



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

Numéro de dépôt: 85402653.1

Int. Cl.4: B21D 5/14

Date de dépôt: 30.12.85

Date de publication de la demande:  
08.07.87 Bulletin 87/28

Demandeur: SOCIETE NOUVELLE DES  
ATELIERS ET CHANTIERS DU HAVRE  
30 rue Jean-Jacques Rousseau  
F-76066 Le Havre(FR)

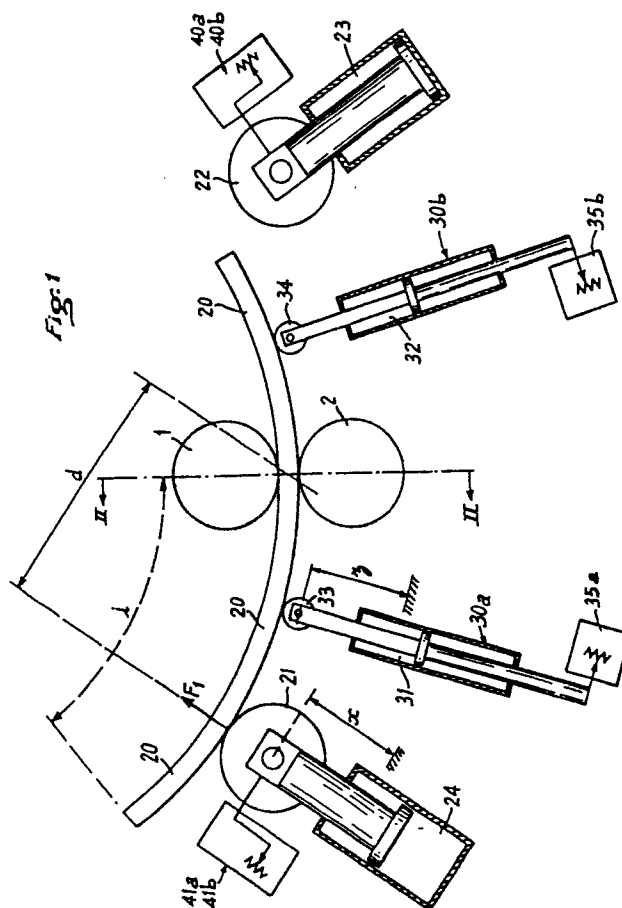
Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

Inventeur: L'autre inventeur a renoncé à sa  
désignation

Mandataire: Madeuf, René Louis et al  
Cabinet Madeuf 3, Avenue Bugeaud  
F-75116 Paris(FR)

**Machine à commande automatique à rouler les tôles.**

La machine à commande automatique à rouler les tôles comprenant au moins deux rouleaux centraux (1, 2) convenablement entraînés, réglables en hauteur et pouvant être déplacés axialement pour permettre de dégager l'objet fini est caractérisée en ce qu'en combinaison avec ces rouleaux centraux - (1, 2) sont placés, d'une manière connue en soi, des rouleaux latéraux (21, 22) pouvant être positionnés dans l'espace à l'aide de vérins (23, 24), ce positionnement étant en permanence enregistré par des capteurs (40a, 40b, 41a, 41b) travaillant en liaison avec un calculateur (50) et des palpeurs (30a, 30b) constitués par des vérins dont chaque tige est munie, à sa partie supérieure, de galets (33, 34) de façon à obtenir la position de ces palpeurs au moyen de capteurs numériques ou analogiques (35a, 35b) donnant des informations comparées aux consignes provenant du calculateur afin de positionner correctement les rouleaux latéraux (21, 22) pour rouler la tôle au rayon prévu dans une tolérance donnée, de calibrer les défauts inhérents à la tôle à une valeur donnée ou de rouler des cônes si nécessaire.



**EP 0 227 870 A1**

### Machine à commande automatique à rouler les tôles.

Il existe déjà des machines pour rouler les tôles très épaisses, en particulier pour la construction navale, qui sont en général équipées de quatre rouleaux cylindriques.

Deux des rouleaux, appelés rouleaux centraux, sont situés dans un plan vertical et pincement la tôle à rouler avec un effort que l'on peut doser. L'un de ces rouleaux est mobile par rapport à l'autre dans le plan vertical au moyen de deux vérins qui le déplacent de telle façon que les génératrices des rouleaux supérieurs et inférieurs soient parallèles. La pression hydraulique d'alimentation des vérins peut varier et permet le dosage de l'effort de pincement. Cette disposition constitue l'équivalent d'un encastrement au niveau de la tôle.

De plus, le pincement permet l'entraînement de la tôle suivant sa longueur et dans le plan horizontal par frottement, les deux rouleaux centraux inférieur et supérieur étant équipés d'un moyen de rotation par exemple un moteur électrique, hydraulique ou autres.

Deux autres rouleaux, appelés couramment rouleaux latéraux, sont disposés symétriquement de part et d'autre des rouleaux centraux. Ils sont mobiles suivant une direction oblique par rapport au plan passant par les axes des deux rouleaux centraux.

Deux groupes de vérins hydrauliques sont attelés chacun à l'aide de rouleaux latéraux et permettent de positionner, dans l'espace séparément, ceux-ci en altitude par rapport au couple de rouleaux centraux.

Bien entendu, l'ensemble sus-décrit des quatre rouleaux est inclus dans un bâti-support qui possède toutes les glissières nécessaires au mouvement des rouleaux centraux et latéraux.

De plus, le bâti est équipé d'un palier basculant latéral articulé autour d'un axe de manoeuvre par un vérin. Cet ensemble de paliers basculants est situé dans l'axe d'un bâti et permet de dégager le palier coulissant du rouleau central supérieur de façon à pouvoir servir, dans l'ensemble des quatre rouleaux précités, une tôle roulée entièrement fermée.

Dans la pratique actuelle, le réglage de la machine et, en particulier, la position du rouleau latéral assurant l'obtention d'un rayon théorique de la tôle, sont commandés manuellement par un opérateur qui, malgré son expérience, n'obtient un travail satisfaisant qu'après un long temps de travail. Par conséquent, le prix de revient est extrêmement élevé. Ceci est dû également au fait que les non-homogénéités du métal à cintrer, les écarts d'épaisseur de la tôle dus aux erreurs de laminage, la modification des caractéristiques du

métal pendant le cintrage, le fait que l'on travaille au-delà de la limite élastique du matériau, font, d'une part, que le rayon réellement obtenu n'est pas celui commandé et, d'autre part, que l'on constate, très souvent, une évolution réellement importante, évolution que l'on peut qualifier d'écarts entre un rayon maximum et un rayon minimum reliés réellement et qu'ainsi il est nécessaire de rattraper ces erreurs par des passes latérales nombreuses effectuées à petite vitesse de la machine avec cependant un résultat final qui serait entaché de défauts non négligeables.

Cet état de la technique antérieure montre une insuffisance de qualité de travail de la machine malgré l'intervention d'un spécialiste hautement qualifié.

Il est donc apparu nécessaire de remédier à ces inconvénients majeurs du fait des cahiers des charges très stricts apparus récemment pour les constructions navales.

La présente invention a donc pour objet de rendre la commande de la machine pratiquement automatique de façon qu'on obtienne, à partir des données numériques par une manoeuvre de passes, des pièces usinées correctement quels que soient les défauts du matériau et quelle que soit la forme désirée pouvant être cylindrique ou tronconique, de la tôle ainsi travaillée.

Conformément à l'invention, la machine à commande automatique à rouler les tôles comprenant au moins deux rouleaux centraux convenablement entraînés, réglables en hauteur et pouvant être déplacés axialement pour permettre de dégager l'objet fini est caractérisée en ce qu'en combinaison avec ces rouleaux centraux sont placés, d'une manière connue en soi, des rouleaux latéraux pouvant être positionnés dans l'espace à l'aide de vérins, ce positionnement étant en permanence enregistré par des capteurs travaillant en liaison avec un calculateur et des palpeurs constitués par des vérins dont chaque tige est munie, à sa partie supérieure, de galets de façon à obtenir la position de ces palpeurs au moyen de capteurs numériques ou analogiques donnant des informations comparées aux consignes provenant du calculateur afin de positionner correctement les rouleaux latéraux pour rouler la tôle au rayon prévu dans une tolérance donnée, de calibrer les défauts inhérents à la tôle à une valeur donnée ou de rouler des cônes si nécessaire.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, l'un des rouleaux centraux (rouleau inférieur) est monté dans des paliers pouvant coulisser verticalement sous l'action de vérins pour obtenir un effort constant et uniforme à partir des consignes élaborées par le calculateur.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Une forme de réalisation de l'objet de l'invention est représentée, à titre d'exemple non limitatif, au dessin annexé.

La fig. 1 est une élévation, partie en coupe schématique, des passes de la machine.

La fig. 2 est une coupe suivant la ligne II-II de la fig. 1.

La fig. 3 est un schéma de la commande automatique de la machine.

A la fig. 1, qui est une coupe partielle très schématique suivant la ligne I-I de la fig. 2, on a représenté les deux rouleaux centraux 1, 2, le rouleau 1 dit supérieur et le rouleau 2 dit inférieur. Le rouleau supérieur 1 est monté dans des paliers 3, 4 qui sont solidaires du bâti, non représenté, de la machine et calculés de façon à résister aux efforts auxquels est soumis, volontairement le rouleau supérieur.

Comme cela est visible à la fig. 2, on peut, à l'aide du vérin à double effet 5, régler la position du palier 4 pour des opérations qui seront décrites ci-dessous.

Le rouleau supérieur est monté sur un arbre d'entraînement 6 dont les extrémités reposent dans les paliers 3 et 4.

De plus, l'une des extrémités de l'arbre d'entraînement 6 porte un organe 7 permettant de relier l'arbre 6 à un élément moteur. Le rouleau inférieur 2 repose, par l'intermédiaire de l'arbre 8, dans des paliers 9, 10 qui sont supportés par les tiges 11, 12 des vérins à double effet 13, 14 solidaires du bâti de la machine. Ainsi, on peut utiliser, verticalement par l'intermédiaire des paliers 9, 10 et de l'arbre 8 le rouleau inférieur 2.

Comme dans le cas présent, il est possible parfois d'entraîner le rouleau inférieur 2 à l'aide du vérin 14.

De plus, un vérin à double effet 15, placé sur le côté latéral du bâti de la machine et articulé sur celui-ci, présente un axe 16 qui permet, par sa tige de vérin 15 a, de déplacer, à l'aide d'un axe 17, le palier 3 de façon à dégager le rouleau supérieur 1 et l'amener dans une position permettant l'extraction lorsque les passes de travail sont finies dans l'anneau réalisé à l'aide de la tôle 20.

La description, qui précède, permet d'indiquer que les rouleaux centraux 1 et 2, situés dans un même plan vertical, pincement la tôle 20 à rouler avec un effort que l'on peut doser puisque cet effort est

fonction de la pression des tiges de vérin 11, 12 qui déplacent le rouleau central inférieur 2 de façon à ce que les génératrices de ces rouleaux soient toujours parallèles. La pression hydraulique d'alimentation des vérins à double effet 13, 14 peut varier aisément et permet donc le dosage de l'effort de pincement de la tôle 20. De plus, le pincement ainsi obtenu, permet l'entraînement de la tôle 20 suivant sa longueur et dans un plan horizontal par frottement entre les deux rouleaux centraux inférieur 2 et supérieur 1 car ceux-ci, comme cela a déjà été indiqué, sont équipés de moyens de rotation, tels que moteurs électriques, hydrauliques ou autres.

La machine comporte en plus et comme cela est visible à la fig. 1 deux rouleaux latéraux 21, 22 qui sont disposés symétriquement de part et d'autre des rouleaux centraux 1, 2. Les rouleaux latéraux 21, 22 sont mobiles suivant une direction oblique par rapport au plan présenté par les axes des deux rouleaux centraux comme cela est parfaitement visible à la fig. 1.

Deux couples de vérins hydrauliques 23, 24 - (un seul des des vérins de chaque couple est représenté à la fig. 1) attelés chacun au palier de l'un des rouleaux latéraux 21, 22 permettent de positionner parallèlement ces rouleaux par rapport au couple des rouleaux centraux 1, 2. L'ensemble des quatre rouleaux 1, 2, 21, 22 est, comme déjà indiqué, inscrit dans un bâti supérieur dont une partie 25 est représentée à la fig. 2, ce bâti-support étant équipé des glissières nécessaires au mouvement des rouleaux 1, 2, 21, 22 sous l'effet des vérins 13, 14, 23, 24.

Comme déjà indiqué, ce bâti est, de plus, équipé d'un palier basculant 3 (voir fig. 1) articulé autour d'un axe 25 et manoeuvré par le vérin à double effet 15. Cet ensemble de paliers basculants est situé dans l'axe du bâti, il permet donc de dégager le palier coulisant 6 a logé dans le palier basculant 3 du rouleau supérieur 1 afin de pouvoir sortir, de l'ensemble des rouleaux centraux 1, 2 une tôle roulée, entièrement fermée. Le vérin à double effet 5 du palier 4 fixé à l'une de ses extrémités 5a au bâti de la machine, permet de faire basculer l'ensemble du rouleau central supérieur 1 autour d'un axe 26 schématisé à la fig. 2, afin de faciliter la manoeuvre de dégagement d'une tôle roulée fermée, après que le palier 3 ait été basculé par le vérin 15. Les paliers d'extrémité de chacun des rouleaux centraux 1, 2 sont coulisants et équipés de rotules, ce qui permet éventuellement de les incliner par rapport à l'horizontale.

La tôle pincée 20 entre les rouleaux centraux 1, 2 est pliée au moyen de l'un quelconque des rouleaux latéraux 21, 22 qui sont poussés par les paires de vérins 23, 24. L'effort de poussée F1 -

(voir fig. 1) des rouleaux latéraux utilisés, dans le cas présent le rouleau 21, généré au moyen de ces vérins de manoeuvre crée un moment fléchissant dont la valeur est  $F_{xd}$  et plie donc la tôle 20 à l'encastrement des rouleaux centraux 1,2. La rotation opposée des deux rouleaux centraux 1,2 qui pincents la tôle 20 entraîne la tôle suivant une direction déterminée.

Après pliage, le maintien en position du rouleau latéral utilisé (rouleau 21) associé à la rotation des deux rouleaux centraux 1, 2 permet d'obtenir un rayon de roulage théorique  $R_t$ , fonction de la position  $x$  du rouleau latéral 21.

Comme il a déjà été indiqué, la position latérale du rouleau 21 assurant l'obtention du rayon théorique est actuellement commandée par l'opérateur.

Cependant, les non-homogénéités du métal à cintrer, les écarts d'épaisseur de la tôle dus aux erreurs de laminage, la modification des caractéristiques du métal pendant le cintrage, le fait que l'on travaille au-delà de la limite élastique du matériau font, d'une part, que le rayon réellement obtenu n'est pas celui commandé et, d'autre part, qu'on constate une ovalisation relativement importante (écart entre rayon maximum et rayon minimum roulé réellement) qu'il est nécessaire de rattraper par des "passes" locales nombreuses, effectuées à petite vitesse.

Le résultat final obtenu reste cependant entaché de défauts non négligeables.

L'originalité du système de roulage à commande automatique proposé consiste à utiliser des palpeurs  $30a$ ,  $30b$  fixés sur le bâti non représenté et situés de part et d'autre du rouleau central inférieur 2 par exemple entre ce rouleau central 2 et les rouleaux latéraux 21, 22. On peut bien sûr utiliser plusieurs palpeurs  $30a$  et  $30b$  disposés selon la largeur de la tôle à rouler.

Pour simplifier, la description sera faite avec un seul palpeur  $30a$  et un seul  $30b$  situés à mi-largeur de la tôle. Ces palpeurs sont constitués par exemple par des vérins 31, 32 à commande hydraulique équipés d'une roulette 33, 34 en bout de tige. Les vérins peuvent être déplacés vers le haut ou le bas, soit pour mettre leur roulette d'extrémité en contact avec l'extérieur de la tôle, soit pour être effacés.

Leur position en altitude est enregistrée au moyen de capteurs (numérique ou analogique)  $35a$ ,  $35b$ .

lorsque les roulettes 33, 34 sont en contact avec la tôle 20 on maintient la pression d'huile dans le sens "mise en place" de sorte que la roulette 33 ou 34 reste en contact avec la tôle 20 à tout instant quelles que soient les irrégularités - (bosses, creux, faux rond) de la tôle 20.

L'effort de contact des roulettes 33, 34 sur la tôle 20 est calculé de façon que la déformation résultante de la tôle soit négligeable (quelques kilos).

La première passe de roulage est effectuée avec une position  $X_1$  de rouleau latéral 21 fixe correspondant à un rayon  $R_1$  donné, ce rayon étant plus grand que le rayon final  $R_f$  à obtenir. Les palpeurs  $30a$ ,  $30b$  sont alors effacés.

Cette passe effectuée, le rouleau latéral utilisé est dégagé de façon à libérer la tôle cintrée, celle-ci restant cependant pincée entre les rouleaux centraux 1, 2. Les deux palpeurs  $30a$  et  $30b$  sont alors mis au contact de la face extérieure de la tôle, et on fait défiler celle-ci au moyen de moteurs d'entraînement 7, 14. De même qu'à toute position  $X$  du rouleau latéral correspond un rayon théorique  $R_t$ , à toute cote  $z$  du palpeur correspond un rayon  $R_r$  réel (puisque la tôle 20 n'est plus soumise à effort). Dans ces conditions on enregistre sur toute la longueur de la tôle, la valeur du rayon de cintrage instantané  $R_i$ .

Les écarts de  $R_i$  par rapport au rayon de cintrage commandé sont calculés à partir de leur mesure et mémorisés et vont servir dans la passe future à asservir la position  $x_2$  du (ou des) rouleaux latéraux 21 et 22 de façon à réduire ou supprimer les écarts de géométrie enregistrés.

Pour la passe suivante, on détermine donc une nouvelle position  $x_2$  du rouleau latéral considéré pour obtenir un nouveau rayon  $R_2$  théorique,  $< R_1$ . On ajoute à tout instant pendant que la tôle défile, à la valeur de  $x_2$  ainsi établie, les écarts correspondant aux valeurs mémorisées lors de la première passe par le moyen des capteurs, pondérés d'un certain coefficient. On effectue la deuxième passe en asservissant la position du rouleau latéral et l'on fait un nouveau relevé du profil réel par les capteurs. On enregistre à nouveau les écarts instantanés qui vont servir à corriger la position du rouleau lors de la troisième passe et ainsi de suite jusqu'à l'obtention du rayon final.

L'asservissement des rouleaux latéraux est réalisé de la façon suivante :

1) à chacun des rouleaux 21 et 22 sont respectivement associés deux capteurs  $40a$ ,  $40b$  et  $41a$ ,  $41b$  qui représentent la position  $x$  de chacun des rouleaux 21, 22. Cette disposition permet d'obtenir de façon précise l'horizontalité des rouleaux;

2) en fonction des données géométriques de la machine et du numéro  $n$  de la passe à réaliser, un calculateur numérique 50 (fig. 3) calcule le rayon théorique  $R_n$  à obtenir. Ce calcul est effectué selon une loi dite "de convergence" de forme exponentielle décroissante, qui permet de se rapprocher du rayon final  $R_f$  à rouler en fonction du numéro de la passe.

On peut fixer le nombre de passes  $n$  par l'in-

termédiaire de la loi de convergence.

Les caractéristiques de la tôle, le nombre de passes, le rayon final et les tolérances sont introduits dans le calculateur 50 par l'entrée 60 (voir fig. 3) ;

3) selon une loi mathématique fixée par la géométrie de la machine et de ses accessoires, le calculateur établit ensuite, pour chaque rayon théorique  $R_n$  à obtenir la consigne théorique fixé  $X_n$  de position du rouleau correspondante :

4) pendant le roulage de la passe  $\underline{n}$ , à la consigne principale  $X_n$  est superposée une consigne variable de correction  $\alpha E(n-1)_i$ , qui représente, pour chaque point du profil de la tôle 20, une partie de la valeur  $E(n-1)_i$  mémorisée, correspondant à l'écart enregistré à la passe (n-1) précédente par les palpeurs entre le rayon théorique  $R(n-1)$  et le rayon réel  $R(n-1)_i$ . Cet écart est fonction de la position  $i$  de la tôle 20 par rapport à l'endroit où elle est pincée ;

5) les valeurs de  $E(n-1)_i$  correspondent en tout point au profil roulé, à la moyenne arithmétique des écarts entre le rayon théorique  $R(n-1)$  et le rayon réel instantané  $R(n-1)_i$ . Ces écarts sont calculés par le calculateur 50 à partir des valeurs  $R(n-1)_i$ , et  $R(n-1)_z$ , mesurées simultanément par les deux palpeurs 30a, 30b tout au long de la tôle. Cette disposition permet de limiter toute erreur de mesure due aux mouvements irréguliers de la tôle pendant la translation "à vide", et/ou à l'effet du poids propre de la tôle dont le centre de gravité se déplace pendant la translation.

Ces écarts sont ensuite mémorisés. Ainsi que dit ci-dessus, les valeurs enregistrées de  $E(n-1)$  sont transformées en consignes de correction  $\alpha E(n-1)_i$  pour tenir compte de la loi de convergence, du numéro de la passe et de la géométrie de la machine ;

6) de même les mesures effectuées par les deux palpeurs 30a, 30b à la passe  $\underline{n}$  permettent de calculer par des relations géométriques simples, le rayon instantané en tout point et le rayon moyen réel correspondant  $R(n)_i$ .

7) la comparaison entre le rayon final  $R_f$  entré comme donnée dans le calculateur 50 et le rayon  $R(n)_i$  arrête le cycle de convergence lorsque l'écart est inférieur à une valeur fixée à l'avance - (tolérance admise sur le rayon) ;

8) de même, le cycle d'asservissement des rouleaux est stoppé lorsque la valeur  $E(n)$ , représentant la moyenne arithmétique des valeurs  $E(n)_i$  le long de la tôle, est inférieure à une valeur référence fixée à l'avance (tolérance d'ovalisation).  $E(n)$  représente l'écart entre  $R(n)$  et  $R(n)_i$  à la passe  $\underline{n}$ .

Pendant le roulage, la réalisation d'un cylindre non gauche nécessite d'avoir un effort de pincement de la tôle constant et uniforme sur la longueur de la tôle.

Dans le cas où cet effort n'est pas uniforme ou est mal déterminé, on roule un cône ou un tonneau, ou on lamine la tôle.

L'effort de pincement est fonction de l'épaisseur de la tôle à rouler, de sa largeur et de la qualité de l'acier.

Le réglage de cet effort est actuellement comme déjà indiqué effectué au moyen de soupapes des sûreté commandées par l'opérateur, séparément en général pour chaque côté.

Cette disposition peut entraîner dans de nombreux cas des erreurs (réglages différents entre les deux soupapes, mauvais réglage par rapport aux caractéristiques de la tôle, etc.) qui se traduisent par les défauts cités ci-dessus.

La machine proposée comporte donc un asservissement de l'effort de pincement réalisé de la façon suivante.

Le rouleau central inférieur 2 mobile est équipé de deux vérins 13 et 14. Chaque section de vérins soumise à la pression est équipée d'un capteur de pression 61a, 61b (voir fig. 2).

En fonction des caractéristiques de la tôle entrées comme données dans le calculateur 50, celui-ci établit à partir de relations simples une consigne de pression  $P_o$ , image de l'effort de pincement. Cette consigne est comparée à la pression réelle  $P_r$  mesurée par le capteur 61a ou 61b.

L'écart entre  $P_o$  et  $P_r$  permet de commander une servo-valve 62 ou 63 qui alimente le vérin 13 ou 14 ou évacue l'huile sous pression pour maintenir la pression constante.

L'un des vérins peut recevoir en plus une consigne additionnelle extérieure 70 qui permet par exemple de redresser une tôle qui aurait été roulée en cône ou gauche. Cette consigne additionnelle permet de modifier la pression du circuit incriminé en plus ou en moins par rapport à la pression calculée.

Cette machine peut également rouler des cônes par inclinaison du rouleau latéral de cintrage par rapport à l'horizontale. Pour cela, les consignes de position  $x_n$  imposées à chaque vérin du même rouleau sont différentes, et résultent d'un calcul mathématique simple établi en fonction des données géométriques de la machine et résolu par le calculateur.

Une commande manuelle modifiant l'une des deux consignes  $x_n$  de position des deux vérins de commande d'un même rouleau permet également de réaliser des cônes par l'opérateur indépendamment du calculateur (flèches  $F_{10}$  et  $F_{11}$  - Fig. 3).

## Revendications

1 -Machine à commande automatique à rouler les tôles comprenant au moins deux rouleaux centraux (1, 2) convenablement entraînés, réglables en hauteur et pouvant être déplacés axialement pour permettre de dégager l'objet fini, caractérisée en ce qu'en combinaison avec ces rouleaux centraux - (1, 2) sont placés, d'une manière connue en soi, des rouleaux latéraux (21, 22) pouvant être positionnés dans l'espace à l'aide de vérins (23, 24), ce positionnement étant en permanence enregistré par des capteurs (40a, 40b, 41a, 41 b) travaillant en liaison avec un calculateur (50) et des palpeurs - (30a, 30b) constitués par des vérins dont chaque tige est munie, à sa partie supérieure, de galets - (33, 34) de façon à obtenir la position de ces palpeurs au moyen de capteurs numériques ou analogiques (35a, 35b) donnant des informations comparées aux consignes provenant du calculateur (50) afin de positionner correctement les rouleaux latéraux (21, 22) pour rouler la tôle au rayon prévu dans une tolérance donnée, de calibrer les défauts inhérents à la tôle à une valeur donnée ou de rouler des cônes si nécessaire.

2 -Machine suivant la revendication 1, caractérisée en ce que l'un des rouleaux centraux (2) (rouleau inférieur) est monté sur des paliers pouvant coulisser verticalement sous l'action de vérins (13, 14) pour obtenir un effort constant et uniforme à partir des consignes élaborées par le calculateur (50).

3 -Machine suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le calculateur contient, au moins, une mémoire permettant l'enregistrement des tolérances des rayons et des rotondités de la tôle à travailler.

4 -Machine suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le nombre de passes de travail est programmé à l'avance dans la mémoire du calculateur (50).

5 -Machine suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le roulage s'effectue de façon continue, chaque rayon successif étant calculé suivant une loi de convergence exponentielle décroissante, la correction de rotondité s'effectuant pendant le roulage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

Fig. 1

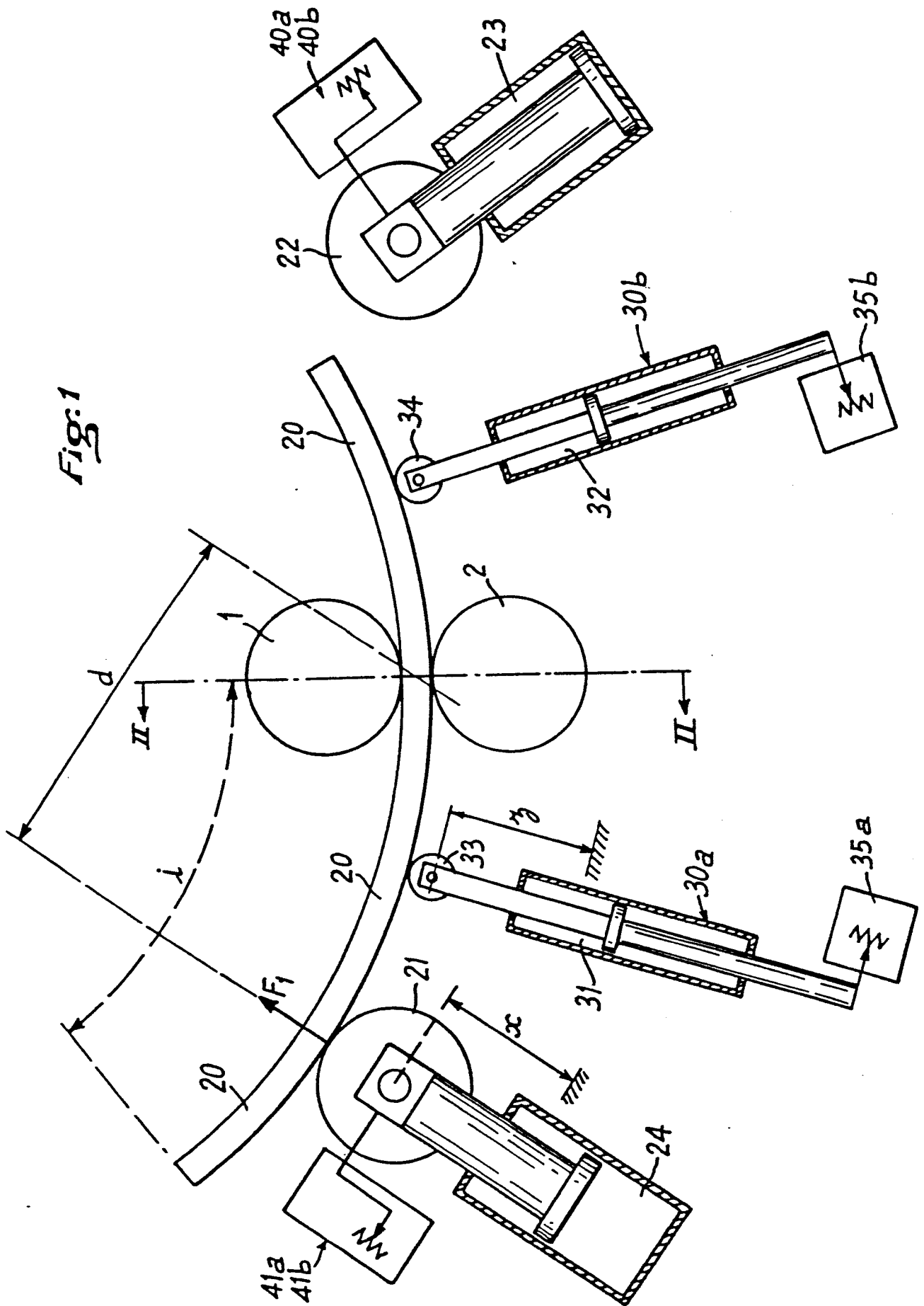


Fig. 2

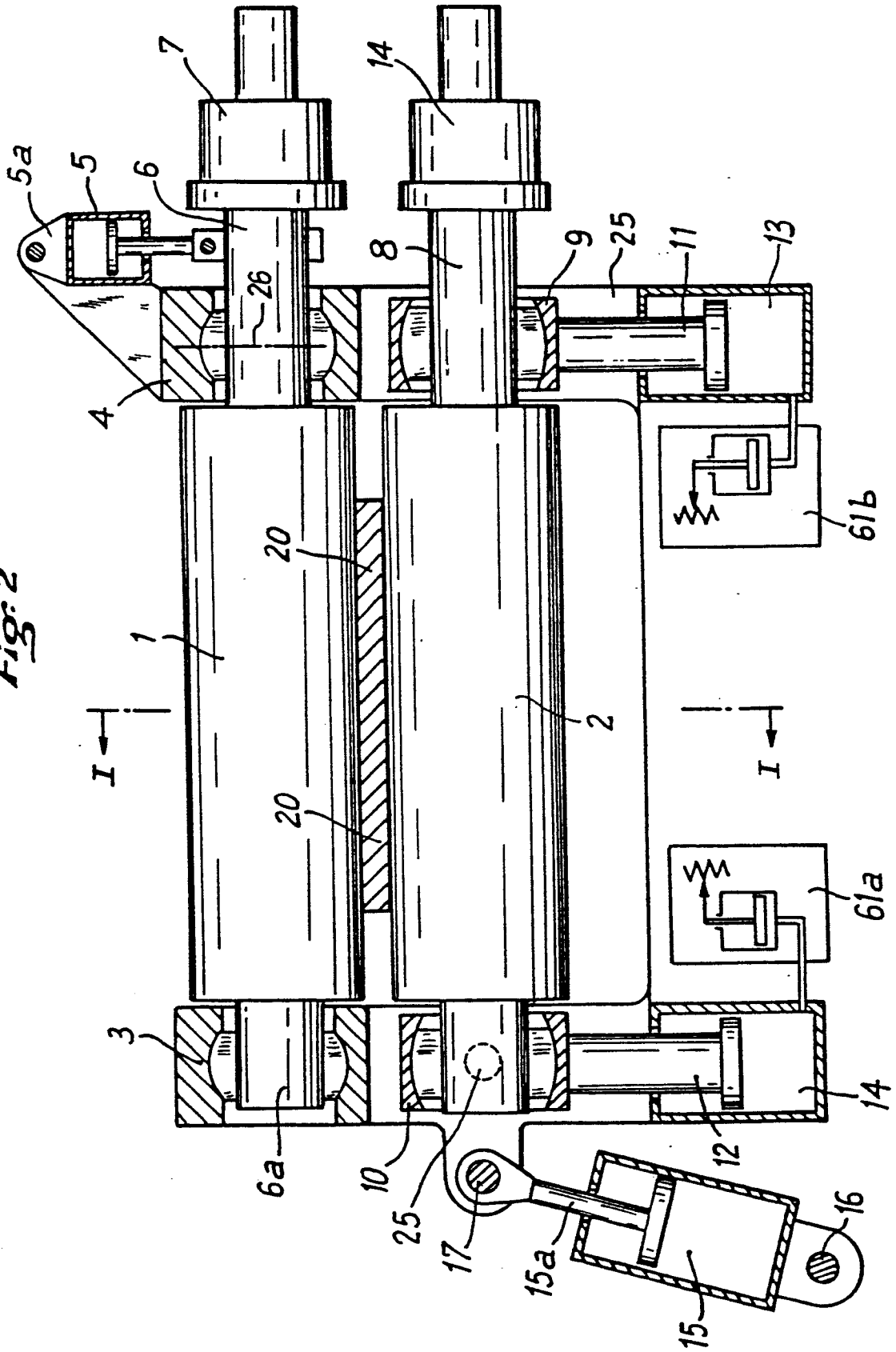
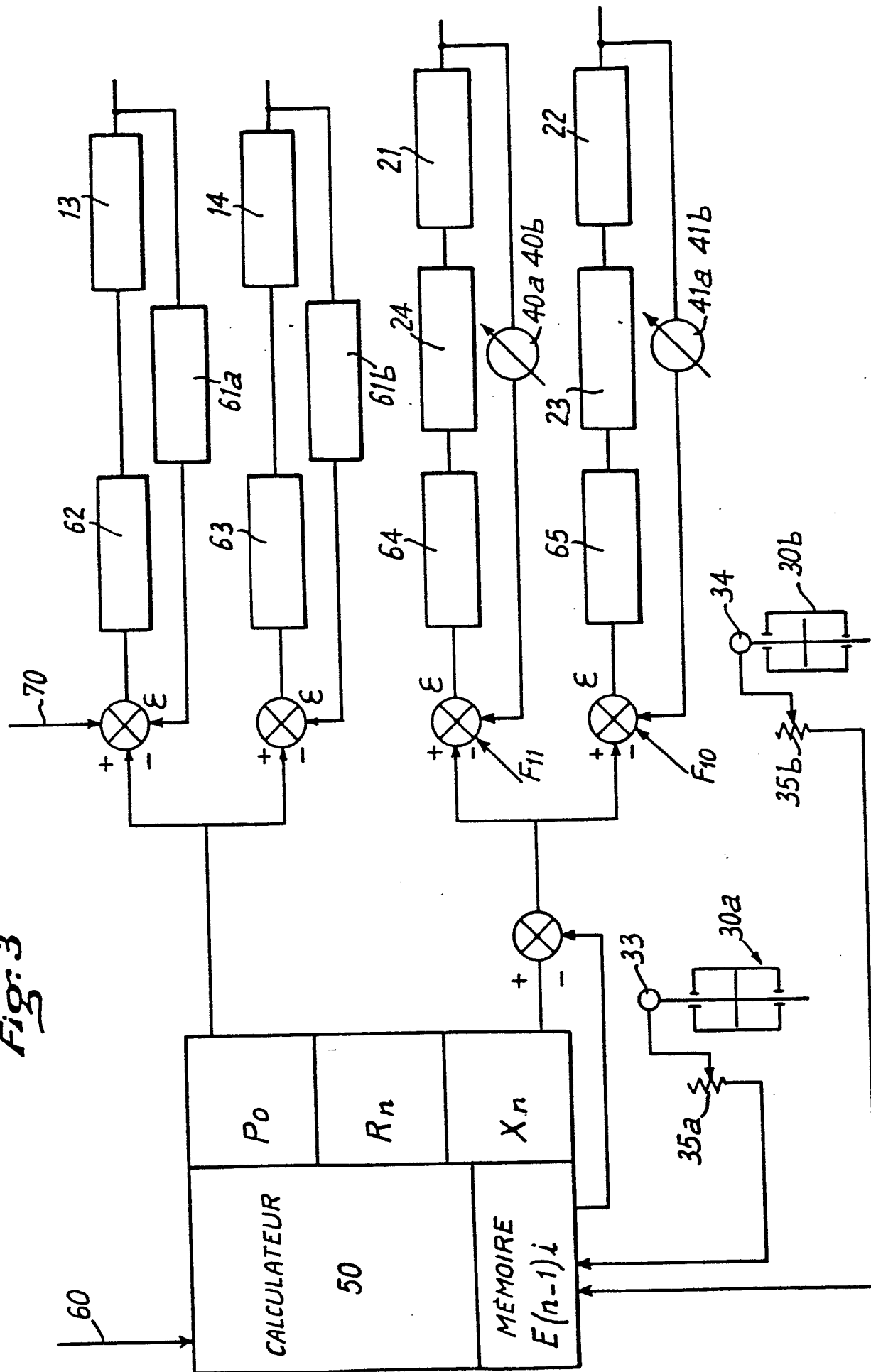




Fig: 3





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
Y	DE-A-3 041 212 (SCHÄFER) * revendications 1, 2, 4; figure 1 *	1,2	B 21 D 5/14
Y	DE-A-2 247 061 (VERRINA) * revendication 1; figure 3, positions 2, 3, 4; page 11, lignes 15, 16 *	1,2	
A	US-A-3 955 389 (FOSTER) * revendications 1, 2; figures 1, 8 *	1,3	
A	GB-A-1 099 982 (HITACHI) * revendication 1, figure 6 *	1	
A	DE-B-2 610 596 (HÄUSLER) * figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) B 21 D 5/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 12-08-1986	Examineur SCHLAITZ J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			