



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 748 662 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.03.2000 Patentblatt 2000/12

(51) Int Cl.7: **B21D 7/025**

(21) Anmeldenummer: **96109222.8**

(22) Anmeldetag: **08.06.1996**

(54) **Verfahren zur Steuerung einer Rohrbiegemaschine**

Method for controlling a tube bending machine

Méthode de contrôle d'une machine de pliage de tubes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **17.06.1995 DE 19522062**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.12.1996 Patentblatt 1996/51

(73) Patentinhaber: **Schwarze, Rigobert, Dipl.-Ing.**
D-51109 Köln (DE)

(72) Erfinder: **Schwarze, Rigobert, Dipl.-Ing.**
D-51109 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
von Kreisler, Selting, Werner
Postfach 10 22 41
50462 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 58 205 620

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 050 (M-281), 7.März 1984 & JP-A-58 205620 (HITACHI SEISAKUSHO KK), 30.November 1983,**

EP 0 748 662 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Rohrbiegemaschine sowie eine Rohrbiegemaschine.

[0002] Beim Biegen von Rohren wird das Rohr mit einer Spannbacke seitlich gegen eine Biegeschablone gedrückt, die anschließend unter Mitnahme der Spannbacke gedreht wird. Beim Drehen der Biegeschablone wird das Rohr um die Biegeschablone herum gebogen. Der ungebogene Rohrabschnitt stützt sich dabei an einer Gleitschiene ab. Auf die Gleitschiene wirkt eine Vorschubvorrichtung ein, die die Gleitschiene während des Biegevorganges vorschiebt. Eine besondere Bedeutung kommt der gegenseitigen Abstimmung zwischen der Drehbewegung der Biegeschablone und der Vorschubbewegung der Gleitschiene zu. Wenn die Gleitschiene zu schnell oder zu langsam vorgeschoben wird, können an dem Rohr Risse, Wellungen oder ovale Verformungen entstehen. Ferner können sich Bereiche unterschiedlicher Wandstärke ausbilden.

[0003] In DE 23 04 838 C2 ist ein Rohrbiegeverfahren beschrieben, bei dem der Drehwinkel der Biegeschablone und die Position der Gleitschiene ermittelt werden. Entsprechend der Differenz zwischen der Stauchgeschwindigkeit und der Umfangsgeschwindigkeit der Biegeschablone wird ein Istwert ermittelt, der mit einem entsprechenden Sollwert der Geschwindigkeitsdifferenzen verglichen wird. Das Vergleichsergebnis wird einem Servoventil zugeleitet, das einen der beiden hydraulischen Antriebe beeinflusst. Hierbei erfolgt eine gegenseitige Abstimmung von Vorschubgeschwindigkeit und Biegegeschwindigkeit, die einander gleichgemacht oder auf ein bestimmtes Verhältnis eingestellt werden.

[0004] In DE 41 29 478 A1 nächster Stand der Technik ist ein Verfahren zur Steuerung einer Rohrbiegemaschine beschrieben, das als Synchronvorschub bezeichnet werden kann. Hierbei werden die Drehposition der Biegeschablone und die Vorschubposition der Gleitschiene ermittelt. Die so gewonnenen Meßgrößen werden miteinander verglichen. Der Differenzwert steuert einen Druckregler, der den der Vorschubeinrichtung zuzuführenden Druck verändert. Wenn bei einem derartigen Steuerverfahren die Ist-Position einmal hinter der Soll-Position herläuft, muß, um wieder synchron fahren zu können, die einwirkende Vorschubkraft ständig erhöht werden. Da hierbei keine Rücksicht auf das Fließverhalten des Rohrmaterials genommen wird, besteht die Gefahr der Faltenbildung. Ferner besteht die Gefahr, daß die Gleitschiene an dem Rohr rutscht, weil die auftretende Vorschubkraft die Reibungskraft der Gleitschiene an der Rohroberfläche übersteigt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerverfahren anzugeben, mit dem es möglich ist, Rohre mit hoher Genauigkeit und Maßhaltigkeit schonend zu biegen.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Verfahrensanspruchs 1

und des Vorrichtungsanspruch 4.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht eine Kraftregelung für die Vorschubkraft, mit der die Gleitschiene vorgeschoben wird, vor. Bei dieser Kraftregelung wird ein Sollwert der Vorschubkraft in Abhängigkeit von dem Drehwinkel der Biegeschablone vorgegeben und der Istwert der Vorschubkraft wird entsprechend dem Sollwert geregelt. Entsprechend dem programmierten Verlauf des Sollwerts wird in Abhängigkeit vom momentanen Biegewinkel die Vorschubkraft der Gleitschiene verändert. Das System eignet sich besonders für dickwandige Rohre und speziell für die Druckbiegetechnik, bei der der ungebogene Rohrabschnitt während des Biegevorganges in Richtung auf die Biegeschablone gedrückt wird, sowie für Extrembereiche. Infolge der speziellen Druckregelung wird der Kraftfluß innerhalb der Rohrwände gezielt beeinflusst. Schwankungen des Materials, seiner Homogenität und Festigkeit wirken sich auf das Endprodukt nur sehr gering aus. Daher sind Ovalität und Faltenbildung an dem gebogenen Rohr ebenfalls gering. Die Vorteile des erfindungsgemäßen Steuerverfahrens sind also geringe Wandstärkenverjüngung, geringe Ovalität und geringer Werkzeugverschleiß. Eine Folge hiervon ist die Möglichkeit der Verringerung der Rohrwandstärke, und damit eine Materialersparnis, bei gleicher Festigkeit des fertigen Rohres. Ferner eignen sich die nach dem Verfahren gebogenen Rohre ausgezeichnet für eine nachfolgende Hydroverformung, bei der es auf hohe Gleichmäßigkeit des Ausgangsprodukts ankommt.

[0008] Vorzugsweise wird der Istwert der Vorschubkraft dadurch ermittelt, daß die Drücke im Zylinder auf beiden Seiten des Kolbens erfaßt werden und aus den Drücken unter Berücksichtigung der Größen der beiden Kolbenflächen der Istwert der Vorschubkraft bestimmt wird. Hierzu sind lediglich Drucksensoren an dem hydraulischen Zylinder für den Gleitschienen-vorschub erforderlich. Alternativ besteht die Möglichkeit, einen Kraftsensor in den Gleitschienen-vorschub einzubauen, jedoch wird hierdurch die Stabilität des Gleitschienen-vorschubes verringert.

[0009] Zweckmäßigerweise werden die Drücke im Zylinder auf beiden Seiten des Kolbens gegenläufig zueinander verändert. Dies bedeutet, daß im Falle einer Erhöhung des Vorschubdruckes der Gegendruck verringert wird. Dadurch besteht die Möglichkeit, den maximalen Pumpendruck für den Vorschub vollständig auszunutzen.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren muß nicht notwendigerweise für einen Rohrbiegevorgang von Anfang bis Ende durchgeführt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, das Biegeverfahren teilweise nach dem Synchronverfahren und nur in den kritischen Bereichen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, d.h. durch Kraftregelung, durchzuführen.

[0011] Die Erfindung betrifft ferner eine Rohrbiegemaschine. Hierbei ist eine Einrichtung zur Erfassung des Istwertes der von dem Zylinder aufgebracht

schubkraft vorgesehen und es ist ein Regler vorhanden, der den Istwert der Vorschubkraft entsprechend einem Sollwert nachregelt, der von einem Sollwert-Generator in Abhängigkeit von dem vom Positionsgeber der Biegeschablone gelieferten Biegewinkel erzeugt wird.

[0012] Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Rohrbiegemaschine in Draufsicht,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Regelung des Gleitschienenvorschubes und

Fig. 3 das Regelschema des Gleitschienenvorschubes.

[0014] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Rohrbiegemaschine weist eine auf einem (nicht dargestellten) Maschinentisch drehbar montierte Biegeschablone 10 auf. Die mit vertikaler Drehachse 11 angeordnete Biegeschablone 10 hat im wesentlichen die Form ein zylindrischen Körpers, an dessen Umfangsfläche eine Biegerille 12 ausgebildet ist, die den Querschnitt des zu biegenden Rohres 13 etwa zur Hälfte aufnimmt. An der Biegeschablone 10 ist eine Gegenspannbacke 14 befestigt, mit der eine Spannbacke 15 zusammenwirkt, um gemeinsam das Rohr 13 zu umgreifen und für den Biegevorgang festzuspannen. Die Spannbacke 15 ist an einem Schwenkarm 16 angebracht, der um eine Achse schwenkbar ist, welche mit der Drehachse 11 der Biegeschablone 10 zusammenfällt.

[0015] An diesem Schwenkarm 16 ist die Spannbacke 15 radial bewegbar, um das Rohr einzuspannen oder freizugeben.

[0016] Der ungebogene Abschnitt 13a des Rohres 13 wird von einer Nachdrückvorrichtung 17 abgestützt. Die Nachdrückvorrichtung weist einen Schlitten 18 auf, der in Richtung des Doppelpfeiles 19 quer zu dem Rohrabschnitt 13 verfahrbar ist. Der Schlitten 18 trägt einen Unterschlitten 20, der in Längsrichtung zu dem ungebogenen Rohrabschnitt 13a, also in Richtung des Doppelpfeiles 21, verfahrbar ist, sowie einen Zylinder 22 zum Bewegen des Unterschlittens 20. Der Zylinder 22 ist an dem Schlitten 18 fest angeordnet und in ihm ist der Kolben 23 bewegbar, dessen Kolbenstange 24 an dem Unterschlitten 20 angreift, um diesen zu verschieben. Der Zylinder 22 weist eine Arbeitskammer 25 und eine Rückhubkammer 26 auf, die durch den Kolben 23 getrennt sind.

[0017] An der Biegeschablone 10 ist ein Positionsgeber 30 angeordnet. Der Positionsgeber 30 weist beispielsweise einen Drehwinkelkodierer auf, der die Drehposition der Biegeschablone 10 angibt. Die Biegeschablone 10 wird von einem (hydraulischen) Antrieb 31 gedreht.

[0018] An dem Unterschlitten 20 ist in der Nähe der Biegeschablone 10 eine Gleitschiene 32 angebracht, die von der der Biegeschablone abgewandten Seite her gegen das Rohr 13 drückt und den ungebogenen Rohrabschnitt 13a beim Biegevorgang abstützt. Ferner ist an dem Unterschlitten 20 ein Schubelement 35 angebracht, das an dem rückwärtigen Teil des ungebogenen Rohrabschnitts 13a angreift. Das Schubelement 35 kann eine Klemmbacke 36 aufweisen, um den Rohrabschnitt 13a fest einzuspannen. Es ist so ausgebildet, daß es an dem Rohr gleitfrei angreift. Das Schubelement 35 und die Klemmbacke 36 sind für das Druckbiegen erforderlich. Wenn kein Druckbiegen ausgeübt wird, wird die Vorschubkraft ausschließlich von der Gleitschiene 32 auf das Rohr 13 übertragen.

[0019] Beim Biegevorgang wird das gerade Rohr zwischen Spannbacke 15 und Gegenspannbacke 14 eingespannt. Dann wird die Biegeschablone 10 nach einem vorgegebenen Programm gedreht, wobei das Rohr um die Biegeschablone herumgezogen wird und gleichzeitig der gerade Rohrabschnitt 13a nach vorne bewegt wird. Während des Biegevorganges wird der Unterschlitten 20 parallel zum Rohrabschnitt 13a durch den hydraulischen Zylinder 22 vorgeschoben.

[0020] Gemäß Fig. 2 sind die Leitung 40, die an die Arbeitskammer 25 angeschlossen ist, und die Leitung 41, die an die Rückhubkammer 26 angeschlossen ist, mit einem Regelventil 42 verbunden, das drei unterschiedliche Stellungen A, B und C einnehmen kann. In der dargestellten Stellung A verbindet das Ventil 42 die Leitungen 40 und 41 mit einem Schaltventil 43, das mit einer Pumpe 44 und einem Sumpf 45 verbunden ist und zwischen einer Durchlaßstellung und einer Sperrstellung umgeschaltet werden kann. Die Stellung B des Ventils 42 dient für den schnellen Vorschub und die Stellung C für den Rückhub des Kolbens 23.

[0021] In der Stellung A des Regelventils 42 werden die Durchlässe zu den Leitungen 40 und 41 proportional zu dem Signal einer Steuerleitung 39 verändert. Wenn das Signal der Steuerleitung 39 klein ist, sind der zur Leitung 40 führende Drosselquerschnitt und der mit der Leitung 41 verbundene Drosselquerschnitt ebenfalls klein. Je größer das Signal der Steuerleitung 39 ist, um so größer wird der mit der Leitung 40 verbundene Drosselquerschnitt und um so größer wird der mit der Leitung 41 verbundene Drosselquerschnitt. Die Drosselquerschnitte in Zulauf und Ablauf sind stets gleich. Die Drücke zu beiden Seiten des Kolbens werden gegenläufig zueinander verändert.

[0022] An die Leitung 40 ist ein Druckwandler 46 angeschlossen, der ein Stromsignal erzeugt, welches dem hydraulischen Druck in der Leitung 40 entspricht. An die Leitung 41 ist ein Druckwandler 47 angeschlossen, der ein Stromsignal erzeugt, das dem hydraulischen Druck in der Leitung 41 entspricht. Die Ausgänge der beiden Druckwandler 46 und 47 sind mit einem Regler 48 verbunden, der an die Steuerleitung 39 das Steuersignal für das Differentialventil 42 liefert. Der Regler 48 berech-

net aus den Drücken in den Kammern 25 und 26 und den Größen der beiden Kolbenflächen A1 und A2 den Istwert F_i der Vorschubkraft, die auf den Schlitten 20 einwirkt.

[0023] Der Regler 48 ist ferner mit einem Sollwert-Generator 49 verbunden, welcher einen Sollwert F_s der Vorschubkraft an den Regler 48 liefert. Dieser Sollwert F_s der Vorschubkraft variiert in Abhängigkeit von dem Drehwinkel α der Biegeschablone 10, der vom Positionsgeber 30 geliefert wird.

[0024] Fig. 3 zeigt das Regelschema. Der Sollwert-Generator 49 enthält mehrere Kurven, die den Sollwert F_s der Vorschubkraft in Abhängigkeit vom Drehwinkel α der Biegeschablone 10 angeben. An dem Sollwert-Generator kann die jeweils gewünschte Kurve ausgewählt werden. Ferner kann an dem Sollwert-Generator der Wert α für den Start und das Ende der Rohrbearbeitung eingegeben werden. Der Sollwert-Generator 49 liefert dann in Abhängigkeit von α den jeweils zugehörigen Sollwert F_s , von dem in einem Subtrahierer 50 der Istwert F_i subtrahiert wird. Das Subtraktionsergebnis wird dem Regler 48 zugeführt, der beispielsweise ein PID-Regler ist. Dieser Regler liefert über die Steuerleitung 39 ein Regelsignal an die Regelstrecke 51, die hier aus dem Differentialventil 42 und dem Zylinder 22 (Fig. 2) besteht.

[0025] Der Druck P1 in der Leitung 40 und der Druck P2 in der Leitung 41 werden dem jeweiligen Wandler 46 bzw. 47 zugeführt. Das Ausgangssignal des Wandlers 46 wird in einem Multiplizierer 52 mit einem Wert multipliziert, der der Fläche A1 des Kolbens 23 entspricht. Das Ausgangssignal des Wandlers 47 wird in einem Multiplizierer 53 mit einem Wert multipliziert, der der Größe der Fläche A2 des Kolbens 23 entspricht. Der Multiplizierer 52 bildet also das Produkt $P1 \times A1$ und der Multiplizierer 53 bildet das Produkt $P2 \times A2$. Jedes dieser Produkte ist ein Maß für eine der beiden Kräfte, die gegensinnig zueinander auf den Kolben 23 einwirken. Ein Subtrahierer 54 subtrahiert die beiden Produkte voneinander, so daß der Istwert F_i der Vorschubkraft entsteht. Dieser Istwert wird in dem Subtrahierer 50 von dem Sollwert F_s subtrahiert, um das Eingangssignal für den Regler 48 zu bilden.

[0026] Die Ausgangssignale der beiden Wandler 46 und 47 werden einer Fehlerauswertung 55 zugeführt, die ein Alarmsignal erzeugt oder die Rohrbiegemaschine stillsetzt, wenn die Drücke P1 und P2 Abnormalitäten zeigen. Es können auch z.B. Totalausfälle des Sensors aufgezeigt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Rohrbiegemaschine, die eine drehbare Biegeschablone (10), eine das Rohr (13) gegen die Biegeschablone (10) drückende Spannbacke (15) und eine an dem ungebogenen Rohrabschnitt (13a) angreifende, von einem

hydraulischen Zylinder (22) vorschiebbare Gleitschiene (32) aufweist, von der eine Vorschubkraft auf das Rohr übertragen wird, bei welchem der jeweilige Biegewinkel (α) der Biegeschablone (10) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß

aus einem Sollwert-Generator (49) entsprechend dem Biegewinkel (α) ein Sollwert (F_s) für die Vorschubkraft ausgegeben wird,

der Istwert (F_i) der Vorschubkraft ermittelt wird,

und die Drücke (P1,P2) im Zylinder (22) so verändert werden, daß der Istwert (F_i) dem Sollwert (F_s) der Vorschubkraft folgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Istwert (F_i) der Vorschubkraft dadurch ermittelt wird, daß die Drücke (P1,P2) im Zylinder (22) auf beiden Seiten des Kolbens (23) erfaßt werden und aus den Drücken unter Berücksichtigung der Größen der beiden Kolbenflächen (A1,A2) der Istwert (F_i) der Vorschubkraft bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drücke (P1,P2) im Zylinder (22) auf beiden Seiten des Kolbens (23) gegenläufig zueinander verändert werden.

4. Rohrbiegemaschine zum Biegen eines Rohres (10), mit einer von einem Antrieb (33) drehbaren Biegeschablone (10), einer das Rohr (13) gegen die Biegeschablone (10) drückenden Spannbacke (15), einer an dem ungebogenen Rohrabschnitt (13a) angreifenden, von einem hydraulischen Zylinder (22) angetriebenen Gleitschiene (32), einem Positionsgeber (30) zur Ermittlung der Drehposition der Biegeschablone (10) und einer Einrichtung, die den Druck im Zylinder (22) für den Vorschub der Gleitschiene (32) in Abhängigkeit von dem Signal des Positionsgebers (30) verändert, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (46,47,52,53) zur Erfassung des Istwertes (F_i) der von dem Zylinder (22) aufgebrauchten Vorschubkraft (F) vorgesehen ist, und daß ein Regler (48) den Istwert (F_i) der Vorschubkraft entsprechend einem Sollwert (F_s) nachregelt, der von einem Sollwert-Generator (49) in Abhängigkeit von dem vom Positionsgeber (30) gelieferten Biegewinkel (α) erzeugt wird.

5. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (46,47,52,53) zur Erfassung des Istwertes (F_i) der Vorschubkraft (F) zwei Drucksensoren (46,47) aufweist, die die Drücke (P1,P2) zu beiden Seiten des Kolbens (23) erfassen.

6. Rohrbiegemaschine nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (48) ein Regelventil (42) mit stetiger Drosselkennlinie steuert, welches die Drücke (P1,P2) zu beiden Seiten des Kolbens (23) gegenläufig zueinander verändert.

Claims

1. A method for controlling a pipe bending machine comprising a rotatable bending template (10), a clamping jaw (15) pressing the pipe (13) against the bending template (10), and a slide rail (32) engaging the unbent pipe section (13a) and being adapted to be advanced by a hydraulic cylinder (22), the slide rail transmitting a feed force on the pipe, wherein

the respective bending angle (α) of the bending template (10) is measured, characterized in that

a set value (F_s) for the advance force, corresponding to the bending angle (α), is outputted from a set value generator (49), the actual value (F_i) of the advance force is determined, and the pressures (P1,P2) in the cylinder (22) are varied such that the actual value (F_i) follows the set value (F_s) of the advance force.

2. The method according to claim 1, wherein the actual value (F_i) of the advance force is determined by detecting the pressures (P1,P2) in the cylinder (22) on both sides of the piston (23) and determining the actual value (F_i) of the advance force from the pressures, taking into account the sizes of the two piston surfaces (A1,A2).
3. The method according to claim 1 or 2, wherein the pressures (P1,P2) in the cylinder (22) on both sides of the piston (23) are varied contrary to one another.
4. A pipe bending machine for bending a pipe (13), comprising a bending template (10) rotatable by a drive (33), a clamping jaw (15) pressing the pipe (13) against the bending template (10), a slide rail (32) engaging the unbent pipe section (13a) and being driven by a hydraulic cylinder (22), a position sensor (30) for detecting the rotational position of the bending template (10), and a means influencing the pressure in the cylinder (22) for the advance of the slide rail (32) in dependence on the signal of the position sensor (30), characterized in that a means (46,47,52,53) for determining the actual value (F_i) of the advance force (F) applied by the cylinder (22) is provided, and wherein a controller (48) adjusts the actual value (F_i) of the advance

force in correspondence to a set value (F_s) generated by a set value generator (49) in dependence on the bending angle (α) supplied by the position sensor (30).

5. The pipe bending machine according to claim 4, wherein the means (46,47,52,53) for determining the actual value (F_i) of the advance force (F) comprises two pressure sensors (46,47) detecting the pressures (P1,P2) on both sides of the piston (23).
6. The pipe bending machine according to claim 4 or 5, wherein the controller (48) controls a control valve (42) having a continuous throttle characteristic and varying the pressures (P1,P2) on both sides of the piston (23) contrary to one another.

Revendications

1. Dispositif de commande d'une presse à cintrer les tubes, qui comporte un gabarit de cintrage rotatif (10), une mâchoire de serrage (15) poussant le tube (13) contre le gabarit de cintrage (10) et une glissière (32) pouvant être poussée par un vérin hydraulique (22) et saisissant la partie non cintrée (13a) du tube, et par laquelle une force d'avance est transmise au tube, dans lequel l'angle de pliage respectif (α) du gabarit de cintrage (10) est mesuré, caractérisé en ce que
- une valeur de consigne (F_s) pour la force d'avance est émise par un générateur de valeur de consigne (49) en fonction de l'angle de pliage (α), la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance est déterminée, et les pressions (P1, P2) dans le vérin (22) sont modifiées de telle manière que la valeur actuelle (F_i) suit la valeur de consigne (F_s) de la force d'avance.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance est déterminée par le fait que les pressions (P1, P2) dans le vérin (22) sont mesurées des deux côtés du piston (23) et que la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance est déterminée à partir des pressions en tenant compte des grandeurs des deux surfaces de piston (A1, A2).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les pressions (P1, P2) dans le vérin (22) des deux côtés du piston (23) sont modifiées en sens inverse l'une de l'autre.
4. Presse à cintrer les tubes pour le cintrage d'un tube

(10), comportant un gabarit de cintrage (10) pouvant tourner grâce à un entraînement (33), une mâchoire de serrage (15) poussant le tube (13) contre le gabarit de cintrage (10), une glissière (32), entraînée par un vérin hydraulique (22) et saisissant la partie non cintrée (13a) du tube, un capteur de position (30) servant à déterminer la position de rotation du gabarit de cintrage (10) et un dispositif qui fait varier la pression dans le vérin (22) pour l'avance de la glissière (32) en fonction du signal du capteur de position (30),

caractérisée en ce que

il est prévu un dispositif (46, 47, 52, 53) destiné à mesurer la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance exercée par le vérin (22) et en ce qu'un régulateur (48) ajuste la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance à une valeur de consigne (F_s) produite par un générateur (49) de valeur de consigne en fonction de l'angle de pliage (α) fourni par le capteur de position (30).

5. Presse à cintrer les tubes selon la revendication 4, caractérisée en ce que le dispositif (46, 47, 52, 53) destiné à mesurer la valeur actuelle (F_i) de la force d'avance (F) comporte deux capteurs de pression (46, 47) qui mesurent les pressions (P_1 , P_2) des deux côtés du piston (23).
6. Presse à cintrer les tubes selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que le régulateur (48) commande une vanne de régulation (42) pourvue d'une caractéristique d'étranglement à action progressive qui fait varier les pressions (P_1 , P_2) inversement l'une de l'autre des deux côtés du piston.

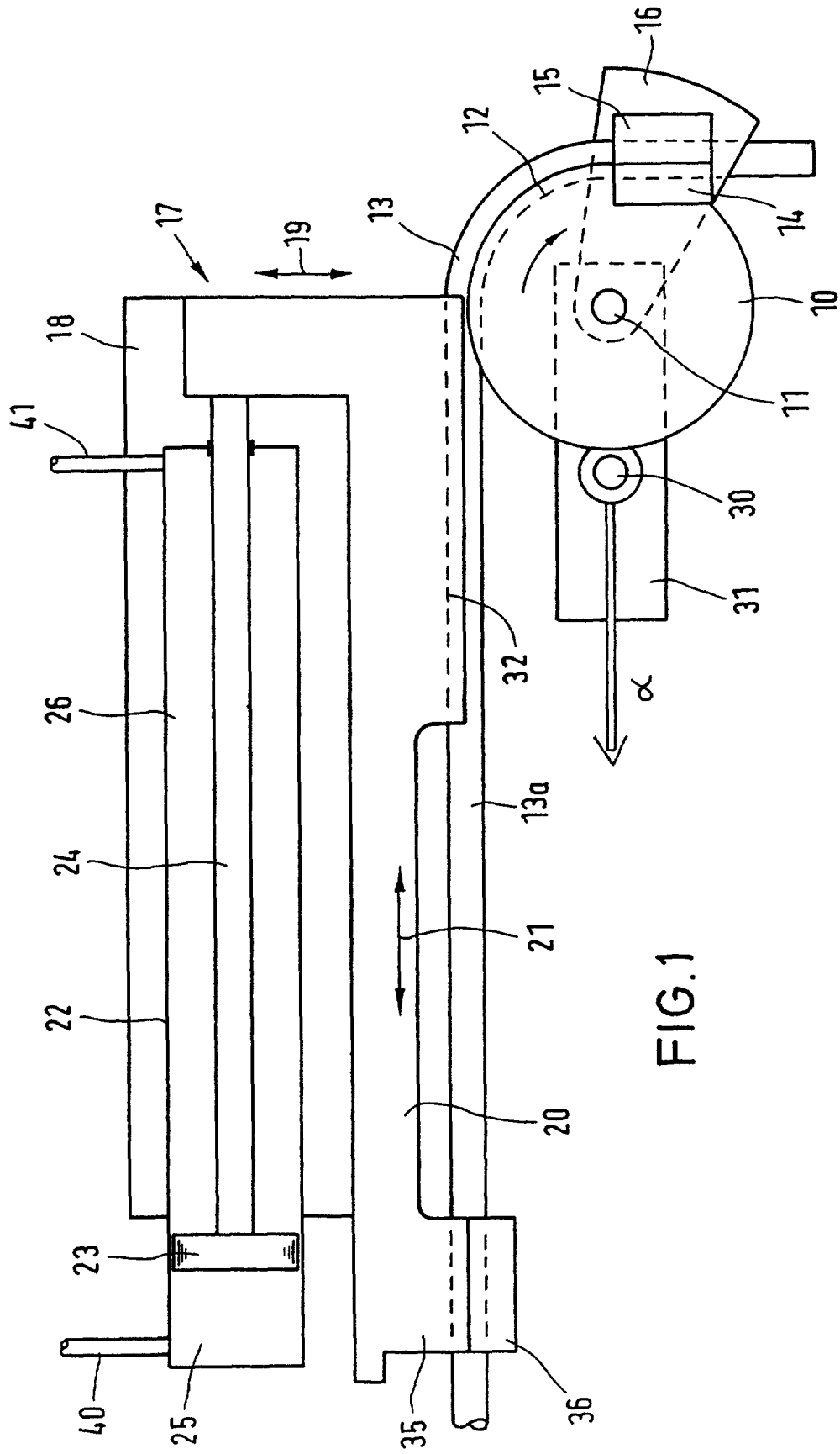
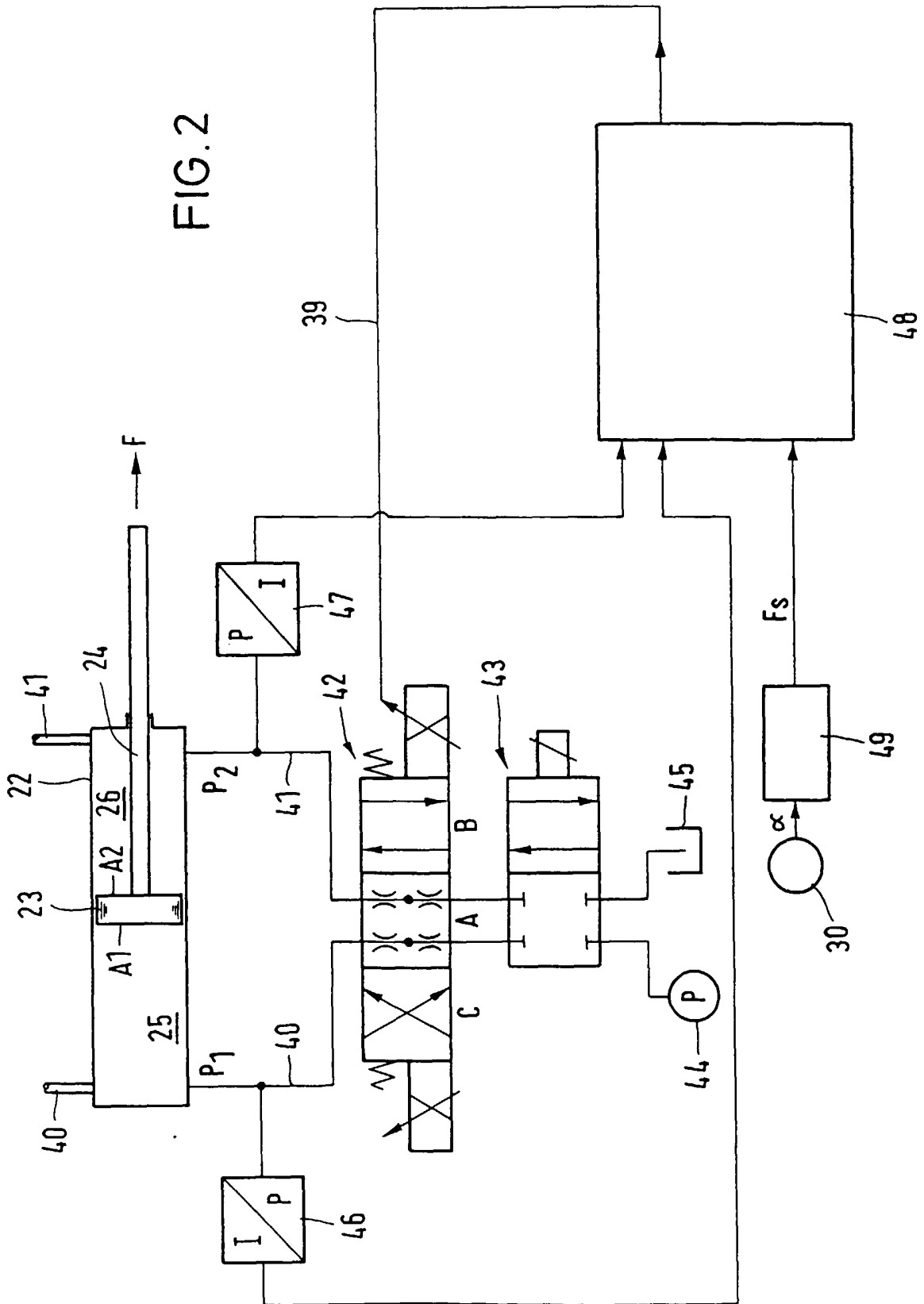


FIG.1



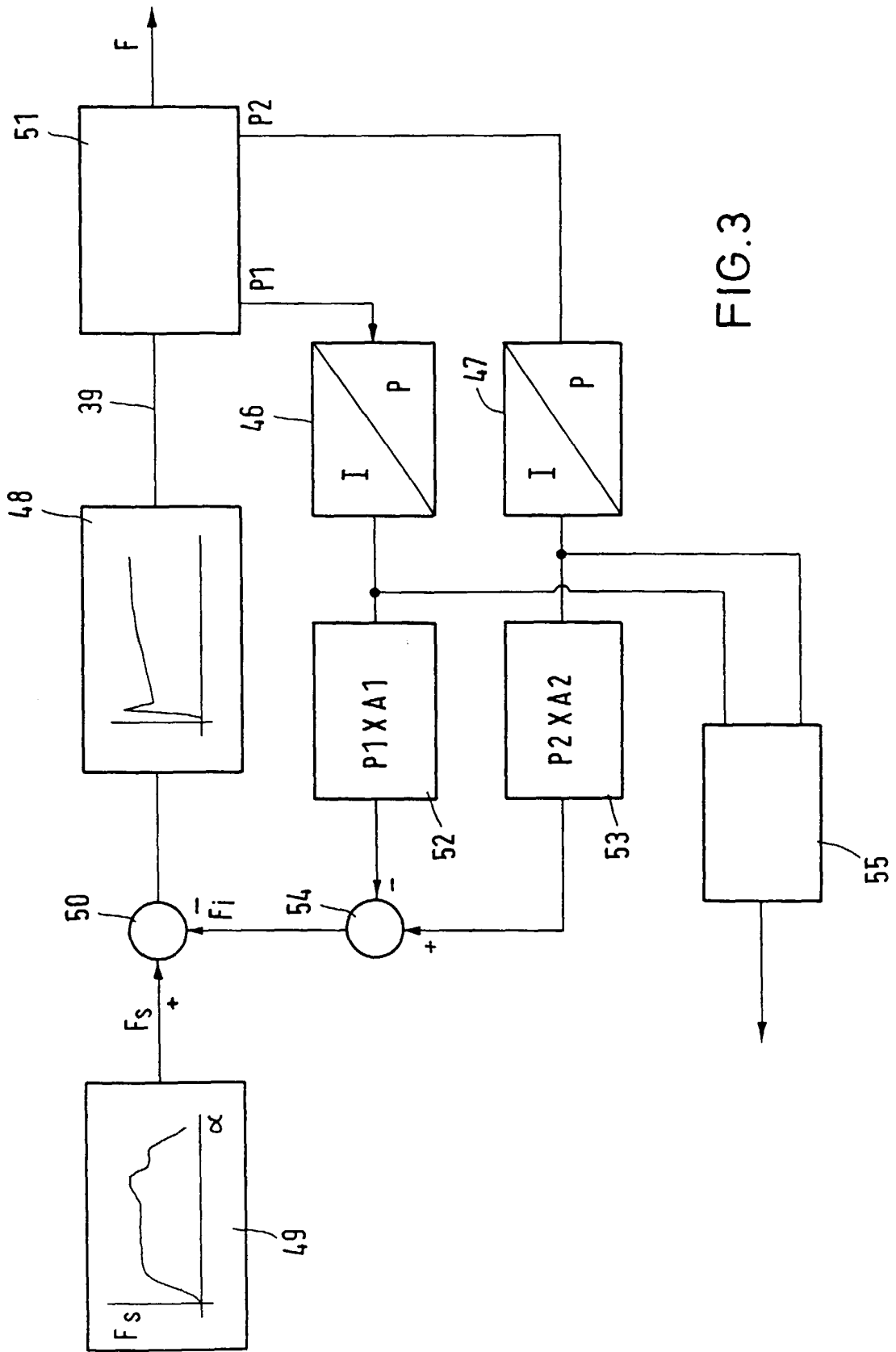


FIG.3