

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901979584A1

Publication Date

20130319

Applicant

TECNOMAGNETE S.P.A.

Title

DISPOSITIVO MAGNETICO MODULARE PER ANCORARE PEZZI
FERROMAGNETICI

DESCRIZIONE

"Dispositivo magnetico modulare per ancorare pezzi ferromagnetici".

Campo tecnico

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo magnetico per ancorare
5 pezzi ferromagnetici, in particolare ad un dispositivo magnetico modulare per
ancorare pezzi ferromagnetici, in accordo con la rivendicazione 1.

Stato della Tecnica

Attualmente per la lavorazione meccanica (tornitura, fresatura, ecc.) di
elementi ferrosi quali ad esempio a forma di anello, ralle, cuscinetti e flange tonde
10 utilizzate in centrali elettriche e generatori eolici, macchine movimento terra, radar e
attrezzature di comunicazione, gru su piattaforme off shore, macchine utensili e
scatole cambio nonché in motori marini e trasmissioni, vengono utilizzati piani
magnetici.

Al fine di poter lavorare questi elementi, tali piani magnetici devono presentare
15 un diametro uguale o leggermente superiore a quello del bancale di una macchina
utensile necessario per eseguire le suddette lavorazioni meccaniche così da sfruttare
al meglio la capacità della macchina utensile, senza perdere spazi utili per accogliere
sistemi supplementari di bloccaggio come le morse.

Ad esempio qualora l'elemento da sottoporre a lavorazioni meccaniche è uno
20 di quelli prima identificato ed ha, ad esempio, un diametro non superiore a 2000mm,
è noto impiegare in genere i tipici piani magnetici realizzati in un blocco unico aventi
un diametro di uguale misura.

Qualora si debba sottoporre ad operazioni di lavorazione meccaniche elementi
aventi un diametro superiore ai 2000mm, nello stato della tecnica è previsto di
25 impiegare piani magnetici formati da diversi settori magnetici, che possono essere

montati direttamente sul bancale della macchina, su sottopiastre dedicate oppure su idonei pallet di supporto.

Appare evidente, ancorché queste tecniche oggi giorno siano ampiamente e profittevolmente impiegate, che i piani magnetici del tipo prima descritto presentano
5 degli svantaggi sia dal punto di vista economico che dal punto di vista prestazionale.

I piani magnetici del tipo prima descritto, al fine di sfruttare appieno le potenzialità della macchina utensile, vengono, infatti, realizzati per ancorare pezzi ferromagnetici aventi diametri variabili fino alla loro dimensione massima; ragion per cui tutta la superficie del piano magnetico è magneticamente attivabile anche se
10 una parte significativa, in fase di ancoraggio, non sarà sfruttata per trattenere il pezzo.

E' quindi evidente il primo svantaggio economico degli attuali sistemi che obbligano alla realizzazione di ampie superfici magneticamente attive anche se il pezzo ferromagnetico da ancorare ha una superficie molto limitata.

15 Infatti, oltre al problema dell'aumento dei costi di acquisto del piano magnetico man mano che crescono le dimensioni dell'elemento da sottoporre a lavorazione e di conseguenza del corrispondente piano magnetico necessario per ancorare l'elemento, si accrescono i problemi elettrici/meccanici/gestionali.

Il principale problema elettrico è associato al numero elevato di cavi elettrici
20 necessari. Ad esempio, qualora dovesse avvenire un corto circuito in una parte del sistema magnetico ciò comporta la messa in disservizio dell'intero piano magnetico, con danni alla produzione, e l'intervento di tecnici specializzati per la sua sostituzione.

Il principale problema meccanico è associato all'incremento della distanza dei
25 punti di appoggio del pezzo in quanto la superficie magnetica è realizzata con una

disposizione polare radiale. Col crescere delle dimensioni del piano la distanza dei punti di appoggio del pezzo sulla zona magnetica tende ad aumentare portando a limitare le prestazioni della macchina al fine di ridurre le vibrazioni del pezzo.

Il principale problema gestionale è associato alla necessaria movimentazione
5 del sistema magnetico per passare dalla fase di sgrossatura alla fase di finitura del pezzo, che essendo ingombrante impone grandi spazi e sistemi di movimentazione costosi e inevitabilmente ingombranti.

Problema tecnico

Da quanto sopra è evidente come nell'ambito dei dispositivi o apparati
10 magnetici sia molto sentita l'esigenza di poter effettuare le operazioni di lavorazione meccanica di elementi ferrosi, ad esempio a forma di anello impiegando dispositivi magnetici meno costosi e più affidabili rispetto a quelli sino ad ora utilizzati.

Il problema alla base della presente invenzione è pertanto quello di escogitare un dispositivo magnetico il quale presenti caratteristiche funzionali tali da soddisfare
15 la suddetta esigenza, ovviando nel contempo agli inconvenienti di cui si è riferito precedentemente.

Soluzione Tecnica

Tale problema è risolto da un dispositivo magnetico modulare per ancorare pezzi ferromagnetici in accordo con la rivendicazione 1.

Effetti Vantaggiosi

20 Grazie alla presente invenzione è possibile ottenere una riduzione dei costi di acquisto in quanto il dispositivo magnetico modulare per ancorare pezzi ferromagnetici è posizionato esclusivamente in prossimità del pezzo ferromagnetico da ancorare.

25 Grazie alla presente invenzione è inoltre possibile ottenere dei vantaggi di

affidabilità dato che i dispositivi magnetici sono modulari garantendo sostituzioni, in caso di avaria, in qualsiasi momento con altri di dispositivi di uguale tipo.

Inoltre, grazie alla presente invenzione quando più dispositivi magnetici modulari sono connessi tra di loro si ha la presenza di molti punti di appoggio del
5 pezzo da ancorare che possono essere facilmente rimossi e sostituiti e inoltre possono essere realizzati in materiale magnetico e non magnetico.

Tale pluralità di punti di appoggio garantisce una qualità superiore delle lavorazioni che vengono eseguite sugli elementi ancorati.

Breve Descrizione dei Disegni

10 Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi del metodo secondo la presente invenzione risulteranno dalla descrizione di seguito riportata di un suo esempio preferito di realizzazione, data a titolo indicativo e non limitativo, con riferimento alle annesse figure, in cui:

- la figura 1 mostra una vista in prospettiva ed in esploso del dispositivo
15 magnetico modulare in una sua forma di realizzazione;

- la figura 2 mostra una vista in prospettiva del dispositivo magnetico modulare di figura 1;

- la figura 3 mostra una vista in pianta dall'alto di una struttura comprendente una pluralità di dispositivi magnetici modulari del tipo illustrato in figura 1 quando
20 questi sono connessi tra di loro.

Descrizione Dettagliata

Con riferimento alle annesse figure è indicato con il numero di riferimento 1 un dispositivo magnetico modulare in accordo con la presente invenzione.

Il dispositivo magnetico modulare 1 comprende un telaio 2 entro il quale sono
25 disposti un primo circuito magnetico 3 ed un secondo circuito magnetico 4.

Il telaio 2 è realizzato con materiali ferromagnetici mediante tecniche costruttive note ad un tecnico del settore e pertanto non descritte.

Ad esempio, con riferimento alla figura 1, si nota che il telaio 2 del dispositivo magnetico modulare 1 comprende una prima parte 2A, in cui è disposto il primo
 5 circuito magnetico 3 ed una seconda parte 2B in cui è disposto il secondo circuito magnetico 4.

In particolare, tale prima parte 2A può essere distinta e separata rispetto alla seconda parte 2B e, una volta connesse tra di loro, come rappresentato in figura 2, possono formare il dispositivo magnetico modulare 1.

10 Alternativamente ed, in accordo con una preferita forma di realizzazione, il dispositivo magnetico modulare 1 è realizzato in un solo pezzo o monolitico, ossia la prima parte 2A e la seconda parte 2B sono integrali.

Si nota inoltre che il telaio 2 del dispositivo magnetico modulare 1 si sviluppa prevalentemente lungo una direzione longitudinale X-X ed individua un primo 1' ed
 15 un secondo lato 1'' in corrispondenza delle superfici contrapposte di maggiore estensione le cui estremità definiscono una parte posteriore 1''' ed una parte frontale 1'''' del telaio 2.

In particolare, in accordo con la specifica forma di realizzazione illustrata, la direzione longitudinale X-X rappresenta un asse di simmetria per il telaio 2 del
 20 dispositivo 1 così che la parte posteriore 1''' e la parte frontale 1'''' risultano essere opposte l'una rispetto all'altra lungo detto asse di simmetria X-X.

Il primo circuito magnetico 3 è configurato per generare un primo campo magnetico che individua in corrispondenza del primo lato 1' del telaio 2 una superficie magnetica di ancoraggio.

25 In particolare la prima superficie magnetica di ancoraggio è la superficie del

dispositivo magnetico modulare 1 idoneo per ancorare un pezzo ferromagnetico da sottoporre a lavorazione meccanica.

Il secondo circuito magnetico 4 è configurato per generare un secondo campo magnetico che individua in corrispondenza del primo lato 1'' del telaio 2 una
5 seconda superficie magnetica di ancoraggio.

In particolare la seconda superficie magnetica di ancoraggio 1'' è la superficie del dispositivo magnetico modulare 1 idoneo per ancorare il dispositivo magnetico modulare 1 ad un bancale di una macchina utensile (non illustrata nelle figure), ossia della macchina destinata ad eseguire le operazioni meccaniche di tornitura, fresatura,
10 ecc. sul pezzo ferromagnetico.

Giova rilevare che la prima parte 2A del telaio 2 è configurata in modo da alloggiare al proprio interno, ad esempio, il primo circuito magnetico 3 mentre la seconda parte 2B è configurata in modo tale da alloggiare il secondo circuito magnetico 4.

15 Ad esempio il primo ed il secondo circuito magnetico 3, 4 sono di tipo noto e sono configurati per generare un campo magnetico elettropermanente.

Secondo un aspetto preferito della presente invenzione il primo circuito magnetico 3 ed il secondo circuito magnetico 4 sono comandabili indipendentemente l'uno dall'altro, ossia tali primi e secondi circuiti magnetici 3, 4 sono attivabili o
20 disattivabili indipendentemente l'uno dall'altro.

A tale fine è previsto che vi sia una centralina di comando e controllo (non illustrata nelle figure) configurata per inviare opportuni segnali elettrici al primo e/o al secondo circuito magnetico 3, 4 così da eseguire i cicli di attivazione o disattivazione dei nuclei magnetici reversibili costituenti gli anzidetti circuiti
25 magnetici 3, 4 mediante l'energizzazione di bobine elettriche disposte attorno agli

anzidetti nuclei magnetici.

E' bene precisare che la tipologia di circuito magnetico 3 può essere uguale o differente dalla tipologia di circuito magnetico 4.

Il primo ed il secondo circuito magnetico 3, 4 sono preferibilmente distinti ma
5 è bene notare che in alcuni particolari forme realizzazione dell'invenzione le funzioni di tali due circuiti magnetici potrebbero essere assolti mediante un unico circuito magnetico del tipo auto ancorante, come quello del tipo descritto nel documento WO 2009/130722 A1, qui integralmente incorporato per pronto riferimento.

Caratteristica del dispositivo magnetico modulare 1 è quella di comprendere
10 primi mezzi di connessione meccanica e elettrica 6,10 e secondi mezzi di connessione meccanica e elettrica 5,11.

E' utile sottolineare che il primo mezzo di connessione meccanica 6 e il primo mezzo di connessione elettrica 10 sono solidali tra di loro, così come il secondo mezzo di connessione meccanica 5 e il secondo mezzo di connessione elettrica 11.

15 Il secondo mezzo di connessione meccanica e elettrica 5,11, quando in uso, permette di connettere meccanicamente ed elettricamente il dispositivo magnetico modulare 1 al rispettivo primo mezzo di connessione elettrica e meccanica 6,10 di un secondo dispositivo magnetico modulare così da realizzare una serie di dispositivi magnetici (vedi figura 3).

20 In altre parole mediante la connessione elettrica e meccanica tra i rispettivi secondi mezzi di connessione del primo dispositivo e i primi mezzi di connessione del secondo dispositivo è possibile concatenare elettricamente e meccanicamente tra loro una serie (due, tre, quattro, cinque, dieci, venti o più) di dispositivi magnetici disposti adiacenti uno all'altro.

25 È pertanto possibile connettere tra di loro più dispositivi magnetici per

realizzare una struttura di dispositivi magneti elettricamente e meccanicamente connessi, laddove ciascun dispositivo magnetico modulare 1 rappresenta un modulo di tale struttura.

Secondo una preferita forma di realizzazione in prossimità della parte frontale
 5 1'''' è prevista la sede dei primi mezzi di connessione meccanica ed elettrica 6,10 mentre in corrispondenza della parte posteriore 1''' è prevista la sede dei secondi mezzi di connessione meccanica ed elettrica 5,11.

In questo modo è possibile connettere la testa di un dispositivo magnetico modulare 1 con la coda del dispositivo magnetico modulare adiacente e così via, fino
 10 a coprire tutta la superficie del pezzo da ancorare.

Secondo una preferita forma di realizzazione della presente invenzione i primi 6,10 e secondi 5,11 mezzi di connessione elettrica e meccanica del dispositivo magnetico modulare 1 e degli ulteriori dispositivi magnetici modulari sono mezzi complementari.

15 Per realizzare la connessione meccanica ed elettrica tra i secondi 5,11 mezzi di connessione meccanica ed elettrica del primo dispositivo magnetico modulare i primi 6,10 mezzi di connessione meccanica ed elettrica del secondo dispositivo magnetico modulare adiacente, i mezzi di connessione meccanica ed elettrica devono essere complementari e devono comprendere mezzi di articolazione tra il primo dispositivo
 20 magnetico modulare ed il suo adiacente configurati per stabilire un aggancio meccanico ed elettrico e per consentire un movimento reciproco tra i due dispositivi magnetici.

A tale fine i mezzi di articolazione si concretizzano in un accoppiamento rotoidale attorno ad un asse di vincolo Y-Y, che risulta essere trasversale,
 25 preferibilmente, ortogonale alla direzione di estensione X-X.

Preferibilmente la rotazione attorno all'asse di vincolo Y-Y è pari ad un valore angolare α che risulta essere compreso in un intervallo di valori variabile, ad esempio, tra 0° e $\pm 120^\circ$ così che detto dispositivo magnetico modulare sia angolabile di detto valore angolare α rispetto al dispositivo magnetico modulare adiacente.

- 5 In altre parole l'articolazione tra i rispettivi complementari mezzi di connessione meccanica ed elettrica di due dispositivi magnetici prevede che vi sia un accoppiamento di forma tale da assicurare una connessione meccanica, elettrica ed una eventuale rotazione attorno all'asse di vincolo Y-Y.

Preferibilmente i mezzi di articolazione si estendono lungo l'asse di vincolo Y-
10 Y.

Per realizzare la connessione elettrica tra i complementari primi 6,10 e secondi 5,11 mezzi di connessione meccanica ed elettrica i primi e secondi mezzi di connessione elettrica comprendono un connettore in ingresso maschio 10 ed un rispettivo connettore in uscita femmina 11.

- 15 Tali connettori maschi 10 e femmina 11 sono disposti proprio laddove vi sono i mezzi di connessione meccanica rispettivamente 6 e 5.

Giova rilevare che il connettore maschio 10 e femmina 11 sono messi in comunicazione elettrica tra di loro mediante l'interposizione di cavi elettrici 12.

- In particolare i cavi elettrici 12 sono disposti internamente a ciascun dispositivo
20 magnetico modulare ossia non sono posti esterni ai dispositivi magnetici modulari.

Ciò comporta una più agevole manutenzione, sostituzione dei dispositivi magnetici modulari dato che non vi è l'intralcio dei cavi elettrici.

- Nel momento in cui è stabilita la connessione elettrica tra il secondo mezzo di
connessione 5,11 del primo dispositivo magnetico modulare ed il primo mezzo di
25 connessione 6,10 del secondo dispositivo magnetico modulare adiacente, è possibile

mediante il connettore in ingresso maschio 10 del primo dispositivo magnetico modulare trasferire attraverso una pluralità di cavi elettrici 12 i segnali elettrici generati dalla centralina di comando a tutti dispositivi magnetici connessi secondo la modalità descritta.

- 5 Ad esempio la pluralità di cavi elettrici 12 comprendono sette cavi ciascuno dei quali è deputato a veicolare specifici segnali elettrici come i segnali di attivazione o disattivazione, segnali di protezione elettrica ecc..

I connettori elettrici maschio e femmina 10,11 possono essere realizzati ad esempio mediante spine e prese, oppure con un accoppiamento a baionetta o similari.

- 10 Vantaggiosamente, al fine di consentire la suddetta rotazione tra due dispositivi magnetici evitando inopportune interferenze e per garantire un angolo α il più ampio possibile, è previsto che la sede in cui sono posti i primi mezzi di connessione meccanica ed elettrica 6,10 ossia la parte frontale 1''' sia speculare rispetto alla parte posteriore 1'' in cui sono posti i secondi mezzi di connessione meccanica ed
15 elettrica 5,11.

Giova rilevare che, secondo un aspetto caratteristico della presente invenzione, il telaio 2 del dispositivo magnetico modulare 1 presenta una zona che può essere magnetica o non magnetica 13 che funge da punto di appoggio e riferimento per il pezzo che deve essere sottoposto a lavorazione.

- 20 In una forma di realizzazione tale zona 13 può essere coassiale con detti primi mezzi di connessione meccanica ed elettrica 6,10, ossia risultare coassiale con l'asse di vincolo Y-Y dei mezzi di articolazione.

Inoltre tale zona 13 è facilmente sostituibile e/o modificabile al fine di adattarsi alle specifiche di lavorazione del pezzo.

- 25 In accordo con la realizzazione specifica illustrata nelle figure 1 e 2, si nota che

per realizzare l'accoppiamento meccanico rotoidale tra due diversi dispositivi magnetici modulari è previsto che i primi mezzi di connessione meccanica comprendano un connettore 6 del primo dispositivo magnetico modulare laddove i secondi mezzi di connessione comprendono un connettore 5 del secondo dispositivo magnetico modulare.

L'accoppiamento tra il connettore 6 del primo dispositivo magnetico modulare ed il connettore 5 del secondo dispositivo magnetico modulare può avvenire innestando, il connettore 6 del primo dispositivo magnetico modulare nel connettore 5 del secondo dispositivo magnetico modulare così da creare l'accoppiamento di forma avente una tolleranza idonea per consentire una salda connessione meccanica tra i due dispositivi magnetici e per consentire la rotazione angolare α tra i due dispositivi magnetici attorno al comune asse di vincolo Y-Y.

Tali connettori 5 e 6 possono presentare una forma sostanzialmente cilindrica ancorché siano previste forme di implementazioni differenti.

Quindi a seguito dell'accoppiamento rotoidale i due dispositivi magnetici possono essere ruotati tra di loro tra 0° e $\pm 120^\circ$ rispetto all'asse di simmetria X-X.

Qualora si connettano tra di loro più dispositivi magnetici attraverso i mezzi di connessione meccanica 6,5 ed elettrica 10,11 è possibile angolare ciascuno dispositivo rispetto ai suoi adiacenti di un identico o diverso valore angolare α , ed è possibile realizzare una struttura di ancoraggio magnetica aventi, ad esempio, una forma circolare (alternativamente anche altre forme come ad esempio quella ottagonale, esagonale quadrata, rettangolare).

Grazie a ciò è possibile ancorare magneticamente ed effettuare le operazioni di lavorazione meccanica di un pezzo da lavorare di ogni forma, come, ad esempio, quella circolare senza sprecare superficie magnetica di ancoraggio.

Ovviamente un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare numerose modifiche e varianti al dispositivo magnetico modulare sopra descritto, tutte peraltro contenute nell'ambito di protezione dell'invenzione quale definito dalle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo magnetico per ancorare pezzi ferromagnetici comprendente un telaio (2) avente:

- un primo circuito magnetico (3) configurato per generare un primo campo magnetico idoneo per ancorare un pezzo ferromagnetico da sottoporre a lavorazione,
- un secondo circuito magnetico (4) configurato per generare un secondo campo magnetico idoneo per ancorare detto dispositivo magnetico (1) ad un bancale di una macchina utensile,
- detto primo circuito magnetico (3) e detto secondo circuito magnetico (4) essendo comandabili per attivarsi e/o disattivarsi indipendentemente l'uno dall'altro,

caratterizzato dal fatto di comprendere primi (6,10) e secondi (5,11) mezzi di connessione meccanica e elettrica per connettere, quando in uso, meccanicamente ed elettricamente detto dispositivo magnetico a rispettivi secondi e primi mezzi di connessione meccanica e elettrica complementari di altri dispositivi magnetici modulari disposti adiacentemente ad esso così da realizzare una serie di dispositivi magnetici modulari connessi meccanicamente ed elettricamente.

2. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 1, in cui detti primi e secondi mezzi di connessione meccanica e elettrica (6,5,10,11) comprendono mezzi di articolazione meccanica (6,5) per stabilire un aggancio meccanico e per consentire un movimento reciproco tra un dispositivo magnetico modulare rispetto ad un altro dispositivo magnetico modulare disposto adiacente.

3. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 2, in cui detti mezzi di articolazione comprendono un accoppiamento rotoidale attorno ad un asse di vincolo (Y-Y).

4. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 3, in cui detti mezzi di articolazione comprendono un accoppiamento rotoidale per consentire una rotazione attorno a detto asse di vincolo (Y-Y) di un valore angolare (α) compreso in un intervallo di valori variabile tra 0 e $\pm 120^\circ$ così che detto dispositivo magnetico sia
5 angolabile di detto valore angolare (α) rispetto al dispositivo magnetico ad esso adiacente.
5. Dispositivo magnetico in accordo con una qualunque delle precedenti rivendicazioni, in cui detti primi e secondi mezzi di connessione meccanica e elettrica (6,5,10,11) comprendono un connettore elettrico in ingresso maschio (10) ed un rispettivo
10 connettore elettrico in uscita femmina (11).
6. Dispositivo magnetico in accordo con una qualunque delle precedenti rivendicazioni, in cui detto dispositivo magnetico si sviluppa prevalentemente lungo una direzione longitudinale (X-X) ed individua un primo (1') ed un secondo (1'') lato in corrispondenza delle superfici contrapposte di maggiore estensione le cui estremità
15 definiscono una parte frontale (1''') ed una parte posteriore (1''') di detto telaio (2), detta direzione longitudinale (X-X) rappresentando un asse di simmetria per detto telaio (2) così che la parte frontale (1''') e la parte posteriore (1''') risultano essere opposte l'una rispetto all'altra lungo detto asse di simmetria (X-X), detto asse di vincolo (Y-Y) risultando trasversale, preferibilmente, ortogonale rispetto a detta direzione di
20 estensione (X-X).
7. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 6, in cui detta parte frontale (1''') è complementare rispetto alla parte posteriore (1''').
8. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 3, comprendente almeno una zona magnetica o non magnetica (13) che è disposta coassiale a detto asse di
25 vincolo (Y-Y).

9. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 1, comprendente una prima parte (2A) in cui è disposto detto primo circuito magnetico (3) ed una seconda parte (2B) in cui è disposto detto secondo circuito magnetico (4).

10. Dispositivo magnetico in accordo con la rivendicazione 1, i primi mezzi di
5 connessione meccanica (6) integrano i primi mezzi di connessione elettrica (10) così
come i secondi mezzi di connessione meccanica (5) integrano i secondi mezzi di
connessione elettrica (11).

CLAIMS

1. A magnetic device for clamping ferromagnetic workpieces comprising a frame having;
- a first magnetic circuit (3) which is configured to generate a first magnetic field
 - 5 adapted to clamp a ferromagnetic workpiece to be processed,
 - a second magnetic circuit (4) which is configured to generate a second magnetic field adapted to clamp said ferromagnetic workpiece (1) to a machine tool bed,
 - said first magnetic circuit (3) and said second magnetic circuit (4) being adapted to be controlled to turn on and/off independent of each other,
 - 10 **characterized in that** it comprises first (6, 10) and second (5, 11) mechanical and electrical connection means for mechanically and electrically connecting said magnetic device, when in operation, to second and first complementary mechanical and electrical connection means of other modular magnetic devices located adjacent thereto, to create a series of modular magnetic devices mechanically and electrically
 - 15 connected together.
2. A magnetic device as claimed in claim 1, wherein said first and second mechanical and electrical connection means (6, 5, 10, 11) comprise mechanical linkage means (6, 5) for providing mechanical coupling while allowing mutual motion between a modular magnetic device and another modular magnetic device adjacent thereto.
- 20 3. A magnetic device as claimed in claim 2, wherein said linkage means include a rotary coupling, involving rotation about a constraint axis (Y-Y).
4. A magnetic device as claimed in claim 3, wherein said linkage means comprise a rotary coupling, for allowing rotation about said constraint axis (Y-Y) over an angle (α) that falls within a range from 0 to $\pm 120^\circ$ so that said magnetic device can be tilted by
- 25 said angle (α) relative to the magnetic device adjacent thereto.

5. A magnetic device as claimed in any preceding claim, wherein said first and second mechanical and electrical connection means (6, 5, 10, 11) comprise a male input electrical connector (10) and a respective female output electrical connector (11).
6. A magnetic device as claimed in any preceding claim, wherein said magnetic device
5 mainly extends in a longitudinal direction (X-X) and defines first (1') and second (1'') sides at the opposed larger surfaces whose ends define a front part (1''') and a rear part (1''') of said frame (2), said longitudinal direction (X-X) forming an axis of symmetry for said frame (2), so that the front part (1''') and the rear part (1''') oppose each other along said axis of symmetry (X-X), said constraint axis (Y-Y) being transverse,
10 preferably orthogonal to said direction of extension (X-X).
7. A magnetic apparatus as claimed in claim 6, wherein said front part (1''') is complementary to the rear part (1''').
8. A magnetic device as claimed in claim 3, comprising at least one magnetic or non-magnetic area (13) which is coaxial to said constraint axis (Y-Y).
- 15 9. A magnetic device as claimed in claim 1, comprising a first part (2A) having said first magnetic circuit (3) disposed therein and a second part (2B) having said second magnetic circuit (4) disposed therein.
10. A magnetic device as claimed in claim 1, wherein the first mechanical connection means (6) integrate the first electrical connection means (10) and the second mechanical
20 connection means (5) integrate the second electrical connection means (11).

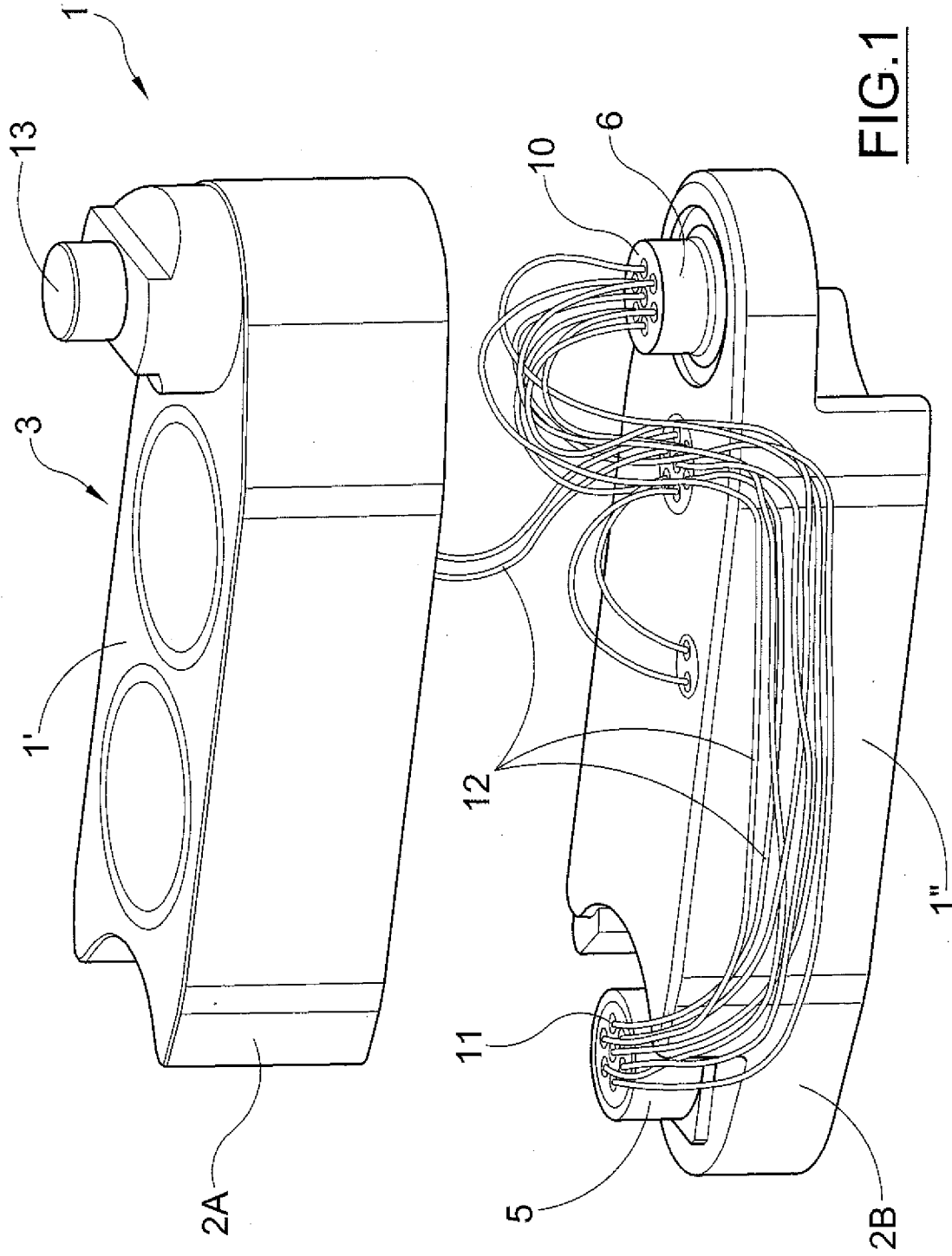
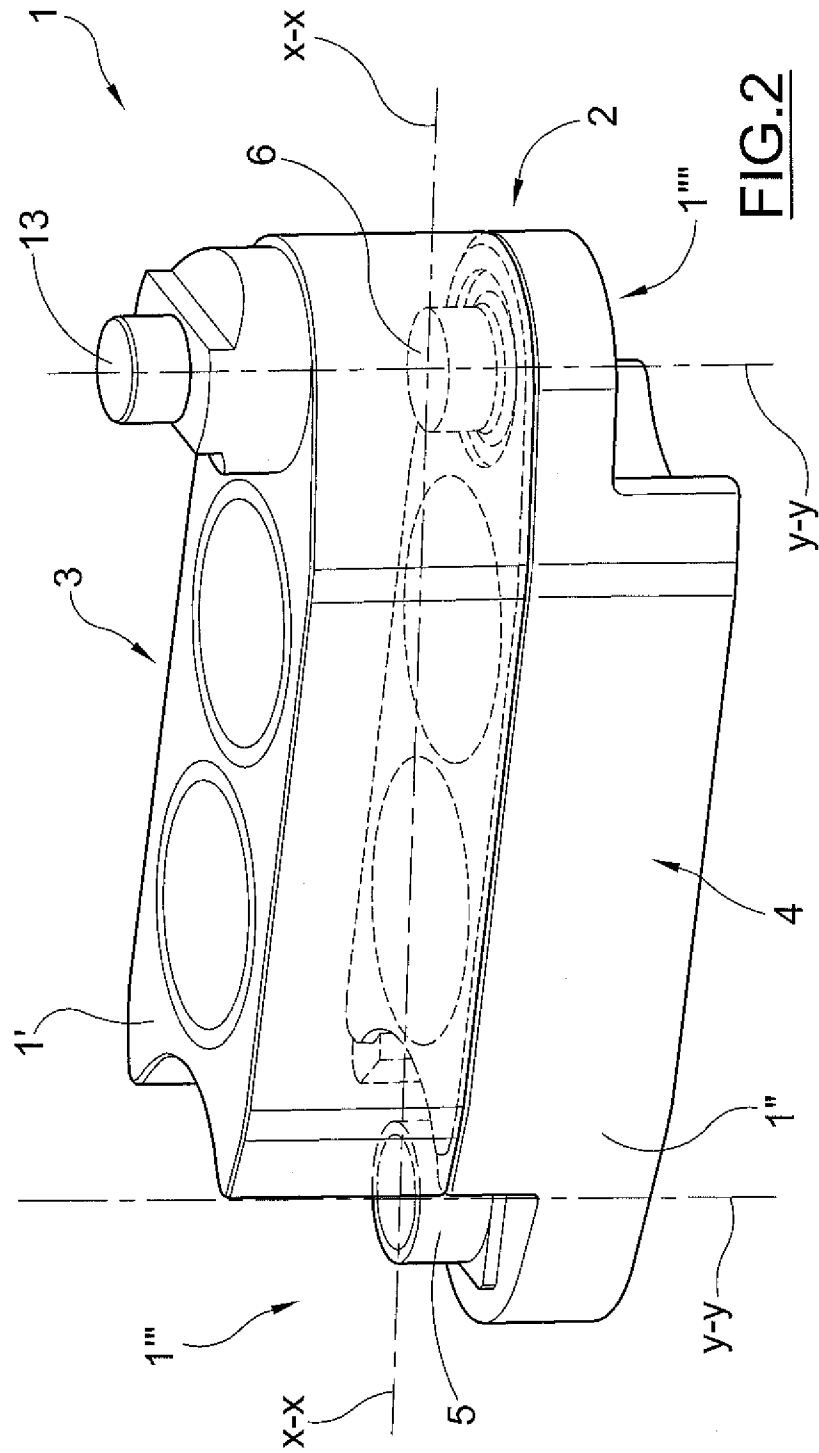
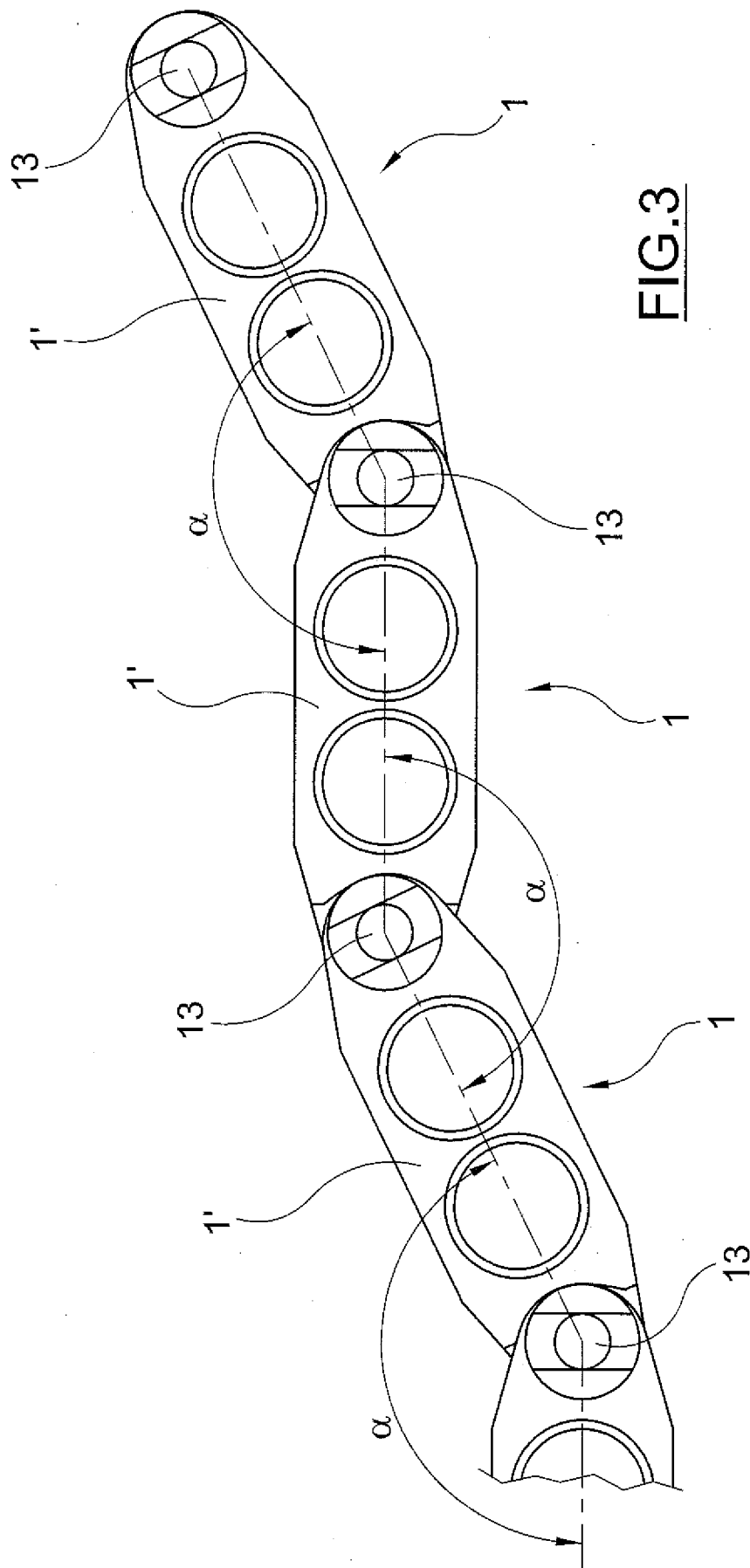


FIG. 1



**FIG. 3**