



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900897870
Data Deposito	22/12/2000
Data Pubblicazione	22/06/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	M		

Titolo

DISPOSITIVO PER L'EQUILIBRATURA DI UN CORPO ROTANTE, IN PARTICOLARE DI UN PORTAUTENSILE ROTANTE AD ALTA VELOCITA'.

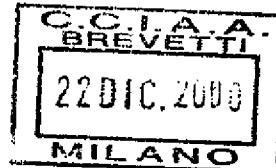
DISPOSITIVO PER L'EQUILIBRATURA DI UN CORPO ROTANTE, IN PARTICOLARE DI UN PORTAUTENSILE CON UTENSILE ROTANTE AD ALTA VELOCITÀ

M 2 0 0 0 A 0 0 2 8 2 7

a nome della società: BALANCE SYSTEMS S.p.A.

avente sede legale a: MILANO

inventore designato: Gianni TRIONFETTI



5

3930AIT212

DESCRIZIONE

L'invenzione riguarda un dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con utensile rotante ad alta velocità.

10 Più specificatamente l'invenzione riguarda l'equilibratura eseguibile direttamente durante la rotazione di corpi rotanti, senza cioè dover arrestare la rotazione per intervenire manualmente o meccanicamente sulle masse equilibratrici.

E' noto che nella lavorazione dei metalli gli utensili sono attualmente in grado di asportare materiale a velocità di taglio elevatissime, anche senza refrigerazione dei pezzi, e che trovano sempre maggiore applicazione macchine utensili o centri di lavoro capaci di lavorare anche a 40.000 e più giri al minuto.

15 E' evidente che a questi regimi di rotazione diventa fondamentale l'equilibratura dell'utensile insieme al suo portautensile montato sul mandrino della macchina.

I dispositivi normalmente usati per l'equilibratura di corpi rotanti durante la rotazione degli stessi, ad esempio di mole da rettifica, comprendono delle masse di equilibratura disposte nel corpo rotante e spostabili radialmente e/o angolaramente a mezzo di motori, anch'essi disposti nel corpo rotante e comandati dall'esterno dello stesso. Questi dispositivi richiedono però un certo spazio e un

tempo relativamente lungo per pervenire ad un'equilibratura soddisfacente. Inoltre, a causa delle masse in gioco, essi non sono generalmente adatti alla equilibratura di corpi rotanti ad alta velocità, ad esempio oltre 15.000 g/min.

Sono inoltre noti dispositivi di equilibratura comprendenti due anelli di equilibratura, disposti assialmente affiancati e coassiali su un supporto cilindrico solidale al corpo rotante da equilibrare. Gli anelli sono girevoli insieme al corpo rotante, ma liberi di ruotare rispetto ad esso, e presentano ognuno uno squilibrio, generalmente uguale per entrambi, noto in intensità e posizione angolare.

Questi anelli possono essere ruotati angolarmente rispetto al corpo rotante, durante la rotazione dello stesso, in posizione tale da compensare, con la risultante del loro squilibrio, lo squilibrio residuo del corpo rotante.

La rotazione angolare relativa degli anelli è comandata dall'esterno del corpo rotante attraverso un campo magnetico, generato da avvolgimenti elettrici posti su una parte fissa e associati agli anelli almeno lungo un tratto periferico degli stessi. Questi avvolgimenti creano un campo magnetico rotante, mentre gli anelli formano l'indotto del sistema elettromagnetico e possono essere accelerati o rallentati rispetto al corpo rotante variando la frequenza del campo magnetico rotante rispetto alla frequenza di rotazione del corpo rotante.

Ogni anello ha un proprio avvolgimento statorico e gli avvolgimenti sono attivabili indipendentemente l'uno dall'altro, in modo che gli anelli possano essere movimenti separatamente ed in un senso o nell'altro, così da raggiungere più rapidamente la posizione esatta di equilibrio di tutta la struttura.

Questi dispositivi di equilibratura, grazie al fatto che all'interno della parte rotante non ci sono motori né componenti elettronici e l'azionamento degli anelli avviene senza contatti, presentano dimensioni molto ridotte e possono trovare vantaggi-

giosamente applicazione anche su corpi rotanti a velocità molto elevate, per esempio 40.000-50.000 g/min, consentendo una equilibratura rapida e precisa durante la rotazione di tali corpi, ad esempio l'equilibratura di un gruppo utensile/portautensile montato sul mandrino di una macchina utensile.

- 5 Gli anelli possono essere portati da rispettivi cuscinetti, essendo fissati alla corona esterna dei cuscinetti, mentre la corona interna è fissata al corpo rotante. E' però necessario fare in modo che gli anelli vengano trascinati in rotazione dal corpo rotante. Una soluzione nota prevede a questo scopo dei magneti permanenti sugli anelli e delle piastre polari affiancate agli anelli e solidali alla struttura 10 rotante, così da mantenere magneticamente gli anelli e il corpo rotante in una situazione di stabilità nelle normali condizioni di rotazione.

Questi dispositivi noti, tuttavia, non sono privi di inconvenienti.

- La presenza degli avvolgimenti elettrici può comportare interferenze nel comando individuale degli anelli nella fase di equilibratura, in quanto il campo magnetico agente su uno degli anelli può influenzare quello agente sull'altro, rendendo 15 più difficile il raggiungimento della giusta posizione angolare di equilibratura degli anelli. E' quindi necessario mantenere una certa distanza assiale degli anelli e dei rispettivi avvolgimenti, ma una maggiore distanza assiale può portare a degli squilibri dinamici, in quanto può generarsi una coppia indesiderata nel piano assiale 20 del corpo rotante a causa degli anelli squilibrati troppo distanziati. In pratica si richiede una distanza di almeno 20 mm tra un anello e l'altro, che porta ad un ingombro assiale complessivo di circa 40 mm.

- E' anche possibile comandare i due anelli uno alla volta, ma ciò richiede maggior tempo per completare l'operazione di equilibratura. Oppure si può disporre un 25 solo avvolgimento spostabile assialmente, in modo da agire prima su uno e poi

sull'altro anello, ma ciò oltre a richiedere un tempo più lungo per ottenere l'equilibratura, complica meccanicamente il dispositivo. Altrimenti si possono disporre avvolgimenti statorici interessanti ognuno solo un settore della circonferenza degli anelli e sfasati angolarmente in modo che i rispettivi campi magnetici 5 non interferiscano tra loro. Con questa disposizione sono però necessari campi magnetici più potenti per realizzare gli spostamenti angolari degli anelli, con conseguente maggior dispendio economico.

- Un altro inconveniente di questi dispositivi a comando elettromagnetico sta nel fatto che essi possono attirare magneticamente i trucioli o altri materiali ferrosi 10 asportati nella lavorazione, che tendono ad accumularsi nelle zone dove è presente il campo magnetico ed alterare il campo stesso o formare depositi dannosi, in particolare in corrispondenza del traferro esistente tra il nucleo ferromagnetico degli avvolgimenti e gli anelli. Questi depositi possono seriamente pregiudicare il buon funzionamento del dispositivo di equilibratura.
- 15 In ogni caso è necessario realizzare una protezione praticamente stagna di questi dispositivi dove vi sono spruzzi di liquidi di refrigerazione, che potrebbero altrimenti creare cortocircuiti elettrici e danneggiare i dispositivi stessi.

Inoltre questi dispositivi sono difficilmente applicabili a macchine preesistenti.

- Di fronte a questa situazione lo scopo principale della presente invenzione è di 20 realizzare un dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con utensile rotante ad alta velocità, capace di ovviare a questi inconvenienti.

Un importante scopo dell'invenzione è pertanto di realizzare un dispositivo di equilibratura del genere ad anelli, in grado di realizzare un'equilibratura rapida e 25 precisa di corpi rotanti, anche a velocità di rotazione elevate come 40.000-

50.000 g/min, con una struttura semplice e di minimo ingombro.

Un altro scopo è di fornire un dispositivo del genere suddetto, che consenta di tenere minimo l'ingombro assiale degli anelli di equilibratura, così da evitare sicuramente squilibri dinamici nel piano assiale del corpo rotante.

5 Un ulteriore scopo dell'invenzione è di realizzare un dispositivo di equilibratura che consenta di agire sugli anelli di equilibratura senza interferenze reciproche, anche nel caso di anelli molto vicini e di comando contemporaneo degli anelli.

Ancora uno scopo dell'invenzione sta nel fornire un dispositivo di equilibratura che possa operare anche in presenza di liquidi di refrigerazione e grandi quantità 10 di trucioli o altri materiali di asportazione della lavorazione, senza che tale presenza porti a malfunzionamenti del dispositivo.

Un altro scopo ancora dell'invenzione è di realizzare un dispositivo che non presenta problemi di posizionamento in corrispondenza degli anelli di equilibratura e che possa essere facilmente applicato anche a macchine operatrici già in uso.

15 Non ultimo scopo dell'invenzione è la realizzazione di un dispositivo del genere specificato, che sia economico e quindi adatto anche a macchine operatrici o centri di lavoro dotati di un gran numero di utensili, anche diversi tra loro.

Questi ed altri scopi meglio evidenti nel seguito, vengono raggiunti da un dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con 20 utensile rotante ad alta velocità, avente le caratteristiche della rivendicazione 1.

Sviluppi preferiti dell'invenzione sono specificati nelle altre rivendicazioni.

Ulteriori particolari e vantaggi dell'invenzione saranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di una forma di realizzazione preferita dell'invenzione, illustrata a titolo di esempio non limitativo nei disegni allegati, nei quali:

25 La Fig. 1 rappresenta una vista schematica di un dispositivo di equilibratura

secondo l'invenzione, abbinato ad una macchina utensile di cui sono indicati solo i componenti aventi attinenza all'invenzione;

la Fig. 2 mostra una sezione assiale del dispositivo in corrispondenza degli elementi anulari di equilibratura;

5 la Fig. 3 è una vista in alzata laterale schematica dei mezzi di posizionamento angolare degli elementi anulari e la loro azione su tali elementi;

la Fig. 4 illustra una forma di realizzazione dei mezzi di frizione atti a trascinare in rotazione gli elementi anulari nelle normali condizioni di lavoro della macchina utensile;

10 la Fig. 5 è una vista dall'alto della zona di azione degli elementi anulari;

la Fig. 6 mostra esemplificativamente una particolare forma di realizzazione degli elementi anulari di equilibratura; e

la Fig. 7 mostra un'altra possibile forma di realizzazione degli elementi anulari di equilibratura.

15 Con riferimento a tali figure, un dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante secondo l'invenzione è indicato nel suo complesso con 1 ed è applicato esemplificativamente ad una macchina utensile di tipo noto, della quale nei disegni è visibile il mandrino 2, che attraverso un portautensile 3 porta un utensile 4, ad esempio una punta per forare.

20 Al portautensile 3 è solidale una flangia di supporto 5, dotata di un'appendice coassiale 5a atta a ricevere al suo interno l'utensile 4 fissato al portautensile 3. Il mandrino 2, il portautensile 3, l'utensile 4 e la flangia 5 costituiscono il corpo rotante 6 da equilibrare, girevole intorno all'asse A. A questo scopo al mandrino 2 è associato in modo noto un sensore di vibrazioni 7, collegato elettricamente, attraverso una linea 7a, con un centro elettronico di controllo 8 dell'equilibratura di

tipo di per sé noto. Il centro 8 è a sua volta operativamente connesso con un quadro di controllo 9 della macchina, che in modo noto gestisce la lavorazione automatica del pezzo in lavorazione.

Sull'appendice 5a della flangia 5 sono disposti assialmente affiancati e coassiali 5 con l'appendice stessa due elementi anulari di equilibratura 10, i quali sono girevoli insieme al corpo rotante 6, ma angolarmente ruotabili rispetto ad esso, come si vedrà più avanti. In particolare, come illustrato ad esempio in Fig. 2, gli elementi anulari 10 sono portati da rispettivi cuscinetti 11, essendo fissati all'anello esterno 11a dei cuscinetti 11, mentre l'anello interno 11b è fissato all'appendice 10 5a. Gli elementi anulari 10 potrebbero però anche essere portati direttamente dall'appendice 5a, sempre però in modo da ruotare con il corpo rotante 6 e da poter essere angolarmente spostati rispetto ad esso.

Gli elementi anulari 10 presentano ognuno una zona di squilibrio 12, ad esempio realizzata da una o più cavità o aperture 13 o da uno o più inserti di materiale di 15 peso specifico diverso da quello del materiale degli elementi 10, tale zona realizzando su ogni elemento 10 uno squilibrio di valore e posizione angolare noti.

Gli elementi anulari 10 sono trascinati in rotazione dal corpo rotante 6 ad esempio per frizione. Nel caso particolare illustrato ciò è ottenuto disponendo dei mezzi di frizione costituiti da elementi 14 di un materiale presentante un certo 20 coefficiente d'attrito, in particolare gomma, tra gli anelli 11a e 11b dei cuscinetti 11, come mostrato in Fig. 4.

Grazie al fatto che gli elementi 10 non sono perfettamente equilibrati, ma presentano note zone di squilibrio 12, ed al fatto che sono angolarmente ruotabili rispetto al corpo rotante 6, è possibile, con un'opportuna posizione angolare degli elementi 10 sul corpo 6, creare uno squilibrio risultante degli elementi 10 che 25

compensa lo squilibrio residuo del corpo rotante 6. Si noti che i singoli elementi componenti il corpo rotante 6 sono già individualmente equilibrati in fase costruttiva, ma una volta montati a formare tale corpo possono prodursi squilibri residui di accoppiamento, ad esempio tra portautensile 3 e utensile 4 e/o tra portautensi-

- 5 le 3 e mandrino 2, che possono sommarsi ad eventuali squilibri residui dei componenti e dare origine ad uno squilibrio residuo complessivo. Proprio questo squilibrio residuo viene eliminato con il dispositivo secondo l'invenzione.

Per la rotazione angolare degli elementi anulari 10 rispetto al corpo rotante 6 sono previsti mezzi di posizionamento costituiti, secondo l'invenzione, da mezzi fluidodinamici 15 atti a generare flussi di fluido diretti sugli elementi anulari 10 rotanti, per accelerare o rallentare temporaneamente e selettivamente la rotazione degli elementi 10, fino a posizionarli nella posizione angolare di rotazione nella quale il vettore risultante del loro squilibrio compensa esattamente il vettore dello squilibrio residuo del corpo rotante 6.

- 15 Secondo una forma di realizzazione preferita, questi mezzi fluidodinamici 15 comprendono una coppia di ugelli 16, associati esternamente agli elementi 10 ed atti ad inviare getti 17 di fluido sugli elementi 10. Gli ugelli 16 sono disposti su un corpo di supporto 18, fissato in corrispondenza della periferia degli elementi 10, e sono diretti in direzione sostanzialmente tangenziale o comunque con compone-
20 nente tangenziale rispetto agli elementi 10, così da generare getti 17 di fluido di-
retti sostanzialmente tangenzialmente rispetto agli elementi 10. Vantaggiosa-
mente sono previsti due ugelli 16 orientati in modo da generare getti 17 di senso
contrario nella direzione circonferenziale degli elementi 10, come visibile in Fig.
3. In questo modo è possibile ruotare gli elementi 10 a scelta in un senso o
25 nell'altro verso la posizione di equilibrio del sistema. In particolare ad ognuno

degli elementi 10 è associata una coppia di ugelli 16, orientati nel modo suddetto, così da poter ruotare ogni elemento 10 selettivamente in un senso o nell'altro, per raggiungere più rapidamente la posizione di equilibrio del corpo 6.

- Come mostrato in particolare in Fig. 3, gli elementi anulari 10 presentano vantaggiosamente una pluralità di risalti 19, in particolare a forma di aletta o pala, distribuiti perifericamente, in particolare sulla circonferenza esterna 20 degli elementi 10. In questo modo i getti 17 di fluido vanno a colpire direttamente i risalti 19, realizzando una efficace e controllata azione di spostamento angolare degli elementi 10. Si noti tuttavia che almeno in certi casi potrebbe essere sufficiente la scabrosità della superficie esterna 20 degli elementi 10 a rendere possibile la rotazione di questi sotto l'azione dei getti 17. I risalti 19 si protendono dagli elementi 10 in direzione sostanzialmente radiale, così da mantenere uguali condizioni di impatto dei getti 17 sia che questi agiscano in un senso che nell'altro. I risalti 19 potrebbero anche essere disposti sui lati esterni degli elementi 10.
- Il corpo di supporto 18 degli ugelli 16 può vantaggiosamente essere fissato in una pluralità di posizioni angolari intorno all'asse di rotazione A del corpo rotante 6, così da evitare eventuali interferenze dei getti 17 nella fase di distacco dagli elementi 10. In particolare il corpo 18 può essere disposto sopra gli elementi anulari 10, per facilitare il deflusso del fluido dopo l'impatto con i risalti 19.
- Gli ugelli 16 sono disposti all'estremità di rispettivi condotti 21, i quali sono collegati ad un gruppo valvolare 22, comprendente rispettive elettrovalvole di tipo noto, una per ogni condotto 21. Il gruppo valvolare 22 è collegato ad una sorgente di fluido 23, ad esempio una sorgente di aria compressa o di liquido refrigerante già presente sulla macchina. Le elettrovalvole del gruppo 22 sono comandabili selettivamente dal centro di controllo 8 attraverso la linea 22a.

Agli ugelli 16 sono opportunamente associati mezzi di regolazione della portata del fluido, non mostrati, operativamente collegati al centro di controllo 8 per la regolazione selettiva della quantità di fluido uscente dai vari ugelli 16.

In particolare, gli ugelli 16 possono essere atti ad emettere soffi d'aria ad elevata
5 o elevatissima velocità.

In corrispondenza del corpo di supporto 18 è pure sistemato un sensore 24 di posizione angolare dello squilibrio degli elementi anulari 10, tale sensore essendo di tipo noto. Il sensore 24, disposto fisso rispetto al corpo rotante 6, è collegato operativamente, attraverso la linea 24a, al centro di controllo 8 e rileva in modo
10 di per sé noto la posizione angolare dello squilibrio risultante degli elementi 10 rispetto ad una posizione angolare prefissata. In alternativa è possibile associare un sensore 24 ad ognuno degli elementi 10, così da rilevare la posizione angolare dello squilibrio di ogni elemento 10 e determinarne poi la risultante secondo metodologie note.

15 Il funzionamento del dispositivo di equilibratura 1 descritto è il seguente. Una volta montato l'utensile 4 con il portautensile 3 sul mandrino 2 della macchina, gli elementi 10 vengono disposti con le loro zone di squilibrio 12 diametralmente opposte, come mostrato in Fig. 2, così da risultare tra loro equilibrati.

Durante la rotazione del corpo rotante 6 e quindi dell'utensile 4, gli elementi anulari 10 ruotano in sincronismo con il corpo rotante 6. Il sensore 7 rileva le vibrazioni del mandrino 2 e quindi lo squilibrio residuo del corpo 6 ed invia i relativi impulsi al centro di controllo 8, che determina in modo noto l'intensità e la posizione angolare dello squilibrio del corpo 6 e la correzione necessaria da apportare attraverso gli elementi di equilibratura 10, cioè la posizione angolare relativa in cui devono essere posti gli elementi 10 rispetto al corpo rotante 6 perché essi
25

creino uno squilibrio di intensità pari e posizione angolare opposta allo squilibrio rilevato dal centro di controllo 8. Dal centro 8 vengono quindi comandate selettivamente le elettrovalvole del gruppo valvolare 22, in modo da inviare getti 17 di fluido di intensità prefissata su uno o entrambi gli elementi 10 e da ruotare uno o 5 entrambi gli elementi 10, in un senso o nell'altro, relativamente al resto del corpo 6, così da accelerare o rallentare temporaneamente uno o entrambi gli elementi 10, facendo loro perdere la posizione di equilibrio reciproco iniziale e portandoli via via in una pluralità di posizioni di squilibrio, segnalata continuamente dal sensore 24 al centro di controllo 8. La rotazione relativa degli elementi 10 prosegue 10 fino al raggiungimento della posizione angolare suddetta, nella quale il vettore risultante dello squilibrio degli elementi 10 è uguale in intensità, ma opposto in posizione angolare, al vettore residuo di squilibrio del corpo rotante 6.

A questo punto il centro di controllo 8 comanda la chiusura della o delle elettrovalvole precedentemente attivate e cessa l'azione del fluido sul o sugli elementi 15 anulari 10, che riprendono la rotazione sincrona con il corpo rotante 6, che risulta ora perfettamente equilibrato.

La possibilità di ruotare gli elementi 10 nei due sensi consente vantaggiosamente di ridurre il tempo di equilibratura ed inoltre di mantenere sempre al minimo gli squilibri non passando mai nelle zone in cui gli squilibri individuali degli elementi 20 10 si sommano.

L'operazione di equilibratura può essere ripetuta in tempi successivi, quando le vibrazioni rilevate dal sensore 7 superano un limite prefissato, ad esempio per consumo irregolare dell'utensile o per altri motivi. In ogni caso l'equilibratura è eseguibile in un tempo brevissimo e senza dover arrestare la macchina.

25 Anziché essere costituiti da corpi anulari squilibrati montati su cuscinetti a roto-

lamento tradizionali, gli elementi anulari 10 possono essere costituiti da cuscinetti a rotolamento 25 squilibrati, come illustrato nelle figure 6 e 7. Nel primo caso

(Fig. 6) i cuscinetti 25 presentano lungo un tratto circonferenziale elementi vol-

venti 25a di massa diversa, ad esempio maggiore, rispetto a quella degli elemen-

5 ti volventi 25b del tratto restante. Nel secondo caso (Fig. 7) i cuscinetti 25 sono

privi di elementi volventi in uno o più tratti circonferenziali, come indicato dai due

cerchi punteggiati. In entrambi i casi si ottengono elementi anulari con una zona

di squilibrio definita in intensità e posizione angolare, atti a funzionare come già

descritto per gli elementi anulari 10 squilibrati descritti più sopra.

10 I cuscinetti squilibrati 25 delle figure 6 e 7 possono essere provvisti di corpi anu-

lari 26 equilibrati, indicati tratteggiati, fissati all'anello esterno dei cuscinetti 25 e

presentanti una pluralità di risalti 19, ad esempio a forma di aletta o pala, atti a

ricevere i getti 17 di fluido.

L'invenzione descritta consegue importanti vantaggi.

15 Essa realizza un dispositivo di ingombro molto ridotto e di struttura semplice ed economica, adatto ad essere applicato anche su macchine o centri di lavoro dotati di un gran numero di utensili.

Il dispositivo è in grado di equilibrare rapidamente e con la massima precisione anche corpi rotanti a velocità elevate, ad esempio 40.000-50.000 g/min.

20 Inoltre il dispositivo secondo l'invenzione è adatto ad operare anche in condizioni ambientali in cui sono presenti liquidi, come i liquidi refrigeranti normalmente utilizzati sulle macchine utensili, e/o trucioli o altri materiali ferrosi. Proprio la presenza dei getti di fluido può contribuire vantaggiosamente a mantenere pulita la zona di lavoro, allontanando i residui della lavorazione.

25 La disposizione dei mezzi fluidodinamici a getto consente inoltre di mantenere

limitato l'ingombro assiale degli elementi anulari 10, che possono essere contenuti in uno spazio inferiore a 20 mm, senza che l'azionamento anche contemporaneo degli elementi anulari comporti reciproci disturbi e che si creino indesiderate coppie squilibranti nel piano assiale del corpo rotante da equilibrare.

5 Il posizionamento dei mezzi fluidodinamici a getto in corrispondenza degli elementi anulari di equilibratura non è critico e può essere scelto entro ampi limiti, contrariamente a quanto avviene nei dispositivi noti a comando elettromagnetico dove devono essere realizzati e mantenuti traferri ben precisi.

Il dispositivo secondo l'invenzione è facilmente applicabile a macchine esistenti, 10 in quanto richiede di montare sul corpo rotante solo gli elementi anulari, mentre tutti gli altri elementi del dispositivo trovano spazio all'esterno del corpo rotante.

L'invenzione è suscettibile di numerose modifiche e varianti, oltre a quelle già descritte. Così ad esempio potrebbero essere previsti più di due elementi anulari 15 di equilibratura 10, ad esempio tre elementi assialmente affiancati. Oppure si potrebbero disporre due coppie di elementi 10 assialmente distanziate, in modo da compensare squilibri dinamici nel piano assiale del corpo rotante azionando opportunamente gli elementi 10 delle due coppie. Le coppie di ugelli 16 associate a elementi anulari 10 diversi potrebbero essere disposte su propri corpi di supporto 18, disposti in posizioni diverse intorno all'asse del corpo rotante 6, così da evita-

20 re qualsiasi interferenza dei getti 17 delle diverse coppie. Potrebbe essere previsto di disporre un solo ugello 16 per ogni elemento anulare 10 e di azionare ogni elemento 10 in un solo senso di rotazione. Gli elementi anulari 10 potrebbero essere sistemati sul mandrino 2 anziché sul portautensile 3. I cuscinetti potrebbero essere di tipo stagno laddove necessario.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con utensile rotante ad alta velocità, comprendente almeno due elementi anulari di equilibratura presentanti ognuno uno squilibrio e disposti assialmente affiancati e coassiali su detto corpo rotante, detti elementi anulari essendo girevoli con detto corpo ed angolarmente ruotabili rispetto ad esso tramite mezzi di posizionamento angolare associati a detti elementi anulari, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di posizionamento angolare comprendono mezzi fluidodinamici atti a generare flussi di fluido diretti su detti elementi anulari per accelerare o rallentare temporaneamente e selettivamente la rotazione di detti elementi anulari rispetto a detto corpo rotante.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi fluidodinamici comprendono una coppia di ugelli stazionari, associati esternamente a detti elementi anulari ed atti ad inviare getti di fluido su detti elementi anulari.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, in cui detti ugelli comprendono due ugelli orientati in modo da generare getti di fluido diretti sostanzialmente tangenzialmente rispetto a detti elementi anulari ed atti a ruotare detti elementi in sensi contrari.

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui ad ognuno di detti elementi anulari è associata una coppia di ugelli stazionari, gli ugelli di ogni coppia essendo orientati in modo da generare getti di fluido diretti sostanzialmente tangenzialmente rispetto al rispettivo elemento anulare ed atti a ruotare detto elemento rispettivamente in sensi contrari.

5. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti elementi anulari presentano ognuno una pluralità di risalti, in particolare a forma

di aletta o pala, distribuiti perifericamente.

6. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, in cui detti risalti sono disposti sulla circonferenza esterna di detti elementi anulari.

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, in cui detti risalti sono disposti sui 5 lati esterni di detti elementi anulari.

8. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti elementi anulari sono trascinati in rotazione da detto corpo rotante tramite mezzi di frizione disposti tra detti elementi e detto corpo.

9. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti ugelli sono disposti su una struttura di supporto fissabile in una pluralità di posizioni intorno all'asse di rotazione di detto corpo rotante.

10. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui a detti ugelli sono associati mezzi di regolazione della portata di detto fluido.

11. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente un gruppo valvolare presentante rispettive elettrovalvole associate a detti ugelli, detto gruppo valvolare essendo in comunicazione con una sorgente di fluido ed essendo operativamente collegato ad un centro di controllo atto a comandare selettivamente dette elettrovalvole per l'invio di detto fluido selettivamente a detti ugelli.

20 12. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detta sorgente di fluido è una sorgente di aria compressa.

13. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 11, in cui detta sorgente di fluido comprende una sorgente di liquido in pressione, in particolare liquido refrigerante.

25 14. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti

elementi anulari sono fissati all'anello esterno di rispettivi cuscinetti a rotolamento il cui anello interno è fissato a detto corpo rotante.

15. Dispositivo secondo la rivendicazione 14, in cui tra detto anello esterno e detto anello interno sono interposti mezzi di frizione.

5 16. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti elementi anulari comprendono ognuno un corpo anulare equilibrato fissato all'anello esterno di un cuscinetto a rotolamento, detto cuscinetto presentando lungo un tratto circonferenziale elementi volventi di massa diversa da quella degli elementi volventi del tratto restante e detto corpo anulare presentando una pluralità di risalti periferici,
10 in particolare a forma di aletta o pala, per l'impegno di detti getti di fluido.

17. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti elementi anulari comprendono ognuno un corpo anulare equilibrato fissato all'anello esterno di un cuscinetto a rotolamento, detto cuscinetto essendo privo di elementi volventi in uno o più tratti circonferenziali e detto corpo anulare presentando una pluralità di
15 risalti periferici, in particolare a forma di aletta o pala, per l'impegno di detti getti di fluido.

18. Dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con utensile rotante ad alta velocità, comprendente almeno due elementi anulari di equilibratura presentanti ognuno uno squilibrio e disposti assialmente affiancati e coassiali su detto corpo rotante, detti elementi anulari essendo girevoli con detto corpo rotante ed angolarmente ruotabili rispetto ad esso tramite mezzi di posizionamento angolare associati a detti elementi, caratterizzato dal fatto che detti elementi anulari comprendono rispettivi cuscinetti a rotolamento e che detti cuscinetti presentano lungo un tratto circonferenziale elementi volventi
25 di massa diversa da quella degli elementi volventi del tratto restante.

19. Dispositivo per l'equilibratura di un corpo rotante, in particolare di un portautensile con utensile rotante ad alta velocità, comprendente almeno due elementi anulari di equilibratura presentanti ognuno uno squilibrio e disposti assialmente affiancati e coassiali su detto corpo rotante, detti elementi anulari essendo 5 girevoli con detto corpo rotante ed angolarmente ruotabili rispetto ad esso tramite mezzi di posizionamento angolare associati a detti elementi anulari, caratterizzato dal fatto che detti elementi anulari comprendono rispettivi cuscinetti a rotolamento e che detti cuscinetti sono privi di elementi volventi in uno o più tratti circonferenziali.
- 10 20. Dispositivo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente una o più delle caratteristiche descritte ed illustrate.

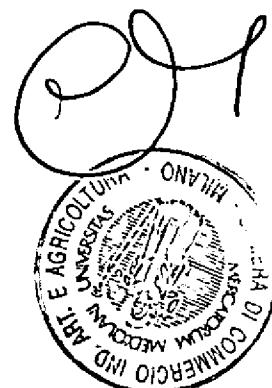
Per incarico di *BALANCE SYSTEMS S.p.A.*:

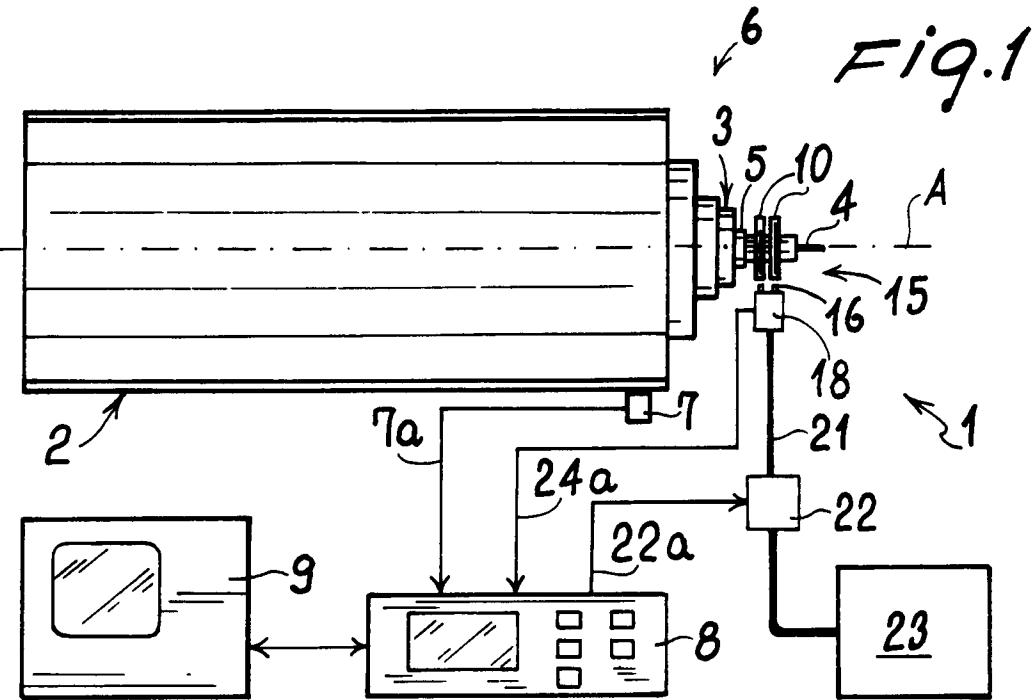
dr. Ing. V. Lunati *V. Lunati* dr.ssa M. L. Mazzoni *M. L. Mazzoni*

15

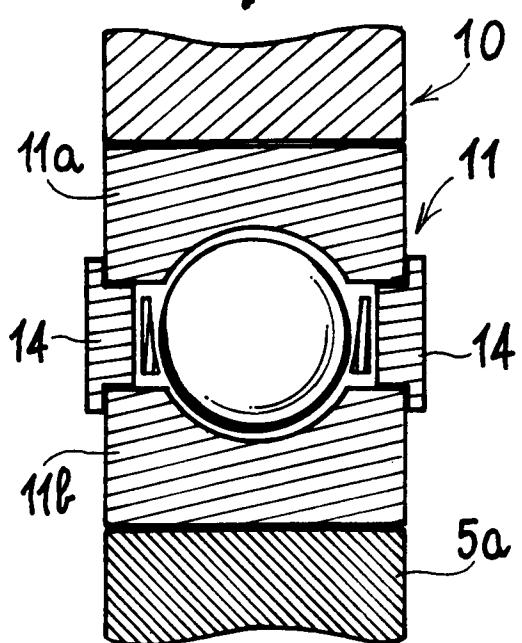
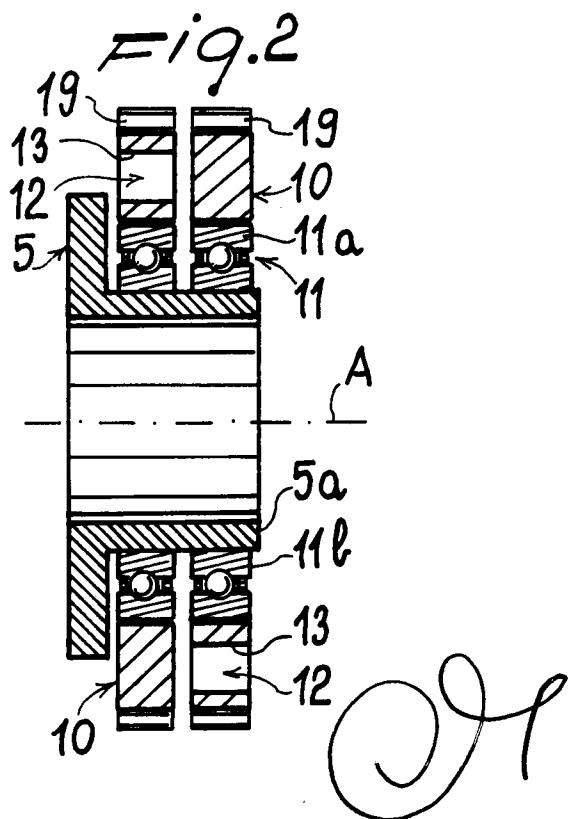
N° 104 Albo Mandatari

N° 478 Albo Mandatari





2000A002827



dr. ing. V. Lunati
n. 104 Albo
dr.ssa M. L. Mazzoni
n. 478 Albo

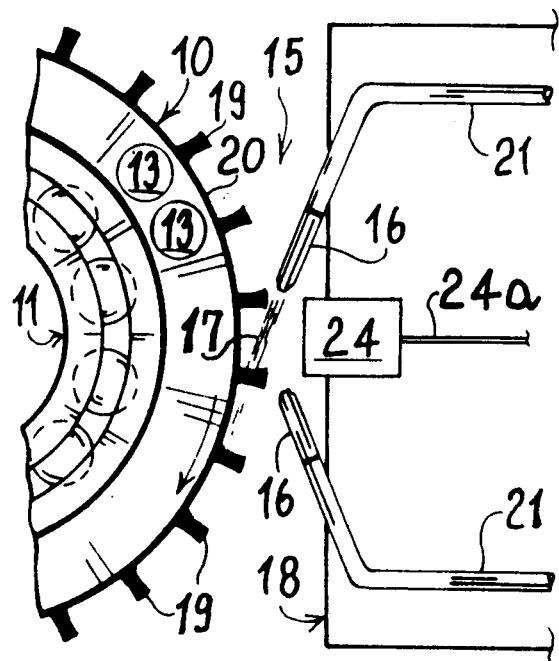


Fig. 3

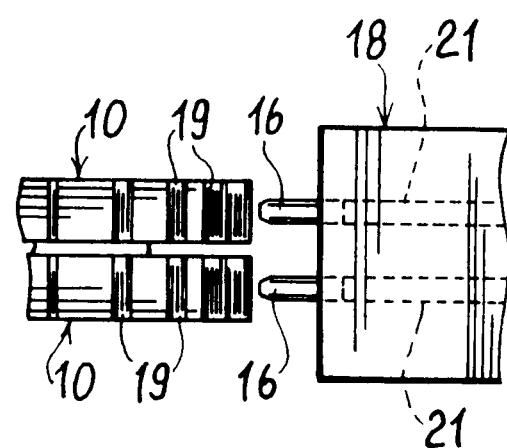


Fig. 5

2000A0028271

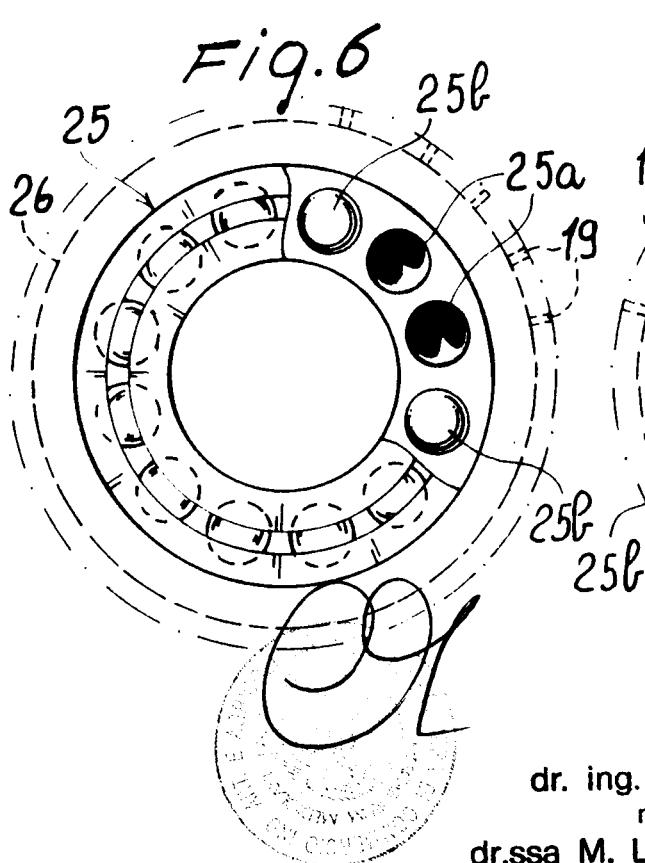


Fig. 6

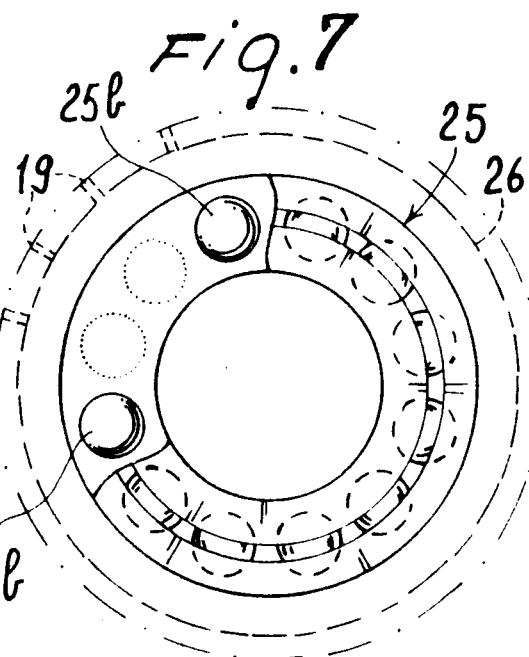


Fig. 7

dr. ing. V. Lunati
n. 104 Albo
dr.ssa M. L. Mazzoni
n. 478 Albo

AlmaR
me ne frega