moyen du clavier intégré à la machine ou du lecteur de bande, conformément aux techniques de programmation communément utilisées dans ce domaine. Le positionnement dans l'axe Z et dans l'axe R est également commandé par le processeur 603 par l'intermédiaire de modules auxiliaires 604 de commande d'entrée/sortie, mais uniquement pour effectuer un positionnement initial ou en cours à l'aide des servomoteurs 50 et 72 des axes Z et R.

Comme montré sur la figure 15, les circuits d'interface 601 de la commande du calculateur et les dispositifs 602 d'entrée et de sortie de positions sont montrés comme étant connectés à des dispositifs d'entrée tels que les dispositifs de résolution de position 281, 285, 40, 541 et 555 pour les axes X, Y, C, D et W, lesquels dispositifs de résolution de position sont associés mécaniquement aux servomoteurs 280, 284, 36, 533 et 545 correspondant à ces axes. Des interrupteurs d'indication de positions sont commodément des interrupteurs normalement ouverts, comme représenté à titre d'exemple, par l'interrupteur 606 de fin de course.

Le mouvement suivant l'axe Z et le mouvement suivant l'axe R sont commandés alternativement par le dispositif 605 de commande adaptative (figures 15, 16 et 17) appelé dispositif de poursuite automatique, pendant le mouvement de la tête 413 d'application de bande le long de la surface 412 du moule, et par une commande de mouvement global et initial pendant l'approche du moule. Les capteurs sont montés dans la tête 413 d'application afin de détecter le mouvement du patin 465 d'application autour de l'axe R par rapport à la tête 413 d'application, et un capteur d'axe Z, monté sur la plaque 432 de soutien pour détecter la position relative de la tige 447A de l'actionneur, est destiné à produire des signaux d'entrée en fonction du mouvement du patin 465 suivant

l'axe Z et du bâti de support par rapport au bâti de la tête 413 d'application de la bande. Les informations de poursuite automatique transmises au système 600 de commande sont des signaux analogiques qui sont reçus
5 dans le circuit de commande adaptative 605, qui est un circuit de commande analogique/numérique destiné à recevoir des signaux d'entrée représentant une information de position, c'est-à-dire une position suivant les axes Z et R, pour effectuer une normalisation adaptative de cette position
10 suivant les axes Z et R par rapport à un plan normal à la surface du moule lorsque la commande des axes Z et R est en mode opérationnel adaptatif. En variante, le circuit 605 reçoit des ordres de positions Z et R initiales ou en marche par l'intermédiaire de la console
15 604 de commande. Les ordres de validation/inhibition de la bobine débitrice 414 et de la bobine réceptrice 415 proviennent de la console 604, à la suite de signaux de commande provenant du processeur 603 du calculateur, tels que définis par le programme résident de commande
20 des fonctions auxiliaires. Les signaux analogiques de sortie, d'une tension et d'une polarité convenables, sont transmis par le circuit 605 de commande adaptative aux contrôleurs respectifs des servomoteurs comprenant, par exemple, des amplificateurs 610 et 611 à courant
25 continu pour les moteurs 453 et 457, respectivement, des bobines débitrice et réceptrice. De la même façon, des signaux analogiques de sortie, de polarité et d'amplitude appropriées, sont destinés aux contrôleurs des moteurs d'axes Z et R pour les servomoteurs 50 et 72 correspondant
30 à ces axes. Les sorties du module 602 d'entrée/sortie sont connectées pour transmettre les signaux analogiques d'amplitude et de polarité appropriées à des contrôleurs de moteurs à amplification de courant continu pour l'alimentation des servomoteurs 290, 291, 292, 293, 294
35 et 295 correspondant aux axes X, X', Y, C, D et W.

Comme décrit brièvement dans la partie ci-dessus concernant la mise en marche initiale de l'appareil, au cours de l'exécution initiale d'une séquence normale

d'ordres de commande, la tête d'application de la bande et les éléments associés sont placés dans les positions de repos des axes X, Y, C, D et W pour l'établissement d'un étalonnage initial de référence à l'intérieur de la mémoire 615 du calculateur, étalonnage auquel se réfèrent ensuite tous les ordres. A ce moment, un programme partiel ou programme de commande d'une séquence d'exécution de positions présélectionnées est exécuté. Un exemple de programme partiel est donné ci-après, ce programme étant avantageusement utilisé pour la réalisation d'une pièce de configuration rectangulaire au moyen de tronçons de bande posés suivant un trajet formant un angle de 45° avec l'axe X. Cet exemple porte sur un programme partiel typique et il montre les étapes nécessaires pour poser un tronçon de bande composite sous un angle de vecteur de 45° par rapport à l'axe X, et pour cisailer l'extrémité du tronçon de bande sous un angle de 45°.

Le premier ordre de la séquence informe la machine de positionner la tête 413 d'application de bande au-dessus du moule 412 pour poser le tronçon initial de bande composite 110.

N1	FO X372,21 Y216,75	WO C315 D135
N1		Numéro de séquence d'exécution du programme
25	FO	Vitesse de tous les axes pour l'exécution à une course rapide (30,45 m/min pour les axes X, Y et W, 3600°/min pour le positionnement de l'axe C et de l'axe D)
30	X372,21	Axe X à 372,21 cm de la position de repos
	Y216,75	Axe Y à 216,75 cm de la position de repos
	WO	Axe W à 0,000 (position de repos)
35	C315	Axe C à +315,000° de la position de repos
	D135	Axe D à +135,00° de la position de repos
40	N2 MO4 --	fait descendre l'axe Z jusqu'à la surface 412 du moule et empêche la poursuite de l'exécution de la séquence jusqu'à ce que l'axe Z soit en contact avec le plan (c'est-à-dire la surface 412 du moule) et ait pris

un statut de commande adaptative avec l'axe R.

N3 F600 X380,49 Y224,76 -- positionne l'axe X&Y suivant

5 un vecteur de 45° pour une distance linéaire de 11,70 cm à une vitesse de 1524 cm/min (les 11,70 cm sont la distance "d'entrée", à la fin de laquelle la séquence d'ordres pour le cisaillement de la bande 110 est effectuée).

10 N4 F450 W8,13 X386,23 Y230,51 MO7 -- fait avancer le tas et cisaille la bande sous un angle de 45° sur 8,13 cm, à une vitesse de 1143 cm/min.

N5 MO6 -- rétracte le tas

15 N6 F600 X401,3 Y245,86 MO3 -- achève le transfert des dimensions et exécute MO3 (élévation de l'axe Z d'environ 7,6 cm au moyen de l'horloge de la commande numérique à calculateur)

20 N7 FO X401,3 Y257,75 C135 WO D45 -- indexe les positions des axes Y, C, D et W à une course rapide et prépare la pose du tronçon adjacent suivant de bande

N8 (etc. - continue la pose des tronçons suivants de bande
25 comme indiqué ci-dessus)

L'étape N2 commande la mise en oeuvre du dispositif de commande adaptative pour les axes Z et R.

L'étape N3 est l'ordre de début demandant à la tête 413 d'application de la bande de se déplacer dans
30 l'axe X-Y sur la distance demandée pour poser le tronçon initial de bande 110 jusqu'à une position dans laquelle la séquence de coupe de la bande doit être déclenchée. Une longueur d'avance de 25,65 cm, par exemple, est nécessaire pour parcourir la distance comprise entre le
35 patin 462 d'application et le dispositif de coupe 474.

L'étape N4 est l'ordre réel de la séquence de coupe, au cours de laquelle la vitesse suivant l'axe X-Y est réduite, mais non annulée, pendant que la bande est coupée par un déplacement du stylet 508 suivant l'axe W.

40 Comme représenté sur la figure 15, après que le circuit 605 a reçu les ordres de positions initiales ou en marche d'axes Z et R par l'intermédiaire de la console 604 de commande, les capteurs de poursuite

automatique suivant les axes Z et R doivent être placés en position de "repos" suivant les axes Z et R pour établir un point initial de référence. Le procédé utilisé pour établir ces points de référence doit être suivi

5 pour commencer chaque nouveau moule ou chaque moule différent 412 et il est relativement aisé à suivre et à achever.

Le servomoteur d'axe Z est actionné pour amener la tête 413 d'application de bande en contact avec le moule 412. Le capteur de position est ensuite étalonné ou mis à

10 zéro pour correspondre au point exact de contact entre le patin 465 d'application et la surface 412 du moule. Dans cette position d'étalonnage, le poids de la tête d'application est exactement équilibré par les cylindres 447 et 448. La bande serait alors appliquée en n'étant

15 soumise à aucune pression. Dans cette position, la tête d'application de la bande peut également être conçue pour être utilisée pour l'essai et la vérification d'une surface profilée. En variante, l'équilibrage réalisé par les cylindres 447 et 448 est réglé pour permettre

20 l'application d'une pression préalablement choisie sur la bande lorsqu'elle est appliquée sur le moule 412, cette pression correspondant au poids de la tête 413 d'application qui n'est alors pas contrebalancé. A cette pression préalablement choisie, le ou les capteurs de poursuite

25 automatique suivant l'axe Z sont étalonnés à zéro.

Pour régler le capteur d'axe R, il est préférable d'effectuer un ajustement qui correspond à la même position exacte que celle à laquelle le capteur d'axe Z a été réglé. A cet effet, les capteurs d'axe R sont

30 étalonnés ou mis à zéro lorsque la tête 413 d'application pivote autour du point de contact entre le patin 465 et la surface du moule.

Une fois que les capteurs d'axes Z et R sont étalonnés, la tête 413 d'application de bande est prête

35 à entrer en fonction. Lorsque cette tête 413 est déplacée au-dessus du profil de la surface 412 du moule, les servomoteurs 280, 284, 36, 533 et 545 correspondant aux axes X, Y, C, D et W sont commandés par le programme contenu

dans le calculateur Allen-Bradly. Les servomoteurs 50 et 72 des axes Z et R sont commandés indépendamment par les capteurs adaptatifs du suivi automatique. Les capteurs identifient des changements du profil du moule tels

5 qu'indiqués par la position de décalage des patins 465 d'application de la bande par rapport à la position de repos ou position zéro, et ils indiquent au servomoteur approprié la réaction permettant de ramener le patin en position de repos ou position zéro. Divers capteurs peu-

10 vent être utilisés dans le dispositif de suivi automatique. Par exemple, il est possible d'utiliser une commutation directe, par exemple à l'aide d'interrupteurs de fin de course, pour indiquer le changement de position de la tête 413 ; des capteurs différentiels à pression d'air

15 peuvent être utilisés pour indiquer le changement de position, ou bien, le dispositif préféré utilise une série de potentiomètres, par exemple des transducteurs positifs linéaires de 10 kilohms, du type "Bairns" à course de 57 mm, portant, dans le catalogue, le n° 80294-2001085016.

20 L'axe Z utilise, dans cette forme de réalisation un seul transducteur qui doit être choisi pour suivre les variations verticales maximales de la surface 412 du moule à parcourir. Par exemple, le transducteur Bairns indiqué peut suivre une variation maximale, dans chaque direction,

25 de 28,6 mm si le point zéro est choisi avec soin, ou bien une variation totale de 57 mm. Une fois étalonné ou mis à zéro, le transducteur suit l'utilisation et la course de la tête 413 d'application lorsqu'elle travaille contre la force du cylindre d'équilibrage. De façon similaire,

30 cette forme de réalisation utilise, pour l'axe R, deux capteurs montés de part et d'autre des patins 465 d'application, comme montré sur la figure 4.

Le capteur 401 d'axe Z est monté fixement sur la plaque 432 de support et il comporte une tige mobile

35 402 qui s'étend vers le bas en direction de l'aile 403 à laquelle est reliée la tige 447A de commande du cylindre pneumatique 447 d'équilibrage. Un ressort extérieur maintient la tige 402 du capteur en contact avec l'aile 403

de manière qu'un mouvement de l'ensemble 462 à patin et des éléments associés, en particulier le patin 465, par rapport à la plaque 432 d'appui provoque un déplacement de la tige 402 du capteur lorsque la tête 413 et le patin 465 sont abaissés en contact avec le moule 412.

5 Comme représenté sur la figure 15, le capteur 401 d'axe Z comprend un potentiomètre à translation pouvant générer un signal de tension analogique par son curseur, ce signal étant proportionnel au déplacement vertical de la tige

10 402 du capteur en réponse à un mouvement vertical des éléments de la tête mobile d'application de bande, par exemple la plaque verticale gauche 421 de support, la structure 416 à plaques de montage, la plaque verticale droite 472 de support, lorsque la tête 413 est en contact

15 avec la surface 412 du moule. Comme représenté sur la figure 16, le capteur 401 d'axe Z, tel que montré schématiquement, comporte des sources de potentiels positif et négatif de 5 volts connectées aux deux bornes de la résistance du potentiomètre. La sortie de l'élément mobile

20 (curseur) est reliée par un conducteur 700 à l'entrée directe d'un amplificateur opérationnel 701 à transistors à effet de champ à l'entrée et transistors bipolaires à effet de champ en sortie, ayant des entrées à impédance élevée et utilisé dans ce cas comme amplificateur de

25 courant à gain égal à l'unité. Un condensateur 702 est monté en série entre le conducteur 700 et la masse pour éliminer par filtrage les signaux transitoires de tension et les parasites électriques du conducteur 700.

Les signaux de sortie de l'amplificateur 701

30 de courant à gain unitaire sont transmis par un conducteur 704 à l'entrée d'inversion d'un amplificateur opérationnel 705 à transistors à effet de champ en entrée et en sortie, utilisé comme amplificateur différentiel de tension pour produire un signal de tension proportionnel aux signaux

35 de sortie de tension dérivés du capteur 401 à potentiomètre d'axe Z. L'entrée directe de l'amplificateur 705 est connectée à une source réglable de potentiel 707 comprenant un potentiomètre dont l'élément résistif est

monté entre des sources de potentiels positif et négatif afin qu'un opérateur, en réglant le potentiomètre 707, puisse ajuster le potentiel appliqué à l'entrée directe de l'amplificateur opérationnel 705. Ce réglage permet
5 à l'opérateur de régler le signal de sortie décalé en courant continu de l'amplificateur 705 afin qu'il corresponde au point de contact du patin 465 avec le moule 412 pour le dispositif de suivi adaptatif.

Les tensions de sortie de l'amplificateur
10 opérationnel 705 peuvent donc être ainsi réglées proportionnellement aux translations successives des positions des parties mobiles de la tête 413 d'application de bande. Les signaux de sortie sont transmis par l'intermédiaire du potentiomètre 703 et d'un conducteur 706 à un disposi-
15 tif 713 de commutation analogique. Le dispositif 713 est un dispositif de commutation analogique à semi-conducteurs, équivalent à un commutateur unidirectionnel et unipolaire. La sortie du commutateur analogique 713 est reliée par un conducteur 708 à un conducteur 709
20 de commande qui aboutit finalement à un amplificateur opérationnel 710 également utilisé comme amplificateur opérationnel à gain unitaire, puis à une sortie 711 qui est connectée à l'amplificateur de puissance ou contrôleur 712 du moteur d'axe Z (figure 15) afin de commander le
25 servomoteur 50 d'axe Z. Comme représenté sur la figure 15, un conducteur 711 est monté entre un circuit 605 de commande adaptative et le contrôleur 712 de puissance d'axe Z qui, lui-même, commande le servomoteur 50 d'axe Z.

30 Un potentiomètre 703 réglé manuellement et monté en série entre le conducteur 706 et la sortie de l'amplificateur opérationnel 705 permet de régler le niveau de sortie de l'amplificateur 705 et donc d'atténuer les signaux de tension reçus de l'amplificateur 705 pour
35 atténuer, si cela est souhaité, la réponse du servomoteur 50 d'axe Z à ces signaux de l'amplificateur 705. Le potentiomètre 703 permet un "réglage fin" de la réponse pendant l'opération automatisée de suivi du profil en

fonction des variations du profil de la surface 412 du moule, afin d'empêcher tout retard de la réponse en position, ou, inversement, une compensation excessive des variations de la surface 412 du moule.

5 Le canal principal de commande adaptative d'axe Z ayant été décrit, on se réfèrera à présent à la figure 16. Un autre potentiomètre 720 de tension de référence, analogue au potentiomètre 707 de tension de référence, est destiné à établir une tension réglable
10 de référence à l'entrée d'inversion d'un comparateur 721 de tension. Ceci permet à l'opérateur de régler la tension de référence telle que détectée par le comparateur 721, afin qu'elle corresponde au point auquel l'axe Z effectue un suivi adaptatif une fois que le patin 465 est entré
15 en contact avec le moule 412. L'entrée directe du comparateur 721 est connectée séquentiellement par un conducteur 722 et le conducteur 704 à l'amplificateur 701 de courant à gain unitaire afin de recevoir le niveau de tension (représentatif de la position suivant l'axe Z) de cet
20 amplificateur. Le signal de sortie du circuit comparateur 721 est un signal numérique représentatif du contact avec le plan du moule 412 par le patin 465 d'application. Un condensateur 723 de filtrage est monté entre la sortie du potentiomètre 720 et le comparateur de tension
25 analogique 721. Le signal de sortie du comparateur 721 est transmis par un conducteur 725 et un circuit de réaction à hystérésis. Le circuit à hystérésis comprend une résistance 730 montée en série entre l'entrée directe et la sortie du comparateur 721 de tension, ainsi qu'une
30 résistance 731 montée en série entre l'entrée directe du comparateur 721 et le conducteur 722 pour établir ainsi un rapport 1 à 10 de l'hystérésis de réaction ou de contre-réaction aux bornes du comparateur 721 de tension, empêchant ainsi toute oscillation importante du signal
35 de sortie. En l'absence du circuit de réaction à hystérésis la tension de sortie du comparateur 721 tendrait à osciller lorsque ses tensions d'entrée approchent ou se stabilisent au point de commutation de seuil d'égalité.

Le circuit d'hystérésis, ainsi qu'il est évident à l'homme de l'art, ajoute ou soustrait une tension à l'entrée directe du comparateur 721 pour empêcher toute commutation oscillante et pour empêcher toute commutation jusqu'à ce que l'amplitude de la tension appliquée à l'entrée directe soit notablement supérieure à la tension de référence de seuil. Un rapport 10 à 1 est apparu efficace, dans le circuit selon l'invention, car un niveau élevé d'hystérésis est préféré.

10 Le potentiomètre 720 peut être réglé par un opérateur pour qu'il soit possible d'ajuster le degré d'enfoncement du plongeur du potentiomètre 401 nécessaire pour produire le signal numérique de sortie qui, sur le conducteur 725, représente une condition "sur plan".
15 Le conducteur 725 de sortie est connecté par un inverseur 735 à une porte NON-OU 732 utilisée comme porte NON-ET dont l'autre entrée provient, par l'intermédiaire d'un conducteur 733, d'une section 734 de circuit à commande manuelle, décrite ci-après. Le signal de sortie du circuit comparateur 721 de tension est inversé par l'inverseur 735 monté en série avec la porte NON-OU 732, afin qu'un signal négatif ou signal "logique zéro", appliqué par l'intermédiaire de la porte NON-OU 732, valide normalement le commutateur analogique 713, permettant au
20 signal différentiel d'axe Z, provenant du conducteur 706, d'être transmis par les conducteurs 708, 709 et un tampon 710 au contrôleur 712 de puissance d'axe Z (figure 15) et au servomoteur 50 (figure 15).

Une section 740 de circuit de commande à transistors (figure 16) est également connectée par un conducteur 726 à la sortie du comparateur 721 de tension, ce circuit 740 servant à générer un signal numérique de sortie pour le calculateur 603 de la commande numérique, ce signal indiquant qu'un contact a été réalisé avec le plan du
30 moule. Le conducteur 726 est connecté à la base d'un transistor NPN 741 dont l'émetteur est relié à la masse et dont le collecteur est connecté à une borne d'un relais 742 ayant son autre borne reliée à une source 743

d'alimentation à 24 volts. Lorsque le transistor 741 est rendu conducteur par le signal provenant du comparateur 721, le relais 742 est excité afin que des contacts de ce relais 742 se ferment pour appliquer le potentiel de 24 volts à une borne de sortie 744. Cette borne 744 de sortie du relais est reliée, pour des raisons de commodité, au panneau de bornes d'entrée/sortie 604 (figure 15) duquel proviennent les signaux d'entrée destinés au calculateur 603 de traitement. La section 740 de circuit de commande servira donc à transmettre au calculateur 603 un signal "sur plan" pour informer le calculateur que la commande adaptative du positionnement d'axe Z est à présent en action.

Le signal de sortie du potentiomètre 401 du capteur de suivi automatique est appliqué au circuit 605 de détection de suivi automatique (figure 15) qui comprend globalement l'amplificateur opérationnel 705, le comparateur analogique 707 de tension et un circuit associé tel que décrit précédemment (figure 16) pour suivre automatiquement le profil du moule 412 lorsque la tête 413 d'application de bande parcourt le moule 412 en appliquant la bande 110. En variante, un signal provenant de la commande numérique à calculateur (dérivé du programme partiel) ou un signal de commande manuelle de la position de l'axe Z provient du calculateur 603 de traitement, par l'intermédiaire du panneau 604 d'entrée/sortie, afin de permettre une commande initiale ou grossière de l'axe Z et de permettre une intervention manuelle prioritaire sur le suivi automatique du profil ou le "suivi automatique", dans certaines conditions, comme décrit ci-après. Seul un signal provenant de la commande numérique à calculateur correspondant à un ordre "élévation Z", peut avoir priorité sur le signal d'entrée de suivi automatique (dérivé du potentiomètre 401) pour la commande d'axe Z. Il en est évidemment ainsi pour des raisons de sécurité, afin d'empêcher tout mouvement de descente de la tête 413 d'application de bande risquant de détériorer certaines parties de cette tête 413.

Le calculateur 603 de la commande numérique est connecté à des première et seconde bornes d'entrée d'ordre d'élévation de l'axe Z et d'abaissement de l'axe Z, ces bornes étant indiquées en 750 et 751 sur la figure 16 et étant connectées à des relais respectifs 752 et 753 ayant des contacts bipolaires à deux directions. Les contacts représentés sur la figure comme contacts "supérieurs" des commutateurs 754 et 755 des relais 752 et 753, respectivement, sont connectés par des conducteurs 756 et 757, respectivement, aux entrées d'inversion et directe d'un amplificateur opérationnel différentiel 760 dont la fonction est de générer un signal de commande de polarité et d'amplitude données destiné à la commande finale du servomoteur 50 d'axe Z. Un générateur 763 de tension analogique en dents de scie (et un générateur analogue 764 de tension en dents de scie, connecté aux contacts 757 du second relais) est destiné à modifier les signaux à appliquer au servomoteur 50 afin de filtrer la réponse. Si l'on considère le circuit 761 et si l'on suppose que les contacts 754 sont normalement ouverts, un condensateur 763 est normalement déchargé vers la masse par l'intermédiaire d'un conducteur 765, des contacts 754, d'un conducteur 766 et d'une résistance 767. Lors de l'excitation du relais 752, le condensateur 763 est chargé par le courant passant par les contacts 754 qui relie un conducteur 768 et une résistance 769 à une source 770 de potentiel positif de +5 volts. Ainsi, le potentiel présent sur le conducteur 768 commence à s'élever lors de l'excitation du relais 752, avec une constante de temps RC qui dépend des valeurs du condensateur 763 et de la résistance 769, ce qui a pour effet un accroissement du potentiel appliqué à l'entrée d'inversion de l'amplificateur opérationnel différentiel 760. Il en résulte l'apparition d'une tension négative à la sortie de cet amplificateur 760, laquelle tension est proportionnelle au signal positif reçu par le conducteur 756, afin d'actionner, à l'aide d'un niveau de puissance croissant initialement, le servomoteur 50 d'axe Z pour faire monter ainsi la tête 413 d'application

de la bande. Si les résistances 767 et 769 sont de valeurs égales comme c'est le cas dans le circuit décrit, à la suite d'une inversion de la position du contact 754 du relais, la tension de sortie présente sur le conducteur

5 756 diminue au même rythme qu'elle s'est élevée lors de la fermeture initiale du contact 754, amenant le moteur 50 d'axe Z à l'arrêt sur une période de temps souhaitée. Le signal de sortie reçu du second commutateur analogue 762 travaille conjointement avec les signaux arrivant par

10 les contacts 755 pour appliquer des signaux de commande similaires à l'amplificateur opérationnel différentiel 760, signaux qui, du fait qu'ils sont appliqués à l'entrée directe, engendrent des signaux de sortie d'une polarité opposée et provoquent donc l'entraînement du servomoteur

15 50 d'axe Z en sens opposé pour faire descendre la tête 413 d'application de la bande.

Des premier et second circuits 771 et 772 de réaction de gain d'amplificateur, montés mutuellement en parallèle, sont connectés en série entre les bornes de

20 l'amplificateur opérationnel différentiel 760 pour réaliser une commande indépendante et supplémentaire du gain de l'amplificateur 760 en fonction de signaux positifs et négatifs, c'est-à-dire des signaux de commande de descente et de montée. Le circuit 772, par exemple, atténue le gain

25 utilisé au cours d'ordres de montée (c'est-à-dire avec un potentiel négatif), tels que validés par une diode 776 qui est polarisée dans le sens passant pour permettre la conduction du courant dans le circuit 772 de réaction lorsque la sortie de l'amplificateur opérationnel différentiel

30 760 est négative. Un potentiomètre 775 est monté en série avec la diode 776, dans le circuit 772, pour commander la réaction et, par conséquent, le gain de l'amplificateur. Une diode 773 est montée dans le circuit 771 de réaction, en polarisation inverse par rapport à la diode 776, afin

35 d'empêcher le passage du courant dans la boucle 771 de réaction lorsqu'un potentiel négatif est reçu par l'intermédiaire de la sortie de l'amplificateur opérationnel différentiel 760. Au cours d'ordres de descente, le processus

inverse a lieu. La diode 776 empêche le courant de circuler dans la boucle 772 de réaction et l'amplification est commandée par le circuit 771 de réaction, par réglage du potentiomètre correspondant 774. Un autre potentiomètre 777 est
5 monté entre la sortie de l'amplificateur opérationnel 760 et la masse pour permettre à un opérateur d'effectuer une commande ou un réglage fin du signal de sortie devant être appliqué par une seconde porte analogique 781, décrite ci-après, et les conducteurs 709 et 711 au moteur 50 de servo-
10 commande d'axe Z afin de permettre l'atténuation de la réponse du servomoteur, comme souhaité.

Un circuit logique, indiqué globalement en 780 et comprenant plusieurs portes et commutateurs décrits ci-après, offre la possibilité de valider ou d'invalider sélec-
15 tivement des signaux de commande manuelle et de commande par le programme partiel de la commande numérique à calculateur. Une seconde fonction du circuit logique 780 est de réaliser un circuit numérique de verrouillage de sécurité, empêchant un mouvement de descente, sous la commande
20 de l'opérateur, de la tête 413 d'application de bande au-delà d'une position de sécurité par rapport à la surface 412 du moule, c'est-à-dire empêchant un mouvement de descente de la tête 413 qui pourrait détériorer cette dernière.

La seconde porte analogique 781 est montée en
25 série entre le conducteur 709 et la sortie du potentiomètre 777. Des portes analogiques 781 et 713 reçoivent des tensions de polarisation de sources 782 et 782B de potentiels positif et négatif, respectivement, et elles peuvent recevoir une tension de validation provenant, par l'intermédiaire d'un conducteur 783, d'une porte NON-OU 784 (qui
30 est montée en porte NON-ET). La porte analogique 781 est conductrice lorsqu'elle est validée par la porte 784, afin d'appliquer des signaux de commande manuelle de montée et de descente par le conducteur 709. La porte analogique 781
35 est inhibée lorsqu'aucun signal de validation n'est reçu de la porte NON-ET 784, afin d'interrompre les ordres de la commande numérique à calculateur, reçus par l'intermédiaire de l'amplificateur différentiel 760, et de permettre

une commande adaptative et automatique d'axe Z par l'intermédiaire de signaux de commande provenant de l'amplificateur 705 par le conducteur 708. La porte NON-ET 784 comporte une première entrée reliée à un conducteur 785 et une seconde
5 entrée reliée à un conducteur 786, et la porte analogique 781 est validée lorsque les deux entrées de la porte NON-ET 784, c'est-à-dire les entrées connectées aux conducteurs 785 et 786, sont au potentiel zéro.

Le circuit connecté au groupe inférieur de
10 contacts (787, 788) des relais 750 et 751, respectivement, peut être mis en fonction en liaison avec le circuit logique 780. Un conducteur 785, relié à une entrée de la porte NON-ET 784, est connecté à la sortie d'une porte NON-OU 790 dont une première entrée 791 est connectée à la borne
15 commune (élément de commutation) de contacts 788 qui, à l'état de repos montré sur la figure, est reliée à la masse par des conducteurs 792 et 794. L'entrée opposée de la porte NON-OU 790, connectée à un conducteur 793, est reliée de la même manière à la masse par les contacts 787 et le
20 conducteur 794. Ainsi, dans la condition représentée, les entrées de la porte NON-OU 790 sont identiques (au niveau de la masse) et le signal de sortie de la porte NON-OU 790, transmis par le conducteur 785, présente une tension positive de 5 volts (ce signal provenant d'une source de tension
25 qui n'est pas représentée et qui est connectée aux bornes de la porte NON-OU 790 ainsi qu'aux bornes de la porte NON-ET 784). Le potentiel de 5 volts appliqué par le conducteur 785 valide la porte NON-ET 784 qui produit ainsi un signal de sortie de potentiel zéro transmis par
30 le conducteur 783 à la porte analogique 781. Ceci coupe le circuit entre l'amplificateur opérationnel différentiel 760 et le conducteur 709, empêchant l'actionnement suivant l'axe Z par l'intermédiaire de l'amplificateur 760. La position dans laquelle les contacts 787 et 788 sont représentés sur la figure correspond à la condition dans laquelle
35 aucun signal de commande d'axe Z ne passe par les bornes d'entrée 750, 751 de commande d'axe Z en réponse à une commande manuelle d'axe Z ou à une commande d'axe Z par

le "programme partiel", par l'intermédiaire du calculateur 603 de la commande numérique. Les signaux de commande de montée et de descente suivant l'axe Z, provenant de la commande numérique à calculateur, sont exclusifs, c'est-à-dire qu'un circuit de verrouillage de sécurité est prévu à l'intérieur du calculateur 603 pour empêcher l'actionnement simultané des deux relais 752 et 753.

Si l'on suppose à présent qu'un signal de descente est reçu de la commande numérique à calculateur sous la forme d'un potentiel appliqué à la borne 751, le relais 753 est excité et les contacts 755 sont fermés, ce qui provoque la génération d'un signal analogique de descente par l'intermédiaire de l'amplificateur opérationnel différentiel 760, comme décrit précédemment. De plus, les contacts 788 du relais sont fermés, provoquant l'application, à la porte NON-OU 790, d'un potentiel positif de 5 volts provenant de la source 770 et transmis par les conducteurs 795 et 791. Le potentiel appliqué par le conducteur 793 à la porte NON-OU 790 reste à la masse et, par conséquent, la sortie de la porte NON-OU 790 passe au potentiel zéro qui inhibe la porte NON-ET 784, ce qui permet à la porte analogique 781 de conduire un signal manuel de commande provenant de la commande numérique à calculateur, par l'intermédiaire de la borne de sortie 711, provoquant la commande du servomoteur d'axe Z dans le sens de la descente. Cette opération peut également être effectuée par d'autres éléments de circuit qui sont mis en action lors de l'entrée en contact avec la surface 412 du moule (c'est-à-dire une porte ET 796 et un inverseur 797 décrits ci-après).

D'une manière analogue, la porte NON-OU 790 est validée pour invalider la porte NON-ET 784 et valider, par suite, la porte analogique 781 lorsqu'un signal est reçu par la borne d'entrée 750 pour faire monter la tête 413 d'application de la bande. Dans ce cas, les contacts 787 sont inversés à partir de la position montrée sur la figure, permettant l'application du potentiel positif de la source 770 à la porte NON-OU 790 par l'intermédiaire du

conducteur 793. Le potentiel positif du conducteur 793 valide la porte NON-OU 790 afin d'invalider la porte NON-ET 784 et, par suite, de valider la porte analogique 781. En réponse à un ordre de montée généré par la commande
5 numérique à calculateur et reçu à la borne 750, un potentiel positif de 5 volts est appliqué au conducteur 793 et, par suite, au conducteur 798, et, ainsi, le même potentiel positif de 5 volts est appliqué à l'entrée de l'inverseur 797. Le conducteur 798 est également relié par le conduc-
10 teur 733 à la seconde borne d'entrée de la porte NON-OU 732. Un potentiel positif est appliqué par le conducteur 733 à la porte NON-ET 732 qui est ainsi validée, ce qui invalide la porte analogique 713 et empêche l'application des signaux de commande adaptative (suivi automatique) par
15 le conducteur 708 aux circuits de commande 711 d'axe Z. Ainsi, au cours d'un ordre de montée, quelles que soient les circonstances, le suivi automatique est empêché. Le potentiel de 5 volts du conducteur 798 est également appliqué à l'inverseur 797 où il est inversé, et le signal
20 résultant invalide la porte ET 796, ce qui invalide la porte NON-ET 783 (pourvu qu'aucune tension de validation ne soit appliquée par le conducteur 785) et ce qui, par suite, valide la porte analogique 781, permettant une action suivant l'axe Z par l'intermédiaire de l'amplifi-
25 cateur différentiel 760.

Pour résumer le fonctionnement du circuit décrit ci-dessus, le conducteur 785 relié à la porte NON-ET 784 applique un ordre d'entrée commandant la montée ou la descente et provenant des relais 752 et 753 et des
30 entrées 750 et 751 de la commande numérique à calculateur. L'absence d'un signal de commande sur le conducteur 785 invalide la porte NON-ET 784 qui, elle-même, valide la porte analogique 781 pour permettre à la commande numérique à calculateur d'intervenir, pourvu qu'aucun signal
35 d'inhibition ne soit reçu par le conducteur 786. La porte ET 796 a pour but d'appliquer un signal d'inhibition à la porte NON-ET 783 à la suite d'un défaut apparaissant entre les entrées de la porte ET 796 par suite, soit (1) de la

réception par le conducteur 799 d'un signal "axe Z sur le plan", soit (2) de la réception, par l'intermédiaire de l'inverseur 797, d'une tension nulle à la suite d'un ordre de montée. Le signal "sur le plan" reçu par le conducteur
5 799 est également transmis par un conducteur 800, à son extrémité opposée, au circuit de commande d'axe R qui sera à présent décrit.

Le signal de sortie reçu par le conducteur 799 est transmis par le conducteur 800 de liaison au circuit
10 d'axe R tel que représenté sur la figure 17. Le signal de sortie passant par le conducteur 799 est un signal d'une tension positive de 5 volts, généré lorsqu'un signal "sur le plan" est produit par le comparateur 721 de tension (figure 16) à la suite du contact avec le plan de la sur-
15 face du moule. Il en résulte alors la génération d'un signal "sur le plan". Le signal sur le plan est reçu dans deux parties du circuit de commande d'axe R tel que montré sur la figure 17. En se référant principalement à la figure 17, un signal "sur le plan" d'axe Z est transmis par le
20 conducteur 800 à une première porte analogique 801 pour la valider. Ainsi qu'il ressortira plus clairement de la description qui suit, la porte 801 permet alors à un signal de commande automatique d'axe R d'être transmis par un conducteur 802 à un amplificateur de courant à gain uni-
25 taire ou circuit tampon 803 qui est connecté par un conducteur 804, comme montré également sur la figure 15, à un amplificateur 805 de puissance d'axe R commandant le servomoteur 72 d'axe R (figure 15) pour positionner la tête 413 d'application de la bande par rapport à l'axe R. Ainsi qu'il
30 ressortira plus clairement de la description qui suit, le signal "sur le plan" reçu par le conducteur 800 également montré sur la figure comme étant connecté à l'une des entrées d'une seconde porte NON-ET 810, sert à valider cette porte NON-ET 810, ce qui invalide une seconde porte analogique
35 811, inhibant les signaux de commande manuelle ou les signaux provenant du calculateur de la commande numérique, ces signaux pouvant être autrement transmis par un conducteur 812 de sortie à l'amplificateur 803 de courant à gain

unitaire.

Une commande adaptative ou automatisée d'axe R est dérivée des premier et second capteurs 813 et 814 d'axe R qui sont positionnés sur les côtés droit et gauche du patin 465 de la tête d'application de la bande, comme montré sur la figure 4. Comme représenté sur la figure 4, les capteurs 813 et 814 sont montés sur le bâti 416 de support du patin 465 et ils comportent des plongeurs sollicités par des ressorts, qui sont maintenus en contact avec des équerres 815 et 816 montées sur les côtés droit et gauche de la structure de l'ensemble à patin. Les capteurs 813 et 814 sont également représentés sur la figure 15. Par conséquent, un mouvement d'oscillation limité du patin 465 autour du boulon 466 provoque un mouvement différentiel des plongeurs des transducteurs 813 et 814, ce qui a pour résultat un signal de commande de position pouvant être détecté par le circuit décrit ci-dessous. En se référant de nouveau à la figure 17, des sources de potentiels positif et négatif de 5 volts sont connectées aux côtés opposés respectifs des éléments résistifs des potentiomètres 813 et 814 (comme dans le cas du transducteur 401 d'axe Z décrit ci-dessus en regard de la figure 16). Des conducteurs de sortie 817 et 818 relient les éléments mobiles des potentiomètres 813 et 814 aux entrées directes de premier et second amplificateurs tampons 819 et 820 à gain unitaire. Les amplificateurs tampons 819 et 820 comportent des boucles de réaction 821 et 822, établissant un gain égal à l'unité (aucune amplification de tension), et ces amplificateurs 819 et 820 servent donc d'isolation d'impédance et d'amplificateurs de courant pour établir une entrée à faible impédance pour un amplificateur différentiel 823. Les entrées respectives de cet amplificateur différentiel 823 sont reliées par des conducteurs 824 et 825 et des résistances 826 et 827 aux sorties des amplificateurs tampons 819 et 820, respectivement. Le niveau de la tension de sortie de l'amplificateur différentiel 823 est proportionnel à la différence entre les potentiels des sorties des capteurs 813 et 814 d'axe R, et sa polarité correspond au sens de l'erreur (différentielle

d'axe R), de sorte que sa sortie est proportionnelle au degré de décalage de l'axe R. De plus, sa sortie est commandée par un circuit 828 à boucle à gain d'amplification, monté en série entre son conducteur 829 de sortie et son

5 entrée d'inversion, la boucle 828 de réaction comprenant un potentiomètre réglable 830 qui coopère avec une résistance fixe 832 pour régler le gain en tension de l'amplificateur différentiel 823. La résistance 832, montée entre

10 l'entrée directe de l'amplificateur différentiel 823 et la masse, en combinaison avec la résistance 827, les résistances 826 et 831 et la résistance variable 830, détermine le gain global de l'amplificateur différentiel 823. Un potentiomètre 833 commandé par l'opérateur est ensuite monté en série entre le conducteur 829 de sortie, le conduc-

15 teur 828 et la porte analogique 801 pour permettre une atténuation réglable du signal de sortie de l'amplificateur différentiel 823, afin que la réponse du dispositif de servocommande d'axe R à une entrée différentielle donnée d'axe R puisse être atténuée si cela est souhaité par un

20 opérateur. Ce réglage ralentit essentiellement quelque peu la réponse suivant l'axe R à des signaux d'entrée donnés.

Le signal de sortie du potentiomètre 833 est transmis par la porte analogique 801, lorsque ce circuit est validé par le signal "sur le plan" provenant du conducteur 800, et un signal de sortie est ensuite transmis

25 par le conducteur 802 à l'amplificateur 803 de courant à gain unitaire et par le conducteur 804 de sortie afin d'actionner les servocommandes 804, 805 et 806 de l'axe R (figure 15). Le signal de commande transmis par les conducteurs 802 et 812 et par l'amplificateur de courant 803

30 est proportionnel au signal différentiel provenant des capteurs droit et gauche 813 et 814 et il correspond, en polarité, à la différence entre les potentiels des deux capteurs 813 et 814 telle que déterminée par les sens relatifs des

35 mouvements des éléments sensibles respectifs. Le circuit de commande de suivi automatique d'axe R, tel que décrit, sert donc à corriger en continu les différences entre l'angle de la tête 413 d'application de bande suivant l'axe R et

la surface de la zone locale du moule lorsque la tête 413 d'application passe au-dessus de zones de profil variable du moule 412. Ceci constitue une caractéristique avantageuse importante de l'invention, car le suivi automatique ou adaptatif du profil du moule 412 s'effectue indépendamment des ordres commandés par calculateur et provenant du programme partiel, c'est-à-dire les ordres programmés correspondant aux axes "X", "Y", "C", "D" et "W". Ceci simplifie notablement la programmation de la machine, diminue la complexité du circuit commandé par calculateur et du programme du calculateur, et accroît la souplesse de la machine. Les ordres de l'opérateur permettent de régler la réponse réelle de la machine à des paramètres dynamiques donnés. En l'absence du circuit de commande adaptative, une liste détaillée de coordonnées cartésiennes devrait être tracée pour chaque moule individuel, et un programme complexe de calculateur devrait être établi pour convenir à ou suivre les profils tridimensionnels particuliers du moule 412 par la résolution continue de multiples équations de coordonnées cartésiennes. En raison de la complexité de tels calculs et d'un tel appareil, les appareils d'application de bande qui existent actuellement ne comprennent pas de moyens permettant de suivre des profils variables ou des variations de profils en hauteur, c'est-à-dire des surfaces de moule à profil tridimensionnel.

En plus des commandes adaptatives d'axe R dérivées des signaux produits par l'intermédiaire de la porte analogique 801 et transmis par le conducteur 802, une commande d'axe R est également réalisée par le calculateur numérique de la machine sous l'action de l'opérateur ou par l'intermédiaire du programme partiel, à l'aide d'un second circuit d'entrée indiqué globalement en 840. Des première et seconde bornes 841 et 842 d'entrée de signaux de commande (connectées aux sorties du panneau 604 de circuits d'entrée/sortie, montré sur la figure 15) sont reliées aux côtés non à la masse de premier et second relais 843 et 844 qui comprennent des jeux simples 845 et

846 de contacts, respectivement. L'entrée 842 reçoit des ordres pour effectuer un mouvement vers la gauche suivant l'axe R, et l'entrée 841 reçoit des signaux de commande vers la droite suivant l'axe R. Si l'on considère le fonctionnement du relais 843, on suppose qu'un signal de commande est reçu par l'entrée 841 afin de fermer l'élément mobile des contacts 845. Un potentiel de 5 volts est ainsi appliqué par une source 847 et par l'intermédiaire d'un conducteur 848 et d'un autre conducteur 849 à l'entrée d'inversion d'un amplificateur différentiel 850. Un circuit en pont, comprenant une résistance 851 en pont, est monté en série entre l'entrée d'inversion et la sortie de l'amplificateur différentiel 850. La résistance 851 présente une valeur égale à celle d'une résistance 852 montée en série avec le conducteur 849 et l'entrée d'inversion de l'amplificateur différentiel 850, afin qu'un gain égal à l'unité soit obtenu. Un gain unitaire est également obtenu par rapport à l'entrée directe, car une résistance 853 présente une valeur égale à celle de la résistance 851 et à celle d'une résistance 854 qui est connectée à la masse. Une résistance 855 de référence de masse est montée entre la masse et le conducteur 849 de sortie, et une résistance 856 de référence de masse est montée entre la masse et un conducteur correspondant 857 qui est relié à l'élément mobile des contacts 846 pour établir une tension de référence de masse pendant la période au cours de laquelle les organes mobiles de commutation des contacts 845 et 846 des relais sont en mouvement (pendant qu'ils se déplacent ou "flottent" entre les contacts fixes, ce qui produirait autrement des tensions transitoires indésirables aux entrées de l'amplificateur différentiel 850).

La polarité de la sortie de l'amplificateur différentiel 850 varie selon que l'une ou l'autre de ses entrées est sollicitée (c'est-à-dire selon que l'un ou l'autre des relais 843 et 844 est excité) et, étant donné que son gain est égal à un, sa sortie est sensiblement au niveau de son entrée. Le signal de sortie de l'amplificateur est transmis par des conducteurs 858 et 859 et par

un potentiomètre 860 qui peut être commandé par l'opérateur afin d'atténuer la réponse du dispositif de servocommande d'axe R, comme souhaité. Ensuite, le signal de sortie de l'amplificateur différentiel 850 est transmis
5 par un conducteur 861 à la porte analogique 811 qui, si elle est validée, transmet le signal par le conducteur 812 et l'amplificateur 803 à gain unitaire au dispositif de servocommande d'axe R.

La porte analogique 811 est validée par un
10 signal provenant d'un conducteur 870 qui est relié à la sortie de la porte NON-ET 810 dont une première entrée 800 provient du comparateur 721 de tension de sortie d'axe Z sur le plan (figure 16) et une seconde entrée est connectée par un conducteur 871 à une porte NON-OU 872. Si aucun
15 signal n'arrive par l'un ou l'autre des conducteurs d'entrée 871 et 800, la sortie de la porte NON-ET 810 est au niveau "logique 1", ce qui valide la porte analogique 811. Cependant, en présence d'un signal de 5 volts sur le plan, provenant du conducteur 800, la porte NON-ET 810 est validée
20 de façon inconditionnelle, transmettant un niveau "logique zéro" (tension zéro) à la porte analogique 811 qui est ainsi invalidée. Ceci empêche des ordres d'axe R, d'origine manuelle ou provenant du programme partiel, d'actionner le dispositif de servocommande d'axe R lorsque la tête
25 d'application de la bande est "sur le plan" ou en contact avec le moule. Une sortie "logique zéro" doit donc être reçue de la porte NON-OU 872 ainsi que du conducteur 800 pour invalider la porte NON-ET 810 et valider la porte analogique 811. L'excitation de l'un ou l'autre des con-
30 tacts 843 et 844 de relais valide la porte NON-OU 872, faisant apparaître un signal "logique zéro" sur le conducteur 871 et, dans le cas où aucun signal sur le plan n'arrive par le conducteur 800, la porte NON-ET 810 est invalidée, ce qui sollicite la porte analogique 811.

35 A la suite d'une rotation de la tête 413 d'application de la bande, le patin 465 d'application peut se trouver momentanément hors d'alignement avec la surface du moule 412. Si le plan du moule, au point où la tête

d'application s'est soulevée, n'est pas parfaitement parallèle au patin 465 d'application, une correction de la position suivant l'axe R est effectuée. Un programme placé à l'intérieur de la commande à calculateur entre alors
5 en action en produisant un signal de commande d'axe R, de durée suffisante et de sens permettant "d'agréer" l'angle d'alignement précédent pris par le patin d'application et d'établir une condition presque parallèle entre le moule 412 et le patin 465 d'application avant que la tête d'appli-
10 cation soit redescendue vers la surface du moule.

Le circuit 865 d'annulation d'axe R a pour fonction d'inhiber tout mouvement de la servocommande le long des axes X, Y, C, D et W jusqu'à ce que la position suivant l'axe R par rapport au plan du moule ait été norma-
15 lisée, dans des limites choisies. A ce moment, il est approprié de continuer le mouvement de la tête 413 d'application de la bande suivant les axes X et Y. En l'absence de ce délai, la bande 110 serait appliquée initialement sur la surface 412 du moule sous un angle qui tendrait
20 à incliner la bande latéralement, et cette bande 110 serait appliquée sous une pression sensiblement inégale, latéralement au patin 465.

Comme représenté sur la figure 17, un premier comparateur 876 de tension est relié, par son entrée directe
25 et par l'intermédiaire d'un conducteur 878, à un conducteur 880 qui, lui-même, est connecté à la sortie du potentiomètre 833. Un second comparateur 877 de tension est monté en parallèle avec le comparateur 876 et sa borne d'entrée d'inversion est connectée par un conducteur 879 au conduc-
30 teur commun 880. Les comparateurs de tension montés en parallèle servent, ainsi qu'il ressort de la description suivante, à générer une tension de référence proportionnelle au signal de commande de correction suivant l'axe R dérivé des capteurs 813 et 814 d'axe R. L'entrée négative
35 du comparateur 876 de tension est connectée par un conducteur 881 à un potentiomètre 882 monté entre une source 875 de potentiel négatif de 5 volts et la masse pour appliquer une tension comparative de référence à l'entrée d'in-

version du comparateur 876 de tension. Une résistance 883 est montée entre le potentiomètre 882 et la source 875 de tension négative afin de constituer un diviseur de tension permettant de régler le niveau de la tension. De la même façon, un potentiomètre variable 886 est monté entre la masse et une source de potentiel positif 874 de 5 volts par l'intermédiaire d'une résistance 873 appliquant un certain potentiel, par l'intermédiaire d'une résistance 888, à l'entrée directe du comparateur 877 de tension. Un réglage des potentiomètres 882 et 886 permet d'ajuster des tensions de référence auxquelles est comparé un signal d'erreur principal d'axe R, arrivant par le conducteur 880. Les sorties des comparateurs de tension 876 et 877 sont connectées à un conducteur commun 889. Des première et seconde résistances 884 et 855 des comparateurs de tension sont montées en série entre les bornes des circuits d'entrée directe des comparateurs de tension 876 et 877, respectivement, pour établir une réponse en hystérésis en coopérant avec des résistances d'entrée 887 et 888, respectivement, de façon à empêcher une oscillation du signal de sortie des comparateurs de tension 876 et 877 à proximité de leurs tensions de seuil. Lorsque les deux comparateurs de tension 876 et 877 reçoivent un certain potentiel par leurs conducteurs d'entrée 878 et 879, ce potentiel étant compris entre des limites prédéterminées d'annulation définies par les potentiomètres 882 et 886, leur conduction vers la masse (comme indiqué en 891 et 892) est éliminée, permettant l'élévation d'un certain potentiel sur un conducteur 889. Ce dernier est relié par une résistance 890 à une source 893 de potentiel positif de 5 volts, et le potentiel positif est alors conduit jusqu'à la base d'un transistor NPN 894. L'émetteur de ce transistor 894 est relié à la masse et son collecteur est relié par un conducteur 895 à une porte NON-OU 896 qui est utilisée comme porte NON-ET. Une entrée de cette porte NON-ET 896 est reliée à un conducteur 897 afin de recevoir un signal inversé d'axe Z sur le plan, dérivé de l'inverseur logique 735 (figure 16) qui produit la moitié du signal

d'inhibition appliqué à la porte NON-OU 896. L'autre moitié (arrivant par le conducteur 895) est produite lorsque la tête 413 d'application de la bande est venue entre les limites d'annulation établies par les potentiomètres 886 et 882. Lorsque ces deux signaux d'entrée sont bas, la sortie de la porte NON-OU 896 est validée et passe au niveau "haut" ou à un niveau "logique un", rendant conducteur un transistor 900 d'inversion qui, lui-même, applique un potentiel de masse, par son circuit émetteur/collecteur, ce qui ferme un circuit entre une source 901 de tension positive de 24 volts et la masse, par l'intermédiaire d'un relais 902. Ce relais 902 est ainsi excité afin que son contact 903 se ferme, provoquant l'application d'une tension positive de 24 volts, provenant d'une source 904, par l'intermédiaire des contacts 903 à une borne 905 de sortie qui est connectée, par l'intermédiaire du panneau 604 d'entrée/sortie (figure 15), au calculateur 603 pour valider ce dernier afin qu'il suive les ordres X, Y, C, D et W provenant du programme partiel.

En résumé de ce qui précède, le circuit 865 inhibe les signaux de commande d'opération provenant du programme partiel jusqu'à la normalisation suivant l'axe R, dans les limites établies par les potentiomètres 886 et 882.

Un circuit 910 de correction de mise au repos est utilisé pour générer un signal d'entrée d'atténuation sur le conducteur 802 afin de ralentir le mouvement suivant l'axe R lorsque la tête 413 d'application de bande s'approche d'une position centrale, par exemple au cours de la mise au repos initiale de tous les axes de la machine. Une position centrée de l'axe R est obtenue par déplacement de la tête 413 d'application vers la position centrale et actionnement, par cette tête, d'interrupteurs extérieurs de fin de course (non représentés) destinés à détecter la position centrale de la tête suivant l'axe R. Ces interrupteurs de fin de course appliquent des tensions d'entrée au calculateur de la commande numérique au cours du centrage initial de la tête 413 d'application par rapport à l'axe R,

afin d'établir une condition de repos. Le calculateur de la commande numérique produit alors des tensions d'entrée appliquées à un conducteur 917 puis, par l'intermédiaire d'un diviseur 914 de tension et d'un conducteur 915, à

5 une porte analogique 916 qui est ainsi rendue conductrice à la réception de ces signaux de validation qui sont générés lorsque les capteurs (non représentés) sont déclenchés immédiatement avant que la tête 413 d'application atteigne une position centrale. Lorsqu'il est validé, un circuit

10 compris entre le conducteur 802 et la masse et passant par un potentiomètre 917, un conducteur 918 et la porte 916, est fermé. Ce circuit forme avec une résistance 919 un diviseur de tension qui atténue le signal de tension appliqué par le conducteur 812 à la servocommande d'axe

15 Z, empêchant toute action prépondérante de la position de centrage sur l'axe au cours du mouvement d'approche de la position centrale suivant l'axe R. Le calculateur de la commande numérique met ensuite hors fonction, par son programme interne, la section à relais actifs (relais 841

20 et 842), et il coupe ensuite la tension de commande du servomoteur 72 d'axe R. Le centrage de la tête 413 d'application de la bande par rapport à l'axe R réalise donc sa propre normalisation pour le commencement de l'opération. On peut à présent voir que l'appareil constitue un moyen

25 perfectionné pour l'application d'une bande, ce moyen éliminant un grand nombre des difficultés rencontrées dans des machines d'application de bande de l'art antérieur. Par exemple, le dispositif 474 de coupe permet une coupe efficace de la bande fibreuse 19 sans qu'il soit

30 nécessaire de séparer cette bande fibreuse 19 de la bande 112 de support avant l'application sur la surface 412 du moule, et sans qu'il soit nécessaire, ensuite, de recoller la bande fibreuse 19 à la bande 112 de support. La résine contenue dans la bande fibreuse 19 reste dans

35 l'état de plasticité et d'adhésivité souhaité, car elle n'est pas exposée à un chauffage avant d'adhérer à la surface 412 du moule. De plus, il est possible d'effectuer une coupe sous un certain angle incliné par rapport à

l'axe longitudinal de la bande sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le mouvement suivant les axes X/Y de la tête 413 d'application de la bande.

En raison de l'utilisation de deux chemins 14, 15 suivant l'axe X, conçus pour être montés directement sur la surface du sol et d'une structure de moule 412 pouvant être commodément transportée, l'appareil 410 ne nécessite pas l'utilisation des structures de base massives et compactes employées dans certains systèmes .

10 antérieurs pour supporter la surface de travail et le portique. En raison de ce système de montage, la structure du moule 412 peut être commodément placée au-dessous du portique 11, entre les chemins d'axe X, et elle peut être

15 inamovibles, pouvant être reliées aux parties inférieures des pieds de support de la table de la surface du moule pour permettre un transport commode de la table du moule et de la pièce de la machine 410 d'application de la bande vers un poste à autoclave (non représenté) destiné à faire

20 mûrir la pièce, tandis que ladite pièce à structure composite ainsi formée reste sur la structure du moule 412. Cette possibilité évite d'avoir à transférer la pièce d'un poste à un autre pendant l'opération de stratification et le traitement, et elle permet un positionnement plus com-

25 mode de la table portant la pièce au-dessous du portique 11. Le moule 412 et les pieds de support constituent donc, en outre, un moyen permettant de supporter la pièce dans un four à autoclave pour permettre sa maturation.

Le système de commande numérique, combiné aux

30 dispositifs électromécaniques et pneumatiques particuliers utilisés dans l'appareil 410 pour actionner, détecter les positions et étalonner, présente les divers avantages indiqués précédemment et utilise un calculateur de commande numérique disponible dans le commerce. Une programmation

35 convenable est utilisée en format de code aux normes ASCII pour diverses configurations d'éléments, tandis que les modifications de position complexes, nécessaires pour les réglages suivant les axes Z et R pour suivre les profils

de moules tridimensionnels, sont permises par l'unité de commande adaptative précâblée, sans programmation additionnelle et sensiblement plus coûteuse qui aurait été nécessaire. De plus, la commande suivant les

5 axes principaux X, Y et W réalise une coupe efficace de la bande 110 suivant divers axes sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le mouvement X-Y de la tête d'application de la bande. Du fait de la présence de ses dispositifs de commande, de réaction de position et de coupe, l'appareil est capable de déterminer à l'avance une longueur de

10 tronçons de bandes, un angle de coupe et un point d'application initiale, sur le moule 412, appropriés pour la réalisation, par stratification, d'une pièce de configuration souhaitée, sans ajustage ultérieur ou avec seulement

15 un léger ajustage après la stratification. Outre les avantages fonctionnels indiqués ci-dessus, l'appareil 410 est d'une fabrication et d'une construction aisées et il utilise des éléments disponibles dans le commerce.

Il va de soi que de nombreuses modifications

20 peuvent être apportées à l'appareil décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Tête d'application d'une bande (110) sur un moule présentant une surface (412) de travail destinée à recevoir la bande, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif de support (416), des moyens (414, 415) destinés à contenir et distribuer la bande et reliés fonctionnellement au dispositif de support, un dispositif d'entraînement destiné à déplacer les moyens contenant et distribuant la bande au-dessus de ladite surface de travail, un dispositif (413) destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail, et des moyens comprenant un patin (465) destiné à appliquer une pression à la bande, tandis que cette dernière est en contact avec la surface de travail, et à maintenir ladite pression sur la bande, tandis que la tête d'application de la bande se déplace au-dessus de la surface du moule.

2. Tête d'application selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail comprend en outre une goulotte (467) qui guide la bande vers le patin afin que ce dernier applique une pression le long de l'axe longitudinal de la bande.

3. Tête d'application d'une bande (110) sur un moule qui présente une surface (412) de travail destinée à recevoir cette bande, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (416) de support, des moyens (414, 415) qui contiennent et distribuent la bande et qui sont reliés fonctionnellement au dispositif de support, un dispositif d'entraînement destiné à déplacer les moyens contenant et distribuant la bande au-dessus de la surface de travail, un dispositif (413) destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail et à maintenir ce contact, et un dispositif (469) destiné à couper la bande, tandis que la tête d'application de cette bande continue de se déplacer

au-dessus de la surface de travail.

4 . Tête d'application selon la revendication 3 , caractérisée en ce que le dispositif destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail comprend un patin (465) et une goulotte (467) destinée à guider la bande vers le patin afin que ce dernier suive l'axe central longitudinal de ladite bande.

5 . Tête d'application selon la revendication 3 , caractérisée en ce que le dispositif de coupe comprend en outre des moyens d'orientation destinés à positionner le dispositif de coupe afin qu'il coupe la bande sous un angle choisi à l'avance.

6 . Tête d'application selon l'une quelconque des revendications 3 , 4 et 5 , caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (604) programmable par un opérateur afin de commander indépendamment le dispositif d'entraînement, le dispositif destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail et le dispositif de coupe de la bande.

7 . Tête d'application d'une bande (110) sur un moule qui présente une surface de travail (412) destinée à recevoir ladite bande, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (416) de support, des moyens (414, 415) destinés à contenir et distribuer la bande et reliés fonctionnellement au dispositif de support, un dispositif d'entraînement destiné à déplacer lesdits moyens contenant et distribuant la bande au-dessus de la surface du moule, un dispositif (413) destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail et à maintenir ce contact, ce dispositif (413) comprenant des éléments (813, 814) destinés à détecter le profil de la surface de travail, au point de contact entre la tête d'application de la bande et la surface de travail, tandis que le dispositif d'entraînement translate ladite tête au-dessus de la surface de travail, l'appareil comportant en outre des moyens d'orientation et des moyens destinés à transmettre des signaux auxdits moyens d'orientation afin qu'ils orientent la tête d'application de la bande de façon que cette tête soit orientée à

peu près perpendiculairement à la surface de travail.

8. Tête d'application selon la revendication 7, caractérisée en ce que le dispositif destiné à entrer en contact avec la surface de travail comprend une goulotte (467) destinée à guider la bande vers ledit point de contact afin que ce dernier suive l'axe longitudinal de la bande.

9. Tête d'application selon la revendication 7, caractérisée en ce que les moyens d'orientation comprennent des premiers éléments de positionnement destinés à déplacer la tête (413) d'application de la bande dans une direction à peu près verticale par rapport au point de contact entre cette tête et la surface de travail, et des seconds éléments de positionnement destinés à déplacer la tête d'application dans une direction à peu près radiale par rapport au point de contact entre cette tête et la surface de travail.

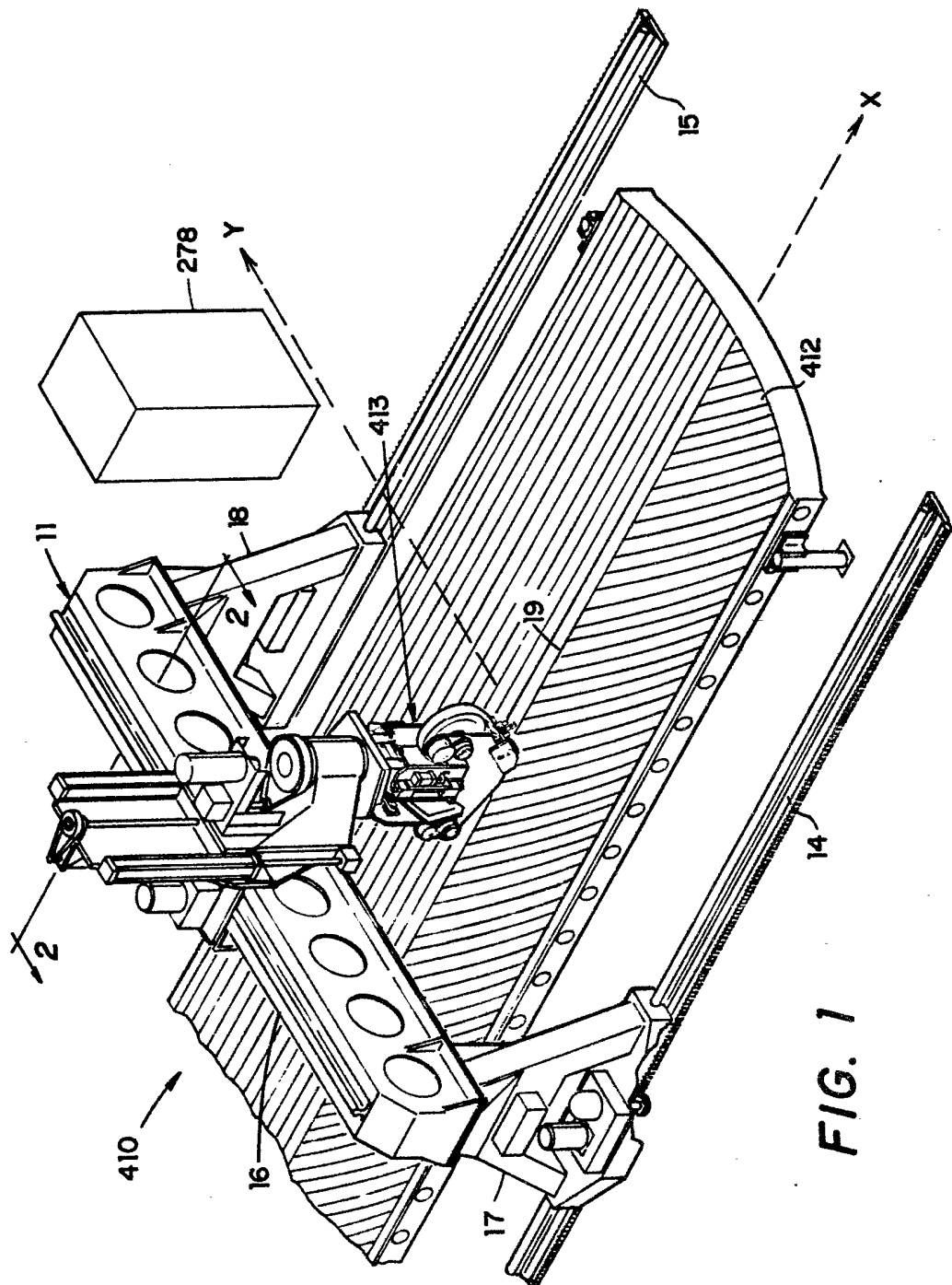
10. Tête d'application selon l'une quelconque des revendications 7, 8 et 9, caractérisée en ce que les éléments de détection comprennent un premier élément destiné à détecter la position verticale de la tête d'application de la bande par rapport au point de contact entre cette tête et la surface de travail, et un second élément destiné à détecter la position radiale de la tête d'application par rapport au point de contact entre cette tête et la surface de travail.

11. Tête d'application d'une bande (110) sur un moule qui présente une surface (412) de travail destinée à recevoir la bande, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif (416) de support, des moyens (414, 415) destinés à contenir et distribuer la bande et reliés fonctionnellement au dispositif de support, un dispositif d'entraînement destiné à déplacer lesdits moyens contenant et distribuant la bande au-dessus de la surface de travail, un dispositif (413) destiné à amener la bande en contact avec la surface de travail et comprenant un patin (465) destiné à maintenir ce contact, un dispositif (469) destiné à couper la bande, et un dispositif (604) programmable par

un opérateur, destiné à définir une configuration choisie à l'avance de longueurs de bande, cette configuration correspondant à ladite surface de travail, ce dispositif (604) étant également destiné à actionner automatiquement

5 le dispositif d'entraînement et le dispositif amenant la bande en contact avec la surface de travail, et à actionner automatiquement le dispositif de coupe afin qu'il coupe la bande en longueurs correspondant à ladite configuration, tandis que la tête d'application est translatée

10 au-dessus de la surface de travail.



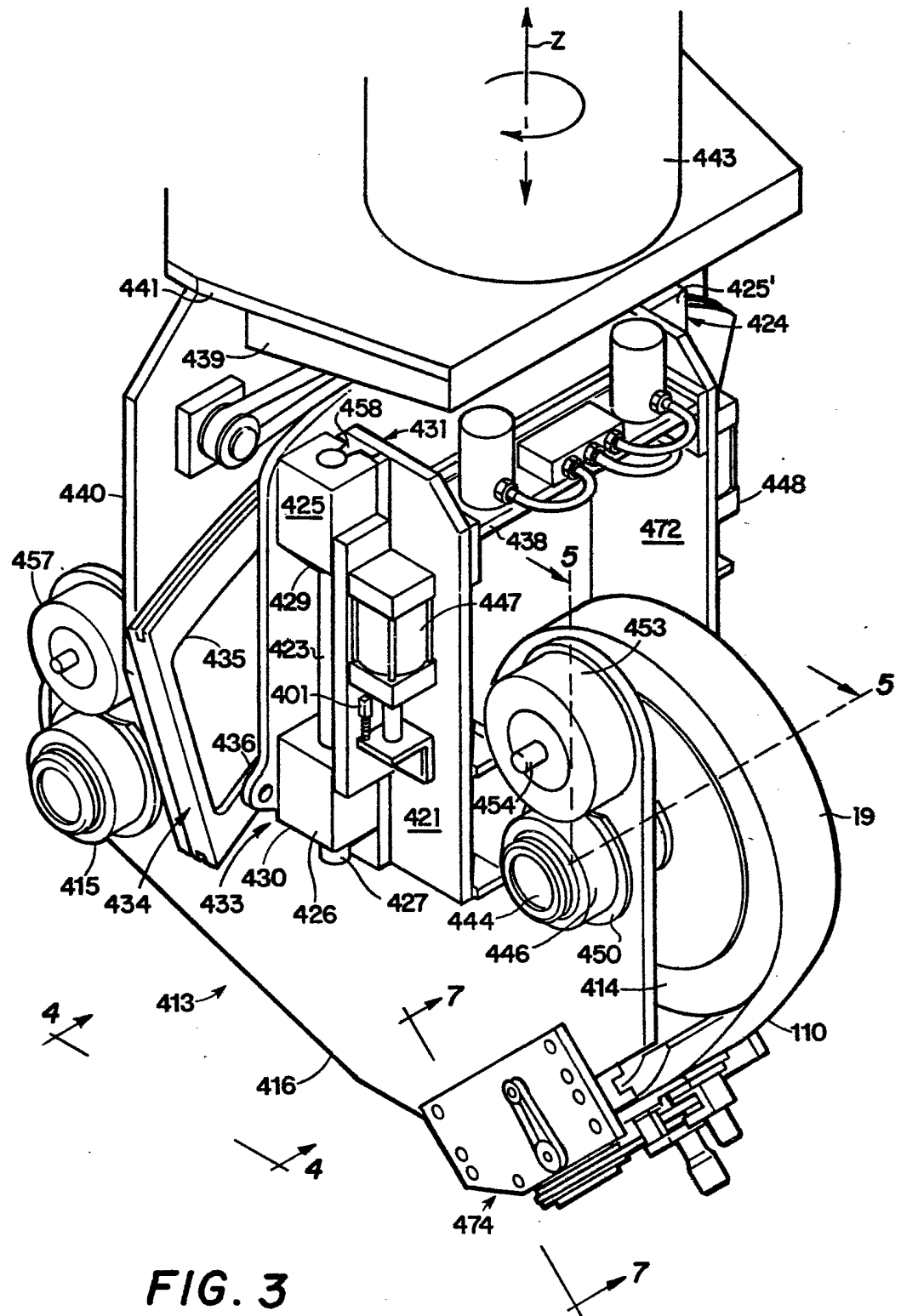


FIG. 3

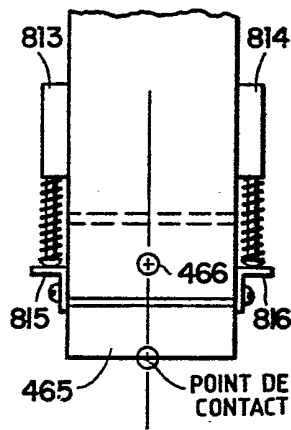


FIG. 4A

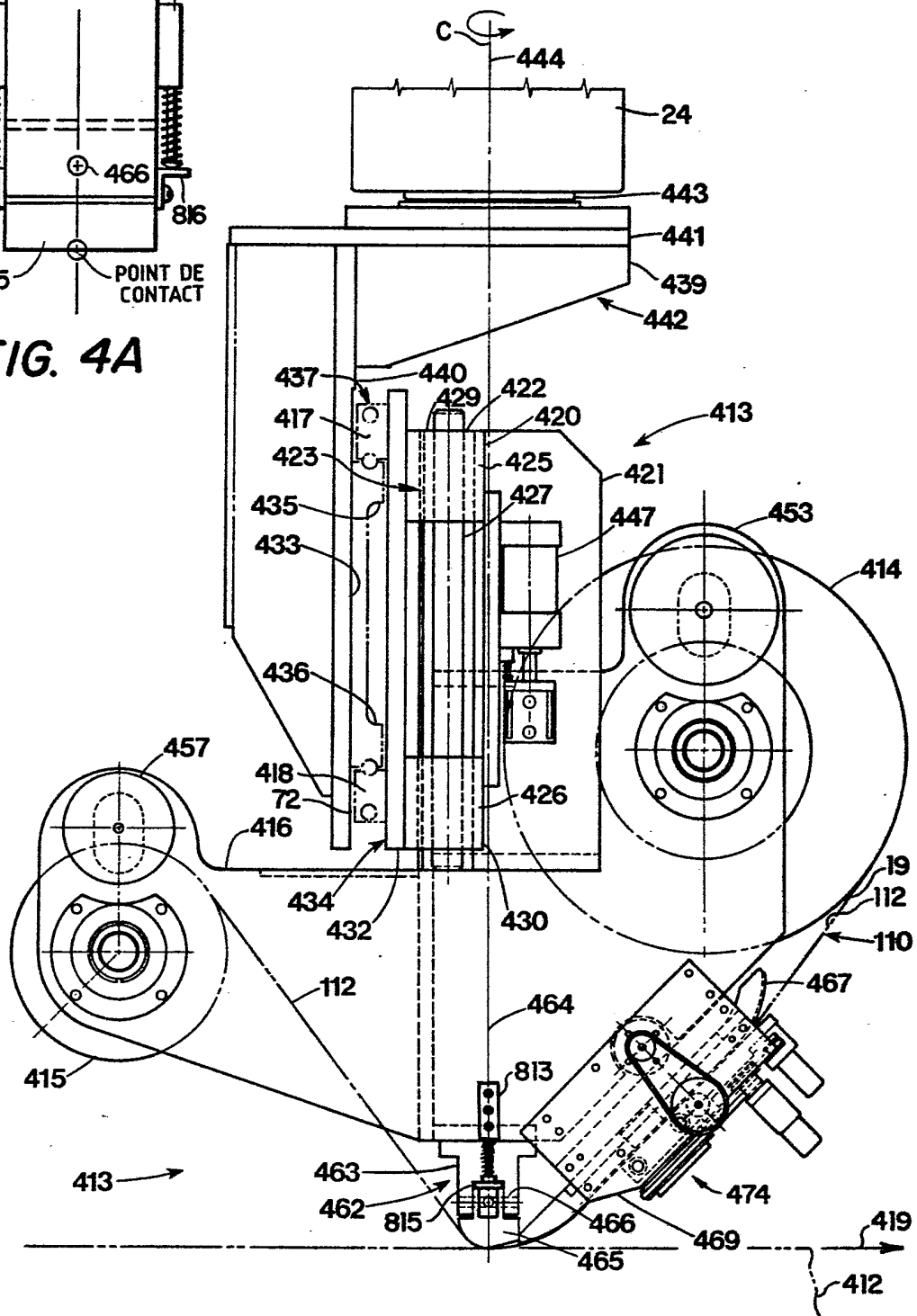
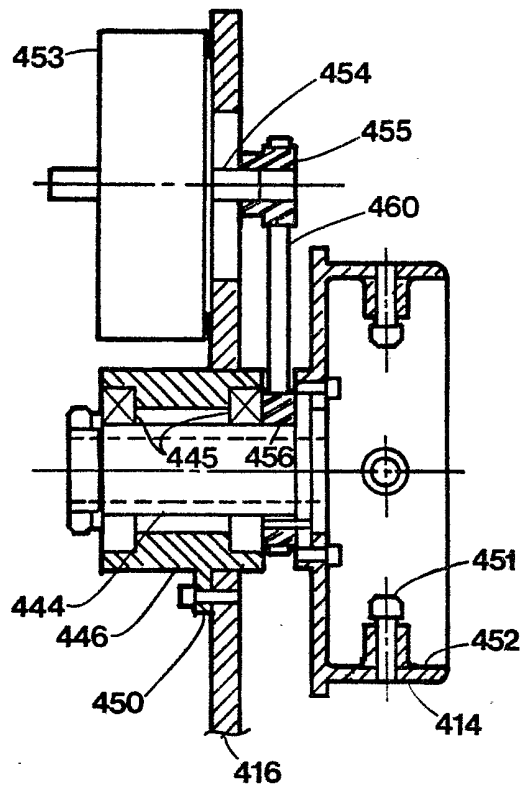
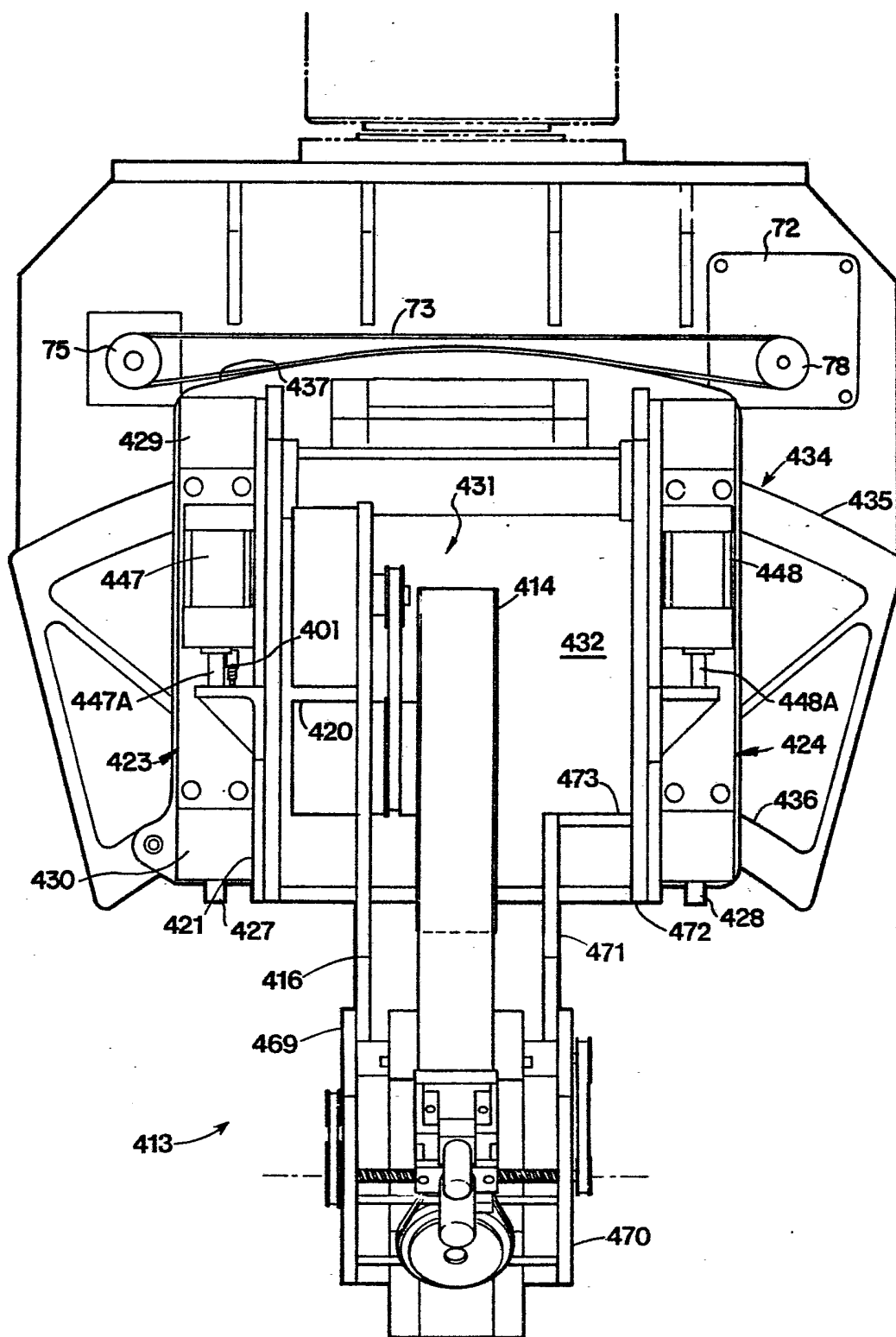
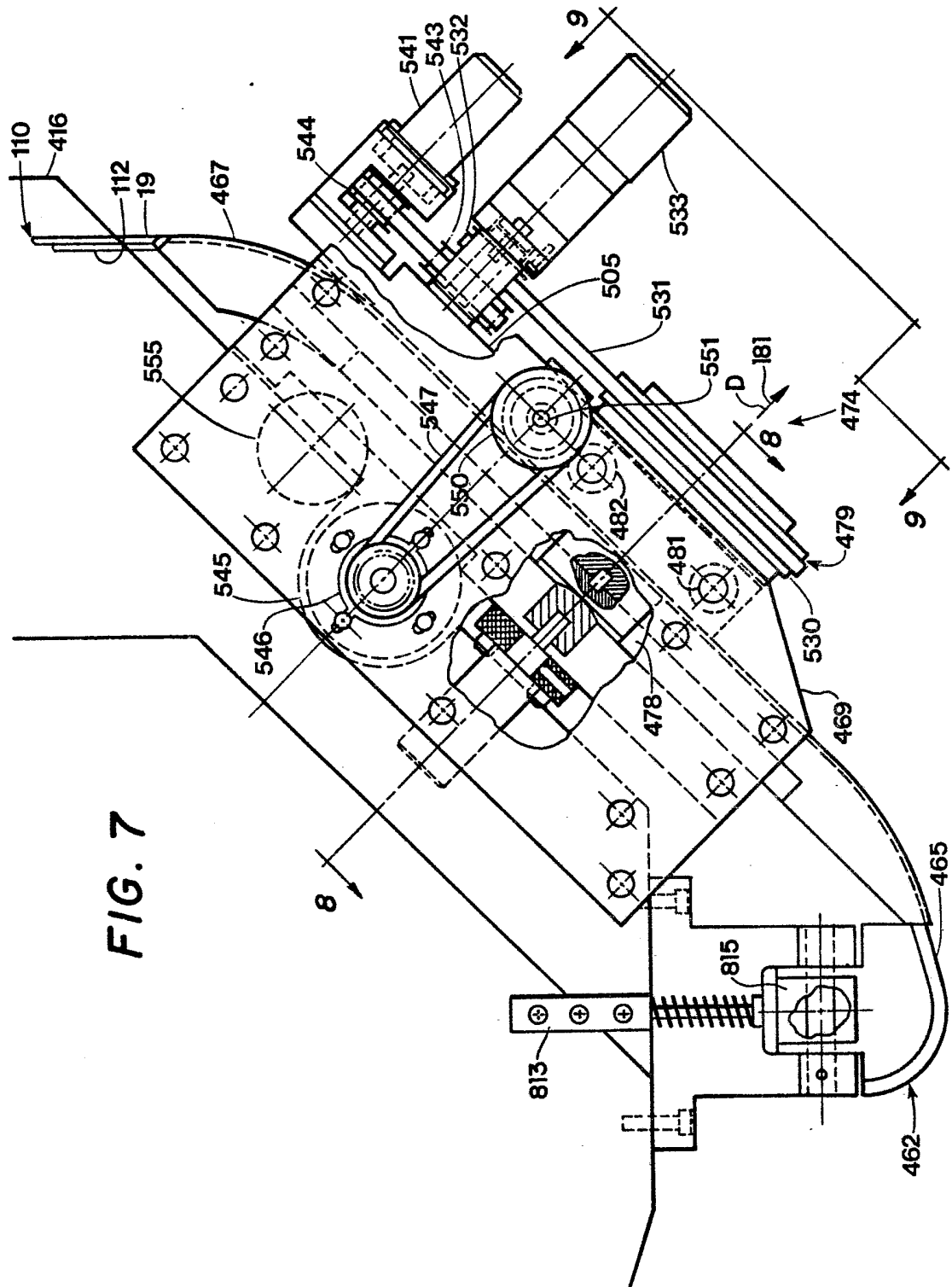
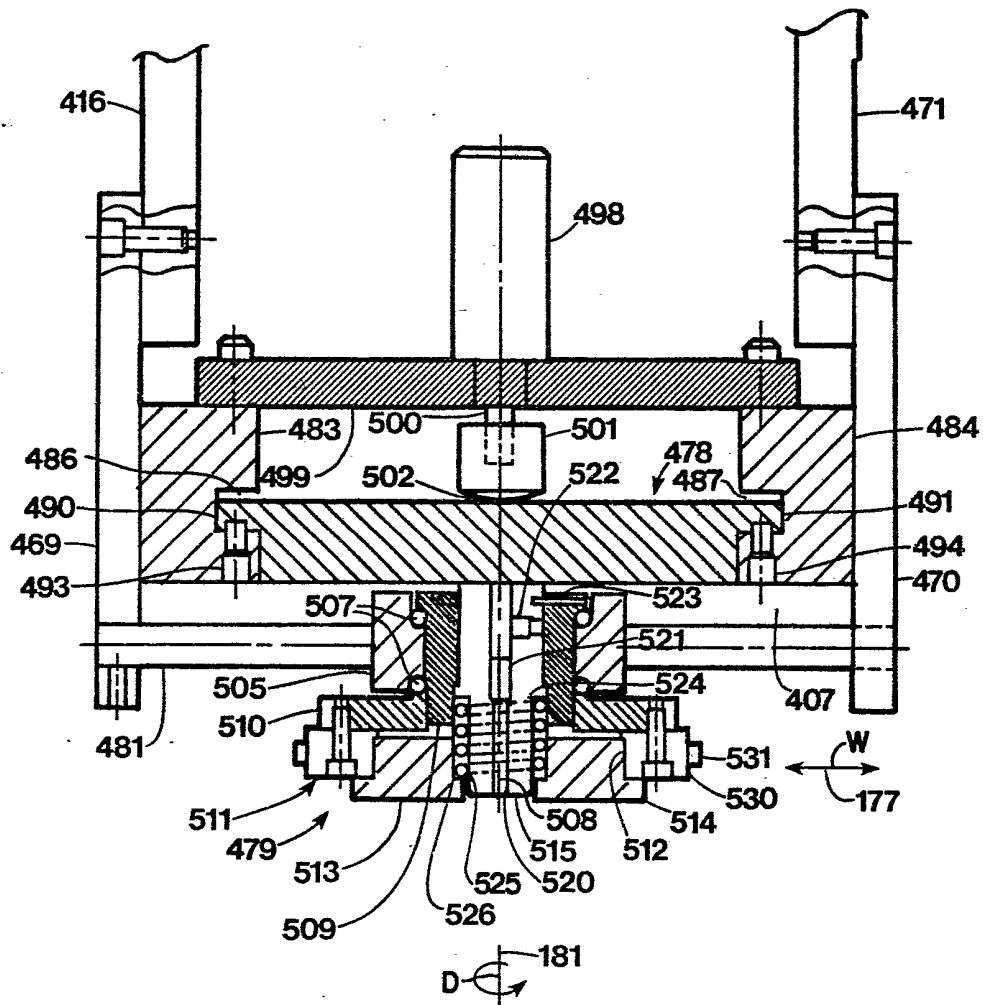


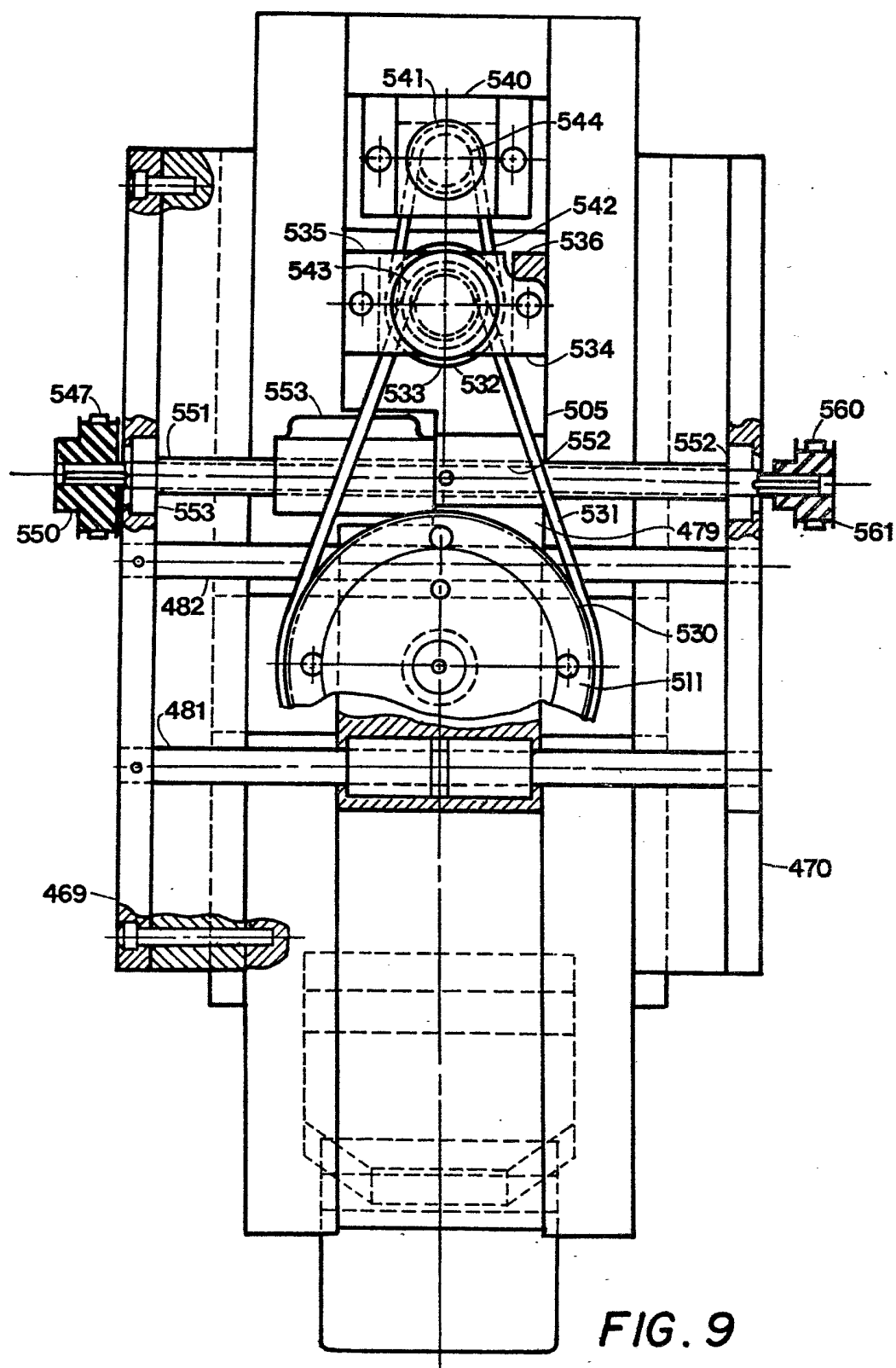
FIG. 4

**FIG. 5**

**FIG. 6**



**FIG. 8**



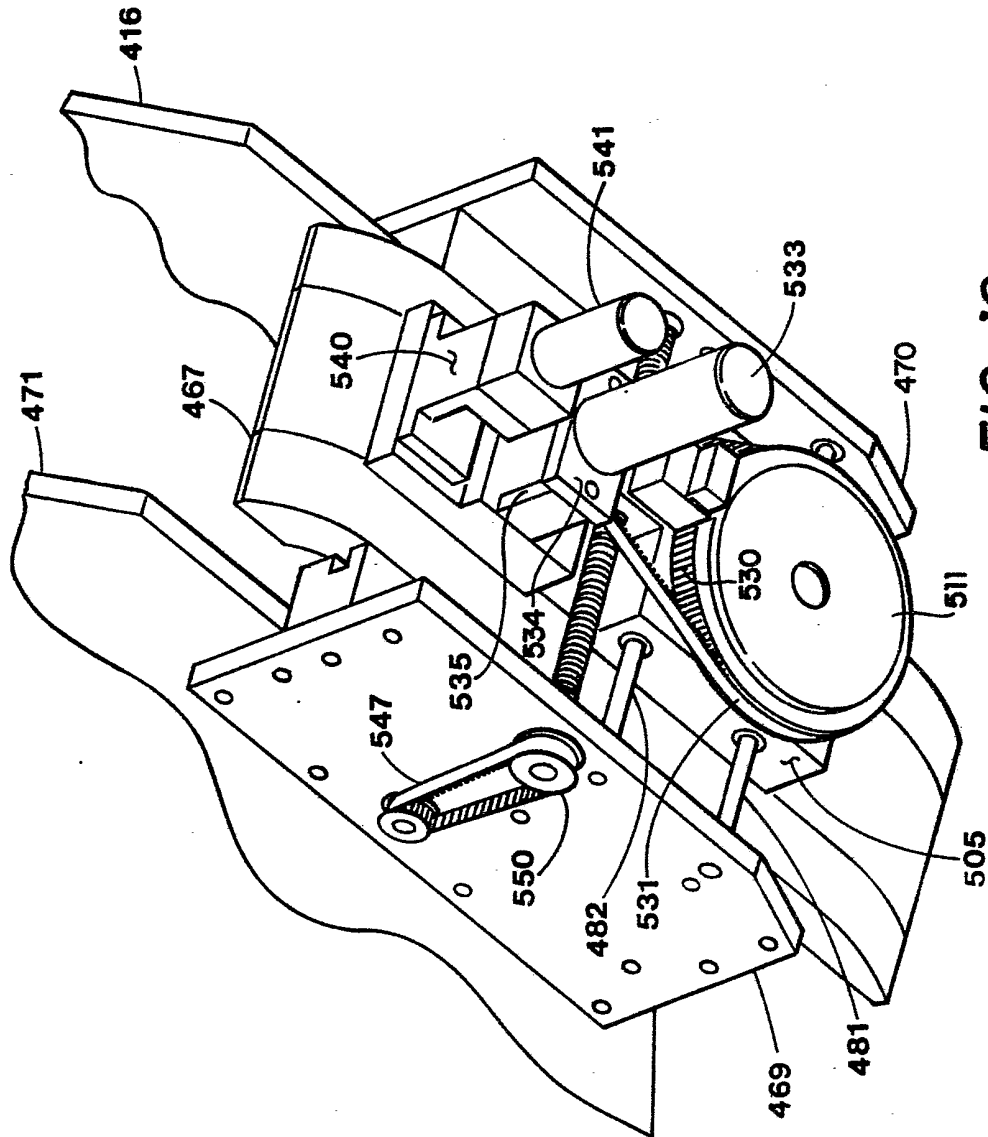
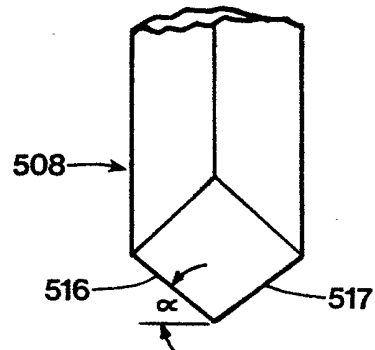
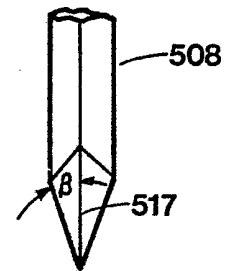
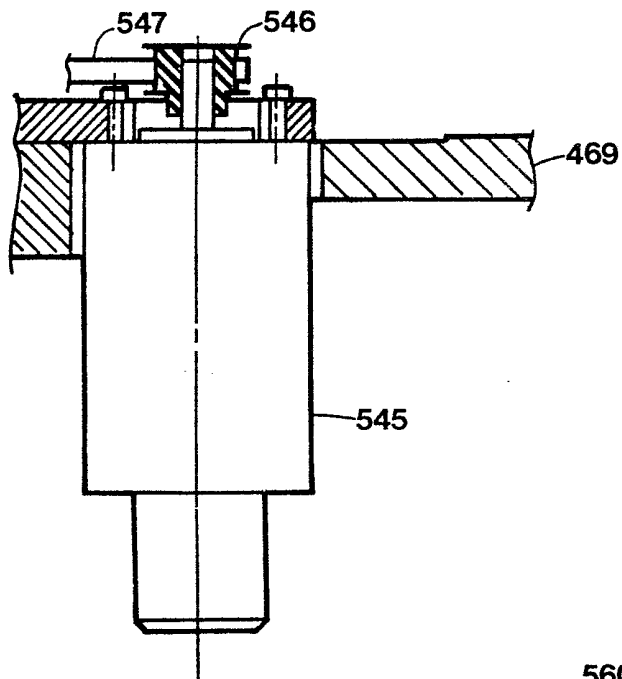
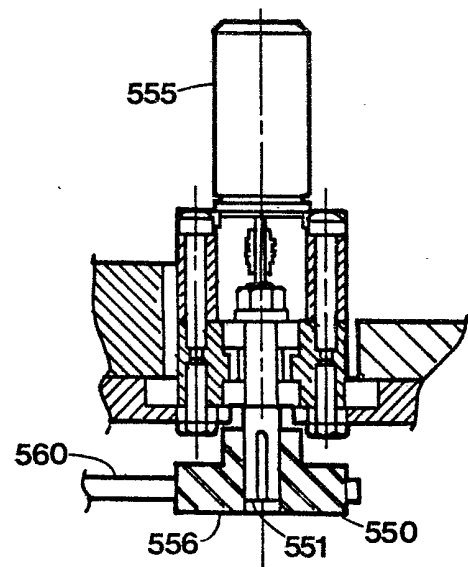


FIG. 10

**FIG. 11****FIG. 12****FIG. 13****FIG. 14**

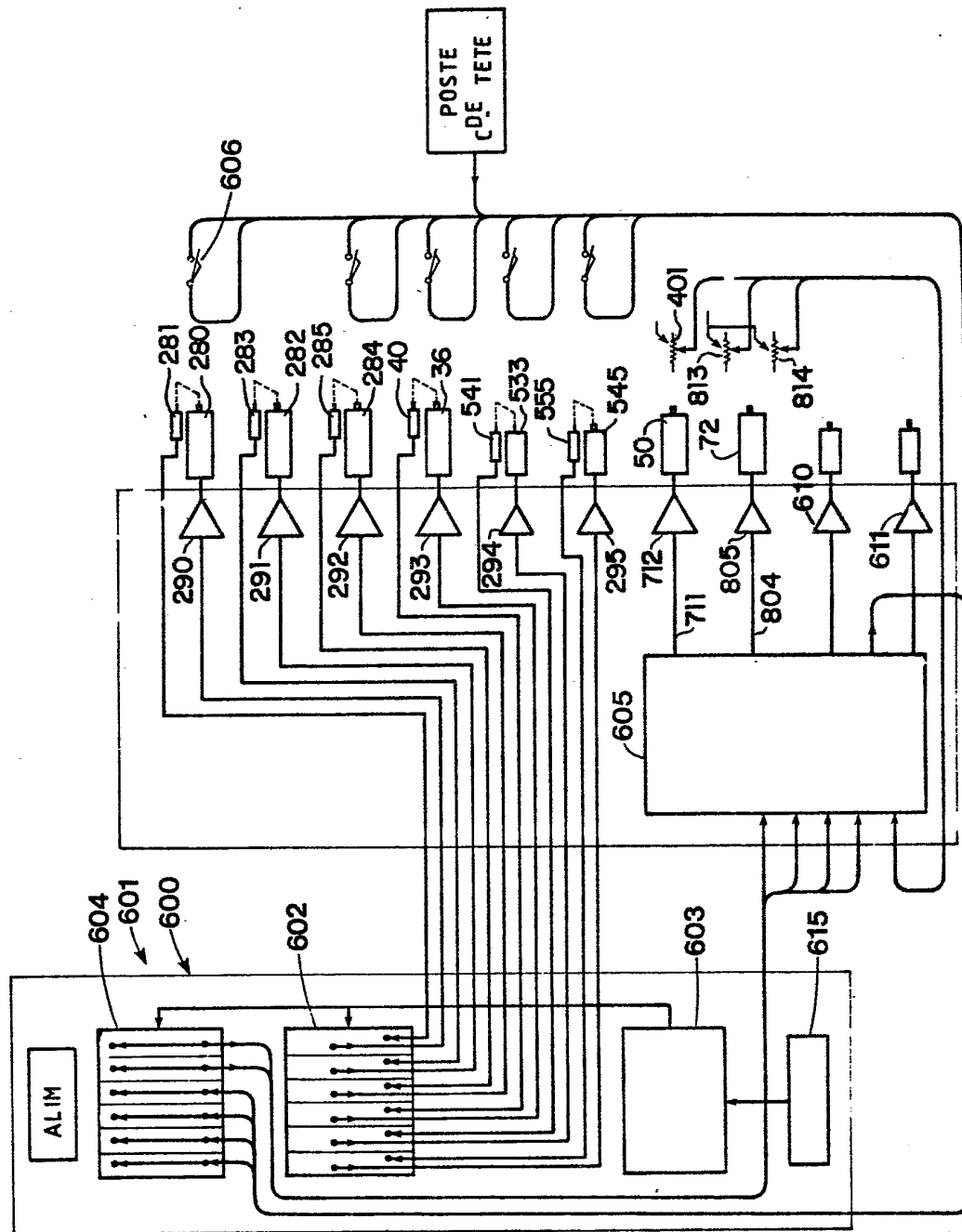


FIG. 15

FIG. 16

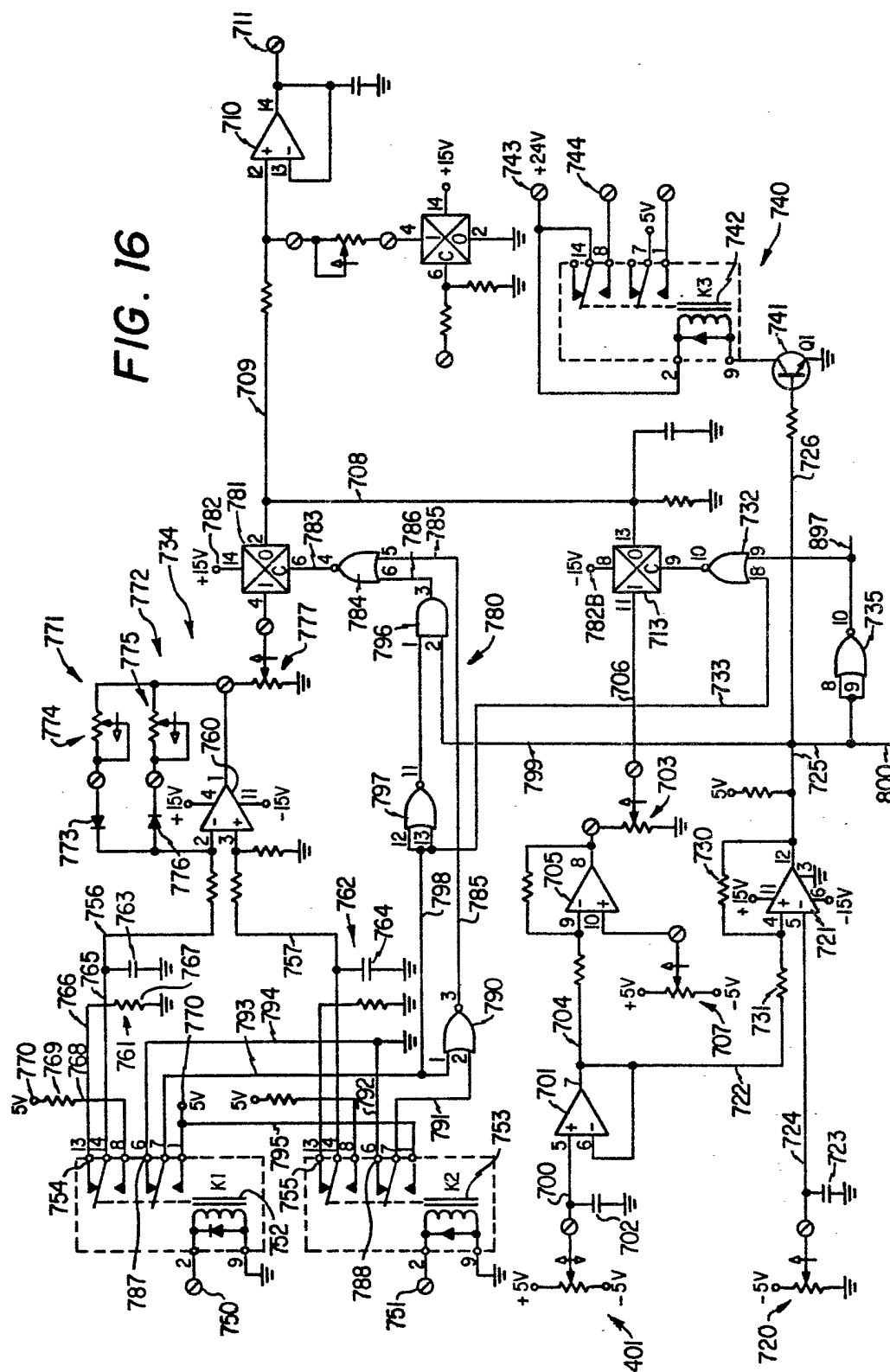


FIG. 17

