Ministero dello Sviluppo Economico
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	**101989900090092**
Data Deposito	**17/11/1989**
Data Pubblicazione	**17/05/1991**

Classifiche IPC

Titolo

LAMINATOIO RIDUTTORE A STIRAMENTO PER TUBI.

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(In proprio e per gli altri)

DESCRIZIONE del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"Laminatoio riduttore a stiramento per tubi."

di: **INNSE INNOCENTI SANTEUSTACCHIO S.p.A.**, di nazionalità italiana, con sede in Via Attilio Franchi, 20 - BRESCIA

Inventori designati: **Vincenzo PALMA**, **Ettore CERNUSCHI**

Depositata il 17 NOV. 1989 al nr.: 22421 A/89

RIASSUNTO

Questo laminatoio comprende una pluralità di gabbie di laminazione disposte una a fianco dell'altra tra una gabbia di ingresso ed una gabbia di uscita.

Un primo gruppo di gabbie adiacenti fra loro è prossimo alla gabbia di ingresso ed un secondo gruppo di gabbie adiacenti fra loro è prossimo alla gabbia di uscita. Il primo gruppo di gabbie è azionato mediante un sistema di azionamento differenziale a due motori, il secondo gruppo di gabbie è azionato mediante singoli motori indipendenti.

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un laminatoio riduttore a stiramento per tubi.

I laminatoi di questo tipo comprendono una pluralità di gabbie di laminazione affiancate, i cui rulli di laminazione definiscono un percorso di laminazione. Lungo il percorso di laminazione, il tubo viene stirato per effetto delle diverse velocità di rotazione dei rulli, via via crescenti dalla gabbia di ingresso fino alla gabbia di uscita.

Nel seguito, per semplicità di esposizione, si parlerà di velocità delle gabbie, intendendo con ciò la velocità dei rulli delle gabbie.

Nei laminatoi suddetti, pertanto, ogni gabbia deve essere azionata ad una ben precisa velocità, ovvero - come si dice normalmente - il laminatoio deve essere azionato secondo una "curva di velocità", intendendo con questa espressione l'insieme delle velocità delle varie gabbie (che visto in un diagramma avente in ascissa il numero d'ordine della gabbia ed in ordinata la velocità di ciascuna gabbia è costituito appunto da un insieme di punti disposti su una curva).

Per poter affrontare laminazioni diverse, nonchè per tenere sotto controllo qualsiasi laminazione, è necessario che la curva di velocità possa essere variata.

Ing. Roberto DE NOVA
N. Iscriz ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

Per effettuare la variazione della velocità delle gabbie esistono diverse note possibilità.

Quella concettualmente più semplice è certamente quella in cui ogni gabbia ha un proprio singolo motore indipendente. In questo modo si ha la massima flessibilità e regolabilità della curva di velocità. Considerato però l'elevato numero di gabbie presente in laminatoi di questo tipo (anche 20 o 30 gabbie) il sistema è di difficile gestione pratica a causa dell'elevato numero di gradi di libertà; ciò costringe all'impiego di computer molto complessi e di programmi estremamente sofisticati.

Per superare questi inconvenienti sono stati sviluppati i cosiddetti azionamenti a gruppi o azionamenti differenziali.

Un primo tipo di essi (vedasi il brevetto tedesco n. DAS-1054408) prevede un motore primario ed un motore ausiliario, collegati dinamicamente a tutte le gabbie mediante rispettive trasmissioni a differenziale; ogni gabbia ha una velocità data dalla combinazione delle velocità impartitegli dal motore primario e dal motore ausiliario, ciascuna opportunamente ridotta. Il motore primario impartisce una curva di velocità di base, il motore ausiliario impartisce una curva di correzione alla curva di base.

Un secondo tipo di azionamento a gruppi (vedasi

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

brevetto U.S.A. n. 4388819) prevede un motore primario e due motori ausiliari, collegati dinamicamente alle gabbie mediante rispettive trasmissioni a differenziale; il motore primario è collegato a tutte le gabbie, mentre ogni motore ausiliario è collegato ad un rispettivo gruppo di gabbie. Di conseguenza, il motore primario impartisce una curva di velocità di base, i motori ausiliari impartiscono curve di correzione a tale curva di base, ciascuno per il suo gruppo di gabbie.

Un terzo tipo di azionamento a gruppi (vedasi brevetto U.S.A. n. 4768370) prevede la suddivisione delle gabbie in più gruppi di gabbie adiacenti; le gabbie di confine tra un gruppo e l'altro sono azionate direttamente da rispettivi motori, mentre le gabbie intermedie sono collegate a entrambe le gabbie di confine più vicine mediante rispettive trasmissioni a differenziale. Le gabbie intermedie pertanto hanno velocità dipendenti da quelle delle gabbie di confine più vicine; variando la velocità delle gabbie di confine variano di conseguenza le velocità delle gabbie intermedie.

Gli azionamenti a gruppi appena descritti in modo sommario costituiscono un compromesso tra un azionamento a motori singoli ed un azionamento completamente rigido, in cui cioè i rapporti di velocità tra ogni gabbia e l'unico motore siano costanti.

La flessibilità di questi azionamenti a gruppi è massima per il terzo tipo e minima per il primo tipo; viceversa la semplicità costruttiva e la facilità di gestione pratica è massima per il primo tipo e minima per il terzo tipo. In generale, si può concludere che la scelta tra i vari tipi di azionamento possibile è una tipica scelta di compromesso: privilegiando certe caratteristiche è inevitabile dover rinunciare ad altre.

Il problema alla base della presente invenzione è quello di realizzare un laminatoio riduttore a stiramento per tubi, il quale, uscendo dalla logica suddetta del compromesso, permetta di conseguire contemporaneamente i principali vantaggi dei vari sistemi noti.

Tale problema è risolto, in accordo con l'invenzione, da un laminatoio riduttore a stiramento per tubi comprendente una pluralità di gabbie di laminazione disposte una a fianco dell'altra tra una gabbia di ingresso ed una gabbia di uscita, caratterizzato dal fatto di comprendere un primo gruppo di dette gabbie adiacenti fra loro, prossimo alla gabbia di ingresso, ed un secondo gruppo di dette gabbie adiacenti fra loro, prossimo alla gabbia di uscita, il primo gruppo di gabbie essendo azionato mediante un sistema di azionamento differenziale a due motori, il secondo gruppo di gabbie essendo azionato mediante singoli motori indipendenti.

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(In proprio e per gli altri)

Si è infatti verificato che i vantaggi maggiori dell'azionamento individuale si conseguono nella seconda parte del laminatoio, dove è realizzata la finitura del tubo. Infatti, un'ottima finitura, che limiti cioè entro tolleranze strettissime la poligonizzazione del tubo (fenomeno per cui la parete interna di un tubo circolare risulta in realtà poligonale), può essere ottenuta minimizzando l'ovalizzazione del tubo; ciò è realizzabile solo attraverso un perfetto controllo della tensione del tubo tra gabbia e gabbia, ossia della differenza di velocità tra le singole coppie di gabbie adiacenti. Tale controllo può essere ottenuto solo con un azionamento a motori individuali.

Inoltre, un azionamento a motori individuali nel secondo gruppo di gabbie permette di ottimizzare la curva di velocità delle gabbie di finitura anche nel caso in cui queste non siano le ultime gabbie del laminatoio (utilizzo parziale del laminatoio).

D'altra parte, si è verificato che la maggiore flessibilità di un azionamento a motori individuali non è indispensabile nella prima parte del laminatoio. Invece, nella prima parte del laminatoio è particolarmente apprezzabile la semplicità di gestione e regolazione.

In tale zona, infatti, deve essere realizzato il cosiddetto "crop end control" (controllo ispessimento

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

delle estremità), che è una particolare variazione temporale della curva di velocità nei transitori di riempimento e scarico del laminatoio.

Infatti, se le velocità restassero costanti nel tempo, le zone di estremità del tubo risulterebbero più spesse perchè meno stirate; infatti, nella fase di riempimento manca l'azione di tiro delle gabbie a valle, nella fase di scarico manca l'azione di tiro delle gabbie a monte. Questo fenomeno può essere compensato aumentando le differenze di velocità (ossia rendendo più ripida la curva di velocità) nei transitori.

Questa operazione è particolarmente difficile da gestire, perchè sovrappone una regolazione temporale delle velocità alla normale regolazione spaziale (tra gabbia e gabbia). E' risultato quindi estremamente vantaggioso disporre di un azionamento a gruppo nella prima parte del laminatoio, proprio per la sua maggiore facilità di gestione.

Un altro elemento che facilita l'esecuzione del "crop end control" in gabbie ad azionamento differenziale o di gruppo è la maggiore inerzia del sistema. Infatti, quando nel transitorio l'estremità del tubo da laminare raggiunge una gabbia, si verifica un brusco aumento della coppia di laminazione di tale gabbia. Se la gabbia è ad azionamento individuale, per evitare il rallentamento

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

della gabbia occorre aumentare la potenza fornitagli dal motore, con evidente complicazione ulteriore della gestione del "crop end control". Se invece la gabbia fa parte di un gruppo ad azionamento differenziale, l'aumento della coppia di laminazione si scarica su tutto il gruppo e può essere compensato molto più facilmente.

Preferibilmente, il primo gruppo di gabbie comprende la gabbia di ingresso ed il secondo gruppo la gabbia di uscita.

Preferibilmente, il sistema di azionamento differenziale del primo gruppo di gabbie comprende un motore primario che impartisce una curva di velocità di base a tutte le gabbie del primo gruppo ed un motore ausiliario che impartisce correzioni a tale curva a tutte le gabbie del primo gruppo, eventualmente con eccezione di una gabbia. In particolare, nel caso in cui dipenda solo dal motore primario la velocità dell'ultima gabbia del primo gruppo risulta più facilmente gestibile la continuità di azione tra le gabbie del primo gruppo e le successive.

Preferibilmente, tutte le gabbie del laminatoio sono comprese nel primo o nel secondo gruppo. Ciò permette di massimizzare la semplicità di gestione del laminatoio.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi di un laminatoio secondo l'invenzione risulteranno meglio dalla

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

seguente descrizione di una sua esecuzione preferita, fatta con riferimento ai disegni allegati. In tali disegni:

la fig. 1 è una vista schematica in pianta di un laminatoio secondo l'invenzione;

la fig. 2 è uno schema cinematico degli azionamenti del laminatoio di fig. 1;

la fig. 3 è un particolare a scala ingrandita dello schema di fig. 2;

la fig. 4 è un diagramma delle velocità del laminatoio di fig. 1;

la fig. 5 è un diagramma analogo a quello di fig. 4, riferito al caso di utilizzo parziale del laminatoio.

Nelle figure, con 100 è complessivamente indicato un laminatoio riduttore a stiramento per tubi, comprendente una pluralità di gabbie di laminazione 102, disposte una a fianco all'altra. Ciascuna gabbia 102 ha rispettivi rulli di laminazione (non illustrati) comandati da una rispettiva allunga 103.

Le gabbie 102, in particolare, comprendono un totale di ventotto gabbie, da una gabbia di ingresso 102a (con allunga 103a) ad una gabbia di uscita 102b (con allunga 103b).

Delle ventotto gabbie 102, le prime tredici formano un primo gruppo, indicato complessivamente con

Ing. Roberto DE NOVA
N. Iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

200, le successive un secondo gruppo, indicato complessivamente con 300. Le gabbie del primo gruppo 200 sono azionate mediante un sistema di azionamento differenziale mentre le gabbie del secondo gruppo 300 sono azionate mediante un sistema di azionamento a motori individuali indipendenti.

L'azionamento del primo gruppo 200 di gabbie comprende un motore primario 210 ed un motore secondario 211; il motore 210 è collegato a tutte le allunghe 103 delle gabbie 102 del gruppo 200 mediante una trasmissione ad ingranaggi 220, il motore 211 è collegato a tutte le allunghe 103 delle gabbie 102 del gruppo 200 - tranne all'allunga 103d dell'ultima gabbia 102d del primo gruppo stesso - mediante una trasmissione a ingranaggi 221. Su ogni allunga 103, tranne sull'allunga 103d, è calettato un gruppo porta-satelliti 231 di un differenziale 230; i planetari 232 e 233 del differenziale 230 sono montati folli sull'allunga 103 e sono collegati cinematicamente alle trasmissioni 220 e 221 rispettivamente, in modo da ricevere il moto dai motori 210 e 211. L'allunga 103d è invece calettata direttamente ad un ingranaggio della trasmissione 220, e riceve il moto dal solo motore 210.

L'azionamento del secondo gruppo di gabbie 300 comprende invece motori 310 indipendenti, ciascuno collegato ad una rispettiva allunga 103.

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz ALBO 374
(In proprio e per gli altri)

Il diagramma della fig. 4 permette di comprendere più facilmente il funzionamento del laminatoio 100. In tale diagramma, in ascissa figurano le gabbie di laminazione numerate progressivamente da 1 a 28, mentre in ordinata figura la velocità di rotazione di ciascuna gabbia. Per le gabbie del secondo gruppo 300 (dalla numero 14 alla numero 28) la velocità di rotazione può essere variata singolarmente, a seconda delle necessità.

Per le gabbie del primo gruppo 200 (dalla gabbia n. 1 alla n. 13) sono indicate due diverse curve di velocità, delle quali quella superiore (meno ripida) rappresenta il funzionamento a regime, mentre quella inferiore (più ripida) rappresenta il funzionamento all'inizio della laminazione o durante il transitorio di uscita del tubo dal laminatoio. Durante la fase di "crop end control", la curva di velocità si sposta dalla curva più ripida alla curva meno ripida all'inizio della laminazione, e da quella meno ripida a quella più ripida nella fase di uscita del tubo dal laminatoio. Si noti che le velocità delle gabbie di questo primo gruppo 200 non possono essere variate indipendentemente, ma solo tutte insieme. Ne deriva che, variando la velocità di rotazione del motore ausiliario 211, la curva non può essere modificata ma soltanto spostata verso l'alto o verso il basso, facendo perno attorno alla velocità della gabbia

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

che è azionata solo dal motore primario 210. Nel caso illustrato, tale gabbia (detta gabbia di perno del gruppo) è la n. 13 e la sua velocità è rappresentata dal punto A; come si è detto, tuttavia, la gabbia di perno potrebbe essere la n. 1 od una qualsiasi tra la n. 1 e la n. 13, a seconda delle scelte di progetto.

Per talune laminazioni, potrà essere conveniente utilizzare solo una parte delle gabbie 102 del laminatoio 100, ad esempio le prime diciotto o ventiquattro gabbie (vedasi la fig. 5). In questo caso, grazie al fatto che il secondo gruppo 300 è azionato a motori 310 indipendenti, le gabbie 102 non utilizzate potranno essere lasciate ferme mentre la curva di velocità delle gabbie 102 utilizzate potrà essere regolata di conseguenza.

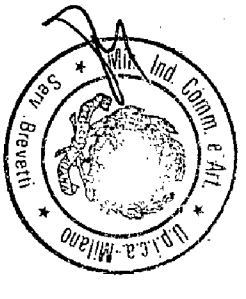
Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)

5. Laminatoio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il sistema di azionamento differenziale del primo gruppo di gabbie comprende un motore primario che impartisce una curva di velocità di base a tutte le gabbie del primo gruppo ed un motore ausiliario che impartisce correzioni a tale curva a tutte le gabbie del primo gruppo eccetto la gabbia di ingresso.

6. Laminatoio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il sistema di azionamento differenziale del primo gruppo di gabbie comprende un motore primario che impartisce una curva di velocità di base a tutte le gabbie del primo gruppo ed un motore ausiliario che impartisce correzioni a tale curva a tutte le gabbie del primo gruppo eccetto l'ultima, lontana dalla gabbia di ingresso.

8. Laminatoio secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che tutte le gabbie del laminatoio sono comprese nel primo o nel secondo gruppo.

Ing. Roberto DE NOVA
N. iscriz. ALBO 374
(in proprio e per gli altri)



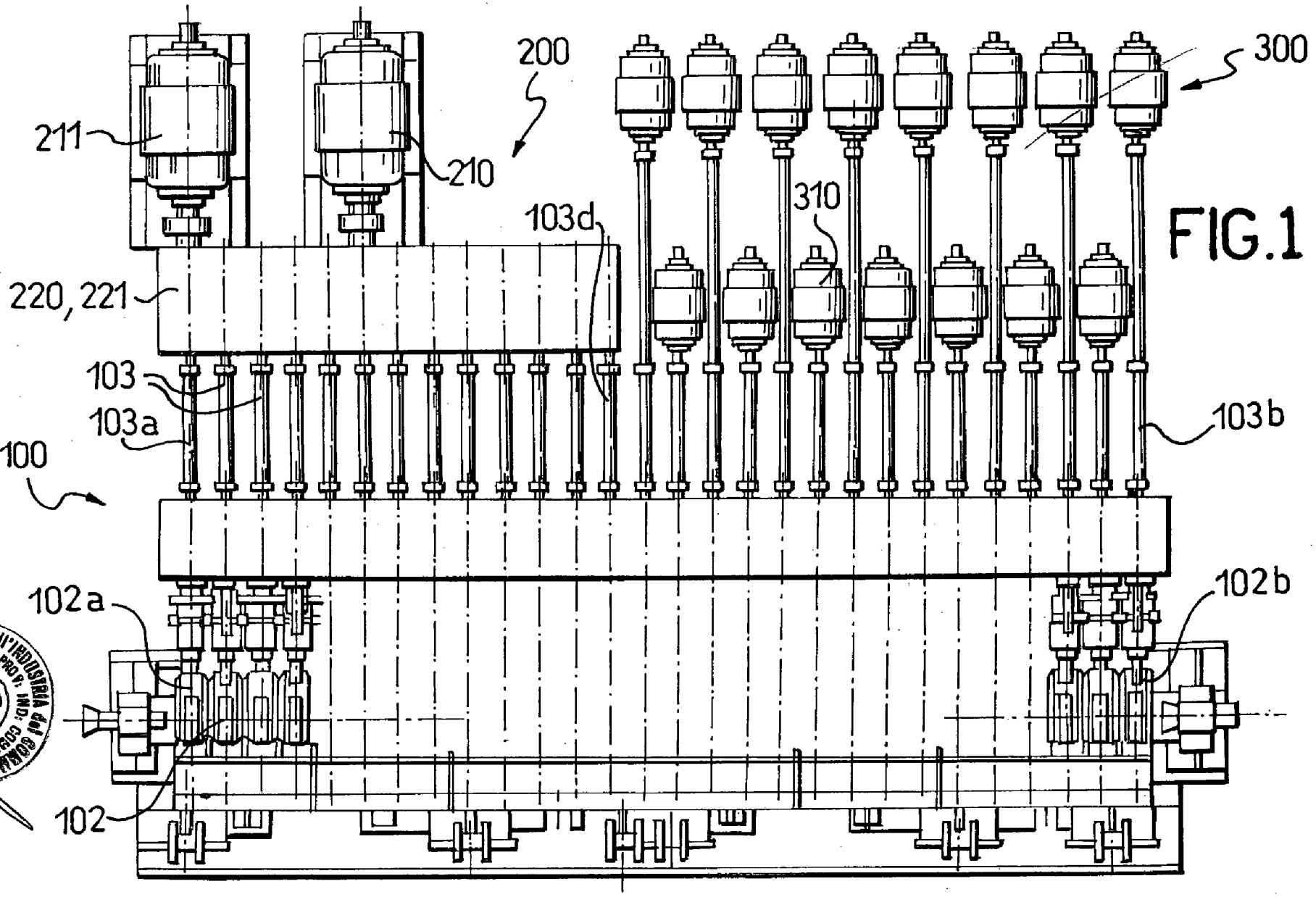


FIG.1

p.i.: INNSE INNOCENTI SANTEUSTACCHIO S.p.A.

Torquato VANNINI
N. iscriz. ALBO 244
(in proprio e per gli altri)

MINISTERO dell'INDUSTRIA del COMM. E ART. UFF. PROV. IND.

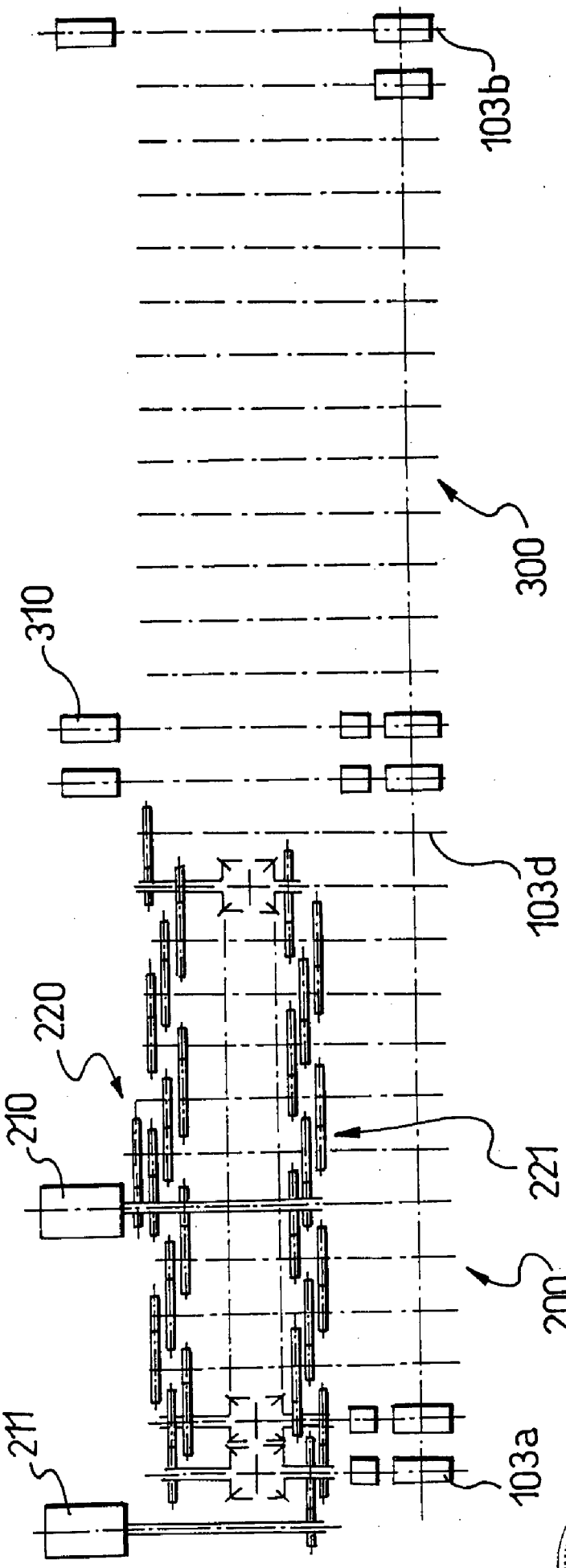


FIG.2

p.i.: INNSE INNOCENTI SANTEUSTACCHIO S.p.A.

Torquato VANNINI
N. iscriz. ALBO 244
(in proprio e per gli altri)

MINISTERO dell'INDUSTRIA del COMMERCIO e dell'ARTIGIANATO
UFF. PROV. IND. COMM. E ART. ★ MILANO ★

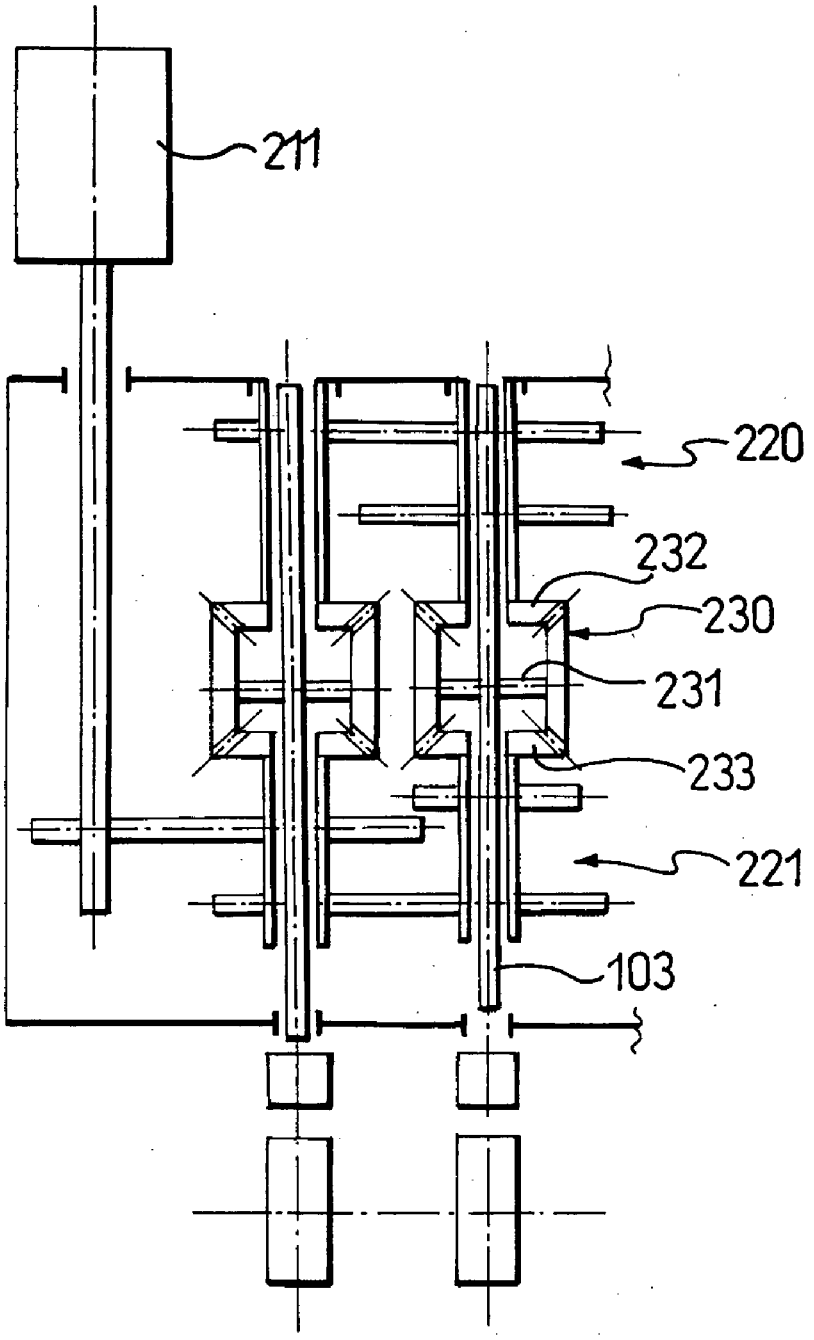


FIG.3

p.i.: INNSE INNOCENTI SANTEUSTACCHIO S.p.A.

Torquato VANNINI
N. iscriz. ALBO 244
(in proprio e per gli altri)

MINISTERO dell'INDUSTRIA del COMMERCIO e dell'ARTIGIANATO
UFF. PROV. IND. COMM. E ART.
MILANO

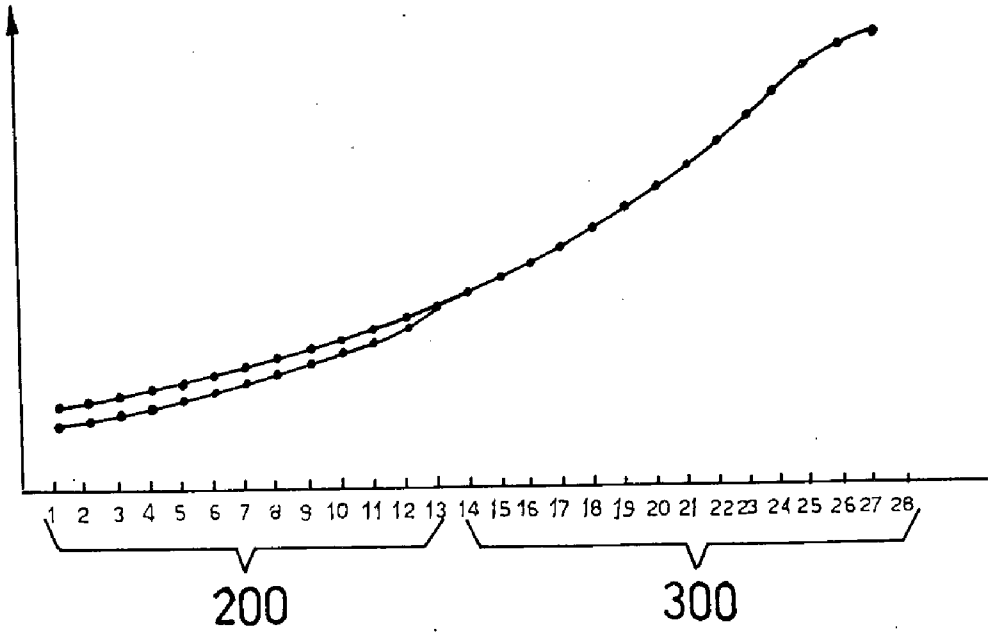


FIG.4

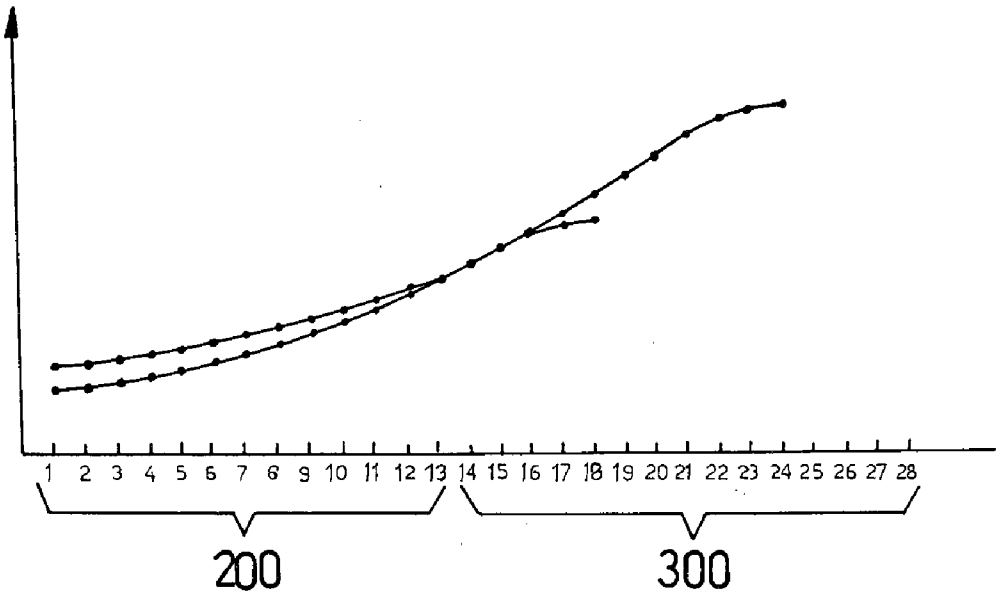


FIG.5

p.i.: INNSE INNOCENTI SANTEUSTACCHIO S.p.A.

Torquato VANNINI
N. iscriz. ALBO 244
(in proprio e per gli altri)

MINISTERO dell'INDUSTRIA del COMMERCIO e dell'ARTIGIANATO
UFF. PROV. IND. COMM. E ART.
MILANO