

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902099380A1

Publication Date

20140508

Applicant

CIFA S.P.A.

Title

APPARATO, E RELATIVO METODO, PER IL CONTROLLO DELLE
VIBRAZIONI DI UN BRACCIO ARTICOLATO

Classe Internazionale: G05D 019/0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"APPARATO, E RELATIVO METODO, PER IL CONTROLLO DELLE
VIBRAZIONI DI UN BRACCIO ARTICOLATO"

5 a nome CIFA S.P.A. di nazionalità italiana con sede legale
in Via Stati Uniti d'America, 26 - 20030 SENAGO (MI) e
POLITECNICO DI MILANO di nazionalità italiana con sede
legale in Piazza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 MILANO
dep. il al n.

10

* * * * *

CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad un apparato, ed al
relativo metodo, per il controllo delle vibrazioni di un
braccio articolato, in particolare, ma non solo,
15 utilizzato per il pompaggio di calcestruzzo ed associato a
veicoli da trasporto nelle cosiddette pompe autocarrate.

Più in particolare, il trovato si riferisce ad un
apparato per il controllo attivo utilizzato per ridurre le
vibrazioni a cui sono soggetti i vari segmenti di un
20 braccio articolato impiegato per il pompaggio di
calcestruzzo in macchine operatrici quali, ad esempio,
pompe autocarrate, autobetonpompe o simili.

STATO DELLA TECNICA

Sono noti i veicoli pesanti da lavoro utilizzati nel
25 settore edile, normalmente composti da un autocarro su cui

mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

è montato un braccio articolato per la distribuzione ed il getto di calcestruzzo. Gli autocarri possono essere, o meno, dotati di betoniera.

I bracci estendibili articolati di tipo noto sono composti da una pluralità di segmenti imperniati tra loro alle rispettive estremità e ripiegabili gli uni sugli altri, tramite l'azionamento di opportuni attuatori, in modo da poter assumere una configurazione ripiegata addossata all'autocarro, e configurazioni di lavoro che permettono di raggiungere aree anche molto distanti dall'autocarro.

Una delle caratteristiche più importanti di questi bracci estendibili è, da un lato, la capacità di raggiungere le maggiori altezze e/o lunghezze possibili, al fine di poter garantire la massima flessibilità e versatilità di impiego con uno stesso autocarro, e, dall'altro, quella di ridurre il peso a parità di lunghezza complessiva.

E' anche noto che un inconveniente per la corretta operatività di questi bracci, tanto più sentito quanto più aumenta la lunghezza e/o la leggerezza complessive del braccio ed il numero dei suoi segmenti, è il fenomeno delle oscillazioni, o meglio vibrazioni, a cui è soggetto il braccio nel suo complesso durante l'erogazione del calcestruzzo e durante la sua movimentazione. Tale

aspetto, amplificato con l'utilizzo di bracci realizzati almeno in parte in carbonio, comporta notevoli difficoltà operative sia per l'operatore addetto al posizionamento ed orientazione manuale del tubo di uscita del calcestruzzo, sia per l'operatore che movimenta il braccio tramite comando a distanza.

Inoltre, tali vibrazioni limitano la vita utile della macchina e riducono la sicurezza degli operatori.

Tali vibrazioni, intese come forze di oscillazione, sono scomponibili sia su un piano verticale in cui è contenuto il braccio articolato in condizione estesa, ossia nella direzione di azione degli attuatori che movimentano il braccio stesso, che lungo direzioni laterali, ossia inclinate e sostanzialmente trasversali rispetto al suddetto piano verticale.

Un contributo importante all'entità di tali vibrazioni deriva anche dalla tipologia di queste macchine e dalle relative caratteristiche inerziali, elastiche e di snellezza, nonché dalla tipologia costruttiva.

A tali effetti si somma, inoltre, il funzionamento forzato ad impulsi associato alla pompa a pistoncini preposta al pompaggio del calcestruzzo, che spesso avviene a frequenze prossime a quelle proprie della macchina.

Sono noti apparati per il controllo e lo smorzamento delle vibrazioni di un braccio articolato i quali

prevedono che l'azione di controllo, riduzione e possibile annullamento delle vibrazioni sia eseguita dagli stessi attuatori di azionamento che movimentano in apertura e chiusura il braccio articolato. In questo caso, ciascuno di tali attuatori è collegato ad un circuito idraulico di azionamento, per l'azionamento del braccio, e ad un circuito ausiliario di controllo, per il controllo delle vibrazioni a cui è sottoposto il braccio.

Un inconveniente di tali apparati noti consiste nel fatto che essi sono in grado di controllare e smorzare solo le vibrazioni che si generano sul piano verticale definito dal braccio articolato in condizione estesa.

Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare un apparato, ed un relativo metodo, per il controllo e lo smorzamento delle vibrazioni di un braccio articolato, che sia in grado di migliorare l'azione di controllo e smorzamento, in uso, delle vibrazioni del suddetto braccio articolato.

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per ottenere questo ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle rivendicazioni indipendenti. Le rivendicazioni dipendenti

mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

espongono altre caratteristiche del presente trovato o varianti dell'idea di soluzione principale.

In accordo con il suddetto scopo, un apparato di controllo secondo il presente trovato, che supera i limiti
5 della tecnica nota ed elimina i difetti in essa presenti, è utilizzato per il controllo e lo smorzamento delle vibrazioni di un braccio articolato, ad esempio utilizzato per il pompaggio di calcestruzzo.

Il braccio articolato è costituito da una pluralità di
10 segmenti imperniati tra loro in corrispondenza di proprie estremità di imperniamento, e da attuatori di azionamento cooperanti ciascuno con due dei suddetti segmenti per l'estensione e/o la ripiegatura del braccio articolato.

Ciascuno degli attuatori di azionamento è collegato ad
15 un circuito di azionamento per agire su un piano verticale definito sostanzialmente dai due segmenti del braccio a cui è associato.

Secondo un aspetto del presente trovato, l'apparato di controllo comprende almeno un attuatore ausiliario
20 associato ad almeno un relativo segmento del braccio articolato in prossimità di almeno una delle suddette estremità di imperniamento. L'attuatore ausiliario è disposto in modo da agire su un piano di smorzamento diverso rispetto al suddetto piano verticale, in modo da
25 essere selettivamente attivabile per smorzare le

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

vibrazioni laterali a cui il braccio articolato può essere sottoposto.

Uno o più attuatori ausiliari sono associati, quindi, ad un relativo segmento per contrastare e smorzare le
5 vibrazioni laterali che gli apparati noti, utilizzando gli stessi attuatori di azionamento, non sono in grado di contrastare.

In una forma realizzativa, ogni segmento del braccio articolato è associato ad uno o più attuatori ausiliari.

10 Gli attuatori ausiliari sono in aggiunta agli attuatori di azionamento, i quali, come detto, possono smorzare solo le vibrazioni che agiscono sul piano verticale contenente i segmenti stessi.

Questo aspetto comporta un maggiore controllo della
15 macchina, sia in termini di prestazioni che di sicurezza per gli operatori.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno dei suddetti attuatori ausiliari è collegato ad un circuito di controllo indipendente dal suddetto
20 circuito di azionamento.

Vantaggiosamente, la presenza del circuito di controllo indipendente permette un controllo maggiore, più sicuro e più efficace delle vibrazioni di cui si discute, essendo configurato, in particolare, per tale applicazione.

25 Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, il

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

suddetto piano di smorzamento è ortogonale rispetto al suddetto piano verticale.

Pertanto, la suddetta disposizione ortogonale permette uno smorzamento consistente delle vibrazioni laterali a cui è soggetto il braccio articolato.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno dei suddetti attuatori ausiliari è associato ad un dispositivo di regolazione atto a regolare l'inclinazione dell'attuatore ausiliario rispetto al relativo segmento del braccio articolato.

Questo permette di regolare selettivamente la direzione lungo cui disporre l'attuatore ausiliario, in modo da adattare la configurazione dell'attuatore ausiliario stesso in funzione dell'entità e/o della direzione delle vibrazioni laterali a cui è soggetto il braccio articolato.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno degli attuatori ausiliari è atto ad essere azionato da componenti di azionamento di tipo elettrico associati ad uno o più sensori disposti in prossimità delle suddette estremità di imperniamento ed atti a rilevare parametri necessari al funzionamento del suddetto componente di tipo elettrico.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno dei suddetti sensori è atto a rilevare almeno un

parametro tra cui ampiezza di oscillazione e frequenza di oscillazione dell'estremità di imperniamento e configurazione del braccio articolato.

L'azione di controllo viene così determinata, ad esempio, in funzione di un algoritmo matematico che tiene in considerazione tali tre parametri.

Secondo una variante, ciascuno dei suddetti sensori è atto a rilevare una velocità di oscillazione della suddetta estremità di imperniamento su cui è disposto.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno dei suddetti attuatori ausiliari è atto ad essere azionato da componenti di azionamento di tipo piezoelettrico associati ad uno o più sensori disposti in prossimità della suddetta estremità di imperniamento.

Pertanto, ciascuno dei suddetti componenti di tipo piezoelettrico è atto a fornire una forza al relativo attuatore ausiliario.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, ciascuno dei suddetti attuatori ausiliari è collegato ad una sorgente di tensione esterna al braccio articolato.

Ad esempio, tale sorgente di tensione esterna può essere la sorgente di tensione a 24V già presente su un veicolo su cui è montato il braccio articolato per il pompaggio di calcestruzzo.

Secondo una variante, ciascuno degli attuatori

ausiliari è collegato ad una fonte ad energia solare. Vantaggiosamente, in questo caso, l'attuatore ausiliario non necessita di alcuna alimentazione elettrica.

Rientra nello spirito del presente trovato anche un
5 metodo per il controllo attivo delle vibrazioni di un braccio articolato, ad esempio per il pompaggio di calcestruzzo, costituito da una pluralità di segmenti
imperniati tra loro in corrispondenza di proprie estremità di imperniamento, e da attuatori di azionamento cooperanti
10 ciascuno con due dei suddetti segmenti per l'estensione e/o la ripiegatura del braccio articolato. Ciascuno degli attuatori di azionamento è collegato ad un circuito di azionamento per agire su un piano verticale definito sostanzialmente dai due segmenti del braccio articolato a
15 cui è associato.

Secondo un aspetto del presente trovato, il metodo prevede almeno una fase di smorzamento in cui almeno un attuatore ausiliario, associato ad almeno uno dei suddetti segmenti del braccio articolato in prossimità di almeno
20 una delle estremità di imperniamento, agisce su un piano di smorzamento diverso rispetto a detto piano verticale.

Secondo un ulteriore aspetto del presente trovato, la suddetta fase di smorzamento comprende almeno una prima sottofase in cui uno o più sensori rilevano parametri
25 associati alla relativa estremità di imperniamento, una

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

seconda sottofase in cui i suddetti sensori inviano un segnale ad un componente di azionamento, ed una terza sottofase in cui il componente di azionamento aziona l'attuatore ausiliario.

5 ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- 10 - la fig. 1 illustra schematicamente una macchina operatrice con braccio articolato, in una prima configurazione, per la distribuzione di calcestruzzo in cui si applica l'apparato di controllo secondo il presente trovato;
- 15 - la fig. 2 illustra schematicamente la macchina operatrice di fig. 1 in una seconda configurazione;
- la fig. 3 è la schematizzazione di un dettaglio ingrandito della macchina operatrice delle figg. 1 e 2.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA DI REALIZZAZIONE

- 20 Con riferimento alla fig. 1, un braccio articolato 11 estendibile, atto a distribuire calcestruzzo o materiale analogo per edilizia, è mostrato in posizione montata su un veicolo pesante 12 da lavoro, in condizione ripiegata di trasporto, e comprende un apparato di controllo 10 per
- 25 il controllo e lo smorzamento delle vibrazioni a cui il

braccio articolato 11 è sottoposto durante la condizione di lavoro.

Il braccio articolato 11 è configurato per passare dalla condizione ripiegata di fig. 1 ad una condizione estesa, o di lavoro, di cui un esempio è rappresentato in fig. 2.

Il veicolo pesante 12 comprende una cabina di guida 13 ed un telaio 14 di supporto su cui è montato il braccio articolato 11.

10 Il braccio articolato 11 comprende una pluralità di segmenti articolati, esemplificativamente, nella soluzione illustrata, in numero di sei, rispettivamente un primo 15, un secondo 16, un terzo 17, un quarto 18, un quinto 19 ed un sesto 20, imperniati fra loro alle rispettive estremità di imperniamento 23, ed un tratto terminale 21 flessibile dalla cui estremità libera viene erogato il calcestruzzo.

Il primo segmento 15 è imperniato, in modo noto, ad una torretta 22 fissata al telaio 14 ed è ruotabile attorno ad un asse verticale mediante un proprio attuatore in modo da permettere all'estremità del braccio articolato 11 di raggiungere tutti i punti circostanti la torretta 22 stessa.

In modo noto, e con sistemi qui non illustrati, l'insieme dei segmenti 15-20 può quindi essere ruotato,

anche di 360°.

I segmenti 15-20 del braccio articolato 11 sono, nel loro insieme, disposti in modo da occupare, quando in condizione ripiegata (fig. 1), sostanzialmente tutta la larghezza del veicolo pesante 12.

Dalla condizione di lavoro (fig. 2) si può apprezzare come i segmenti 15-20 siano sostanzialmente disposti, in relazione allo sviluppo complessivo del braccio articolato 11, su uno stesso piano verticale di movimentazione, considerando comunque il disallineamento tra i segmenti per permetterne la ripiegatura nella condizione di trasporto.

E' chiaro che il piano verticale di azionamento varia a seconda della rotazione della torretta 22.

I segmenti 15-20, come detto, sono sequenzialmente imperniati tra loro alle rispettive estremità di imperniamento 23 e possono essere singolarmente azionati, nel suddetto piano verticale, mediante propri attuatori di azionamento 24, nella fattispecie del tipo oleodinamico e disposti tra i rispettivi segmenti 15-20 in prossimità delle suddette estremità di imperniamento 23.

Ciascun attuatore di azionamento 24 è azionato da un circuito di azionamento 25 (fig. 3) comandabile da un operatore.

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

Gli attuatori di azionamento 24 possono essere collegati, oltre che al circuito di azionamento 25, ad un circuito di controllo 26 selettivamente attivabile per smorzare, nel piano verticale di movimentazione, 5 vibrazioni che si generano lungo il braccio articolato 11, soprattutto in prossimità delle estremità di imperniamento 23 di ciascun segmento.

Nella soluzione esemplificativa illustrata, su ciascun segmento 15-20 sono inoltre presenti relativi supporti 27 10 sui quali è montato un rispettivo attuatore ausiliario 28 atto a smorzare vibrazioni laterali che intervengono sul suddetto segmento e più in generale sull'intero braccio, soprattutto in corrispondenza delle estremità di imperniamento 23.

15 Tali vibrazioni laterali possono essere generate, ad esempio, da condizioni atmosferiche ventose o altre condizioni atmosferiche svantaggiose, oppure da particolari configurazioni del braccio articolato 11.

Rientra nell'ambito del trovato che non tutti i 20 segmenti sono dotati dell'attuatore ausiliario 28.

Rientra anche nell'ambito del trovato che un segmento sia dotato di due o più attuatori ausiliari 28, tutti agenti in un rispettivo piano differente da quello di movimentazione dove agiscono gli attuatori di azionamento 25 24.

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

Nella fattispecie, al fine di smorzare tali vibrazioni laterali, ciascun attuatore ausiliario 28 è disposto con il suo sviluppo longitudinale ortogonale al piano verticale sul quale agisce l'attuatore di azionamento 24.

5 Le forze laterali in gioco durante le vibrazioni laterali della struttura sono generalmente inferiori a quelle che agiscono nel piano verticale. Questo aspetto permette l'utilizzo di attuatori ausiliari 28 del tipo diverso da quelli oleodinamici di cui gli attuatori di
10 azionamento 24.

Nella fattispecie, e solo a titolo esemplificativo, tali attuatori ausiliari 28 sono del tipo elettrico, ad esempio azionati da un motore elettrico 29 collegato ad uno o più sensori 30 in grado di rilevare tre parametri,
15 ossia l'ampiezza e la frequenza della vibrazione della corrispondente estremità di imperniamento 23 e la configurazione del braccio articolato 11.

Nella fattispecie, il circuito di controllo 26 è collegato sia al motore elettrico 29 che al sensore 30,
20 in modo da azionare l'attuatore ausiliario 28.

L'apparato di controllo 10 comprende, inoltre, una sorgente di alimentazione, nella fattispecie vantaggiosamente già presente sul veicolo pesante 12, come potrebbe essere la sorgente di tensione a 24 V, non
25 illustrata nelle figure, per l'alimentazione del motore

elettrico 29.

Secondo una variante, l'apparato di controllo 10 comprende una sorgente di alimentazione ad energia solare.

5 Secondo una variante, il sensore 30 collegato al motore elettrico 29 che aziona l'attuatore ausiliario 28 è del tipo in grado di rilevare la velocità di oscillazione dei punti di attacco dell'attuatore ausiliario 28 stesso. Anche in questo caso, l'apparato di controllo 10
10 comprende una sorgente di tensione già presente sul veicolo pesante 12 oppure una fonte ad energia solare.

Secondo una variante, gli attuatori ausiliari 28 sono del tipo piezoelettrico, sfruttando la deformazione di un elemento piezoelettrico disposto nelle vicinanze
15 dell'estremità di imperniamento 23 del relativo segmento. In questo caso, l'elemento piezoelettrico è in grado di fornire una forza, atta ad azionare il corrispondente attuatore ausiliario 28, in funzione della deformazione che subisce. Vantaggiosamente, in questo caso non è
20 richiesta la sorgente di alimentazione.

L'apparato di controllo 10 descritto risulta essere piuttosto semplice da installare e, al contempo, permette di smorzare le vibrazioni laterali che gli apparati noti non sono configurati per smorzare.

25 Inoltre, la combinazione, da un lato, dell'orientazione


Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

e, dall'altro, della tipologia degli attuatori ausiliari 28, conferisce un ingombro ridotto all'apparato di controllo 10 e del braccio articolato 11 nel suo insieme.

È chiaro che all'apparato di controllo fin qui
5 descritto possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

È anche chiaro che, sebbene il presente trovato sia
10 stato descritto con riferimento ad alcuni esempi specifici, una persona esperta del ramo potrà senz'altro realizzare molte altre forme equivalenti di apparato di controllo, aventi le caratteristiche espresse nelle rivendicazioni e quindi tutte rientranti nell'ambito di protezione da esse definito.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato per il controllo attivo delle vibrazioni di un braccio articolato (11), ad esempio per il pompaggio di calcestruzzo, costituito da una pluralità di segmenti (15-
5 20) imperniati tra loro in corrispondenza di proprie estremità di imperniamento (23), e da attuatori di azionamento (24) cooperanti ciascuno con due di detti segmenti (15-20) per l'estensione e/o la ripiegatura di detto braccio articolato (11), ciascuno di detti attuatori
10 di azionamento (24) essendo collegato ad un circuito di azionamento (25) per agire su un piano verticale definito sostanzialmente dai due segmenti (15-20) di detto braccio articolato (11) a cui è associato, **caratterizzato dal fatto che** comprende almeno un attuatore ausiliario (28)
15 associato ad almeno uno di detti segmenti (15-20) di detto braccio articolato (11) in prossimità di almeno una di dette estremità di imperniamento (23) per agire su un piano di smorzamento diverso rispetto a detto piano verticale.
- 20 2. Apparato come nella rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è collegato ad un circuito di controllo (26) indipendente da detto circuito di azionamento (25).
3. Apparato come nella rivendicazione 1 o 2,
25 **caratterizzato dal fatto che** detto piano di smorzamento è

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

ortogonale a detto piano verticale.

4. Apparato come nella rivendicazione 1, 2 o 3, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è associato ad un dispositivo di
5 regolazione atto a regolare l'orientazione di detto attuatore ausiliario (28) rispetto al relativo segmento (15-20).

5. Apparato come nella rivendicazione 1 o in una qualsiasi delle rivendicazioni 2, 3 o 4, **caratterizzato**
10 **dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è atto ad essere azionato da componenti (29) di azionamento di tipo elettrico associati ad uno o più sensori (30) disposti in prossimità di detta estremità di imperniamento (23) e atti a rilevare parametri atti al funzionamento di
15 detto componente (29) di tipo elettrico.

6. Apparato come nella rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti uno o più sensori (30) è atto a rilevare almeno un parametro tra cui ampiezza di oscillazione e frequenza di oscillazione di detta
20 estremità di imperniamento (23), e configurazione di detto braccio articolato (11).

7. Apparato come nella rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti uno o più sensori (30) è atto a rilevare una velocità di oscillazione di dette
25 estremità di imperniamento (23) su cui è disposto.

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

8. Apparato come nella rivendicazione 1 o in una qualsiasi delle rivendicazioni 2, 3 o 4, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è atto ad essere azionato da componenti di azionamento di tipo piezoelettrico associati ad uno o più sensori disposti in prossimità di detta estremità di imperniamento (23).
9. Apparato come nella rivendicazione 8, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti componenti di tipo piezoelettrico è atto a fornire una forza a detto attuatore ausiliario (28).
10. Apparato come nella rivendicazione 1 o in una qualsiasi delle rivendicazioni 2, 3, 4, 8 o 9 **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è collegato ad una sorgente di tensione esterna a detto braccio articolato (11).
11. Apparato come nella rivendicazione 1 o in una qualsiasi delle rivendicazioni 2, 3, 4, 8, 9 o 10, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti attuatori ausiliari (28) è collegato ad una fonte ad energia solare.
12. Metodo per il controllo attivo delle vibrazioni di un braccio articolato (11), ad esempio per il pompaggio di calcestruzzo, costituito da una pluralità di segmenti (15-20) imperniati tra loro in corrispondenza di proprie estremità di imperniamento (23), e da attuatori di

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

azionamento (24) cooperanti ciascuno con due di detti segmenti (15-20) per l'estensione e/o la ripiegatura di detto braccio articolato (11), ciascuno di detti attuatori di azionamento (24) essendo collegato ad un circuito di azionamento (25) per agire su un piano verticale definito sostanzialmente dai due segmenti (15-20) di detto braccio articolato (11) a cui è associato, **caratterizzato dal fatto che** comprende almeno una fase di smorzamento in cui almeno un attuatore ausiliario (28), associato ad almeno uno di detti segmenti (15-20) di detto braccio articolato (11) in prossimità di almeno una di dette estremità di imperniamento (23), agisce su un piano di smorzamento diverso rispetto a detto piano verticale.

13. Metodo come nella rivendicazione 12, **caratterizzato dal fatto che** detta fase di smorzamento comprende almeno una prima sottofase in cui uno o più sensori (30) rilevano parametri associati alla relativa estremità di imperniamento (23), una seconda sottofase in cui detti sensori (30) inviano un segnale ad un componente (29) di azionamento, ed una terza sottofase in cui detto componente (29) di azionamento aziona detto attuatore ausiliario (28).

p. CIFA S.P.A. e POLITECNICO DI MILANO

LUF/SL 08.11.2012

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Apparatus to actively control the vibrations of an articulated arm (11), for example for pumping concrete, consisting of a plurality of segments (15-20) pivoted
5 to each other in correspondence to its own pivoting ends (23), and of drive actuators (24) each cooperating with two of said segments (15-20) in order to extend and/or fold back said articulated arm (11), each of said drive actuators (24) being connected to a drive
10 circuit (25) in order to act on a vertical plane substantially defined by the two segments (15-20) of said articulated arm (11) to which it is associated, **characterized in that** it comprises at least one auxiliary actuator (28) associated to at least one of
15 said segments (15-20) of said articulated arm (11) in proximity to at least one of said pivoting ends (23) in order to act on a different damping plane which is different from said vertical plane.

2. Apparatus as in claim 1, **characterized in that** each
20 of said auxiliary actuators (28) is connected to a control circuit (26) which is independent from said drive circuit (25).

3. Apparatus as in claim 1 or 2, **characterized in that**
25 said damping plane is orthogonal to said vertical plane.

4. Apparatus as in claim 1, 2 or 3, **characterized in that** each of said auxiliary actuators (28) is associated to an adjustment device able to adjust the orientation of said auxiliary actuator (28) with
5 respect to the corresponding segment (15-20).

5. Apparatus as in claim 1 or in any of the claims 2, 3 or 4, **characterized in that** each of said auxiliary actuators (28) is able to be driven by drive components (29) of the electrical type associated to one or more
10 sensors (30) disposed in proximity to said pivoting end (23) and able to detect parameters for the functioning of said component (29) of the electrical type.

6. Apparatus as in claim 5, **characterized in that** each of said one or more sensors (30) is able to detect at
15 least a parameter including amplitude of oscillation and frequency of oscillation of said pivoting end (23), and configuration of said articulated arm (11).

7. Apparatus as in claim 5, **characterized in that** each of said one or more sensors (30) is able to detect an
20 oscillation speed of said pivoting ends (23) on which it is disposed.

8. Apparatus as in claim 1 or in any of the claims 2, 3 or 4, **characterized in that** each of said auxiliary actuators (28) is able to be driven by drive components
25 of the piezoelectric type associated to one or more

sensors disposed in proximity to said pivoting end (23).

9. Apparatus as in claim 8, **characterized in that** each of said components of the piezoelectric type is able to supply a force to said auxiliary actuator (28).

10. Apparatus as in claim 1 or in any of claims 2, 3, 4, 8 or 9, **characterized in that** each of said auxiliary actuators (28) is connected to a source of voltage outside said articulated arm (11).

10 11. Apparatus as in claim 1 or in any of claims 2, 3, 4, 8, 9 or 10, **characterized in that** each of said auxiliary actuators (28) is connected to a source of solar energy.

15 12. Method to actively control the vibrations of an articulated arm (11), for example for pumping concrete, consisting of a plurality of segments (15-20) pivoted to each other in correspondence with its own pivoting ends (23), and of drive actuators (24) each cooperating with two of said segments (15-20) in order to extend and/or fold back said articulated arm (11), each of said drive actuators (24) being connected to a drive circuit (25) in order to act on a vertical plane substantially defined by the two segments (15-20) of said articulated arm (11) to which it is associated,
20
25 **characterized in that** it comprises at least a damping

step in which at least one auxiliary actuator (28), associated to at least one of said segments (15-20) of said articulated arm (11) in proximity to at least one of said pivoting ends (23), acts on a damping plane
5 which is different from said vertical plane.

13. Method as in claim 12, **characterized in that** said damping step comprises at least a first sub-step in which one or more sensors (30) detect parameters associated to the corresponding pivoting end (23), a
10 second sub-step in which said sensors (30) send a signal to a drive component (29), and a third sub-step in which said drive component (29) drives said auxiliary actuator (28).

1/3

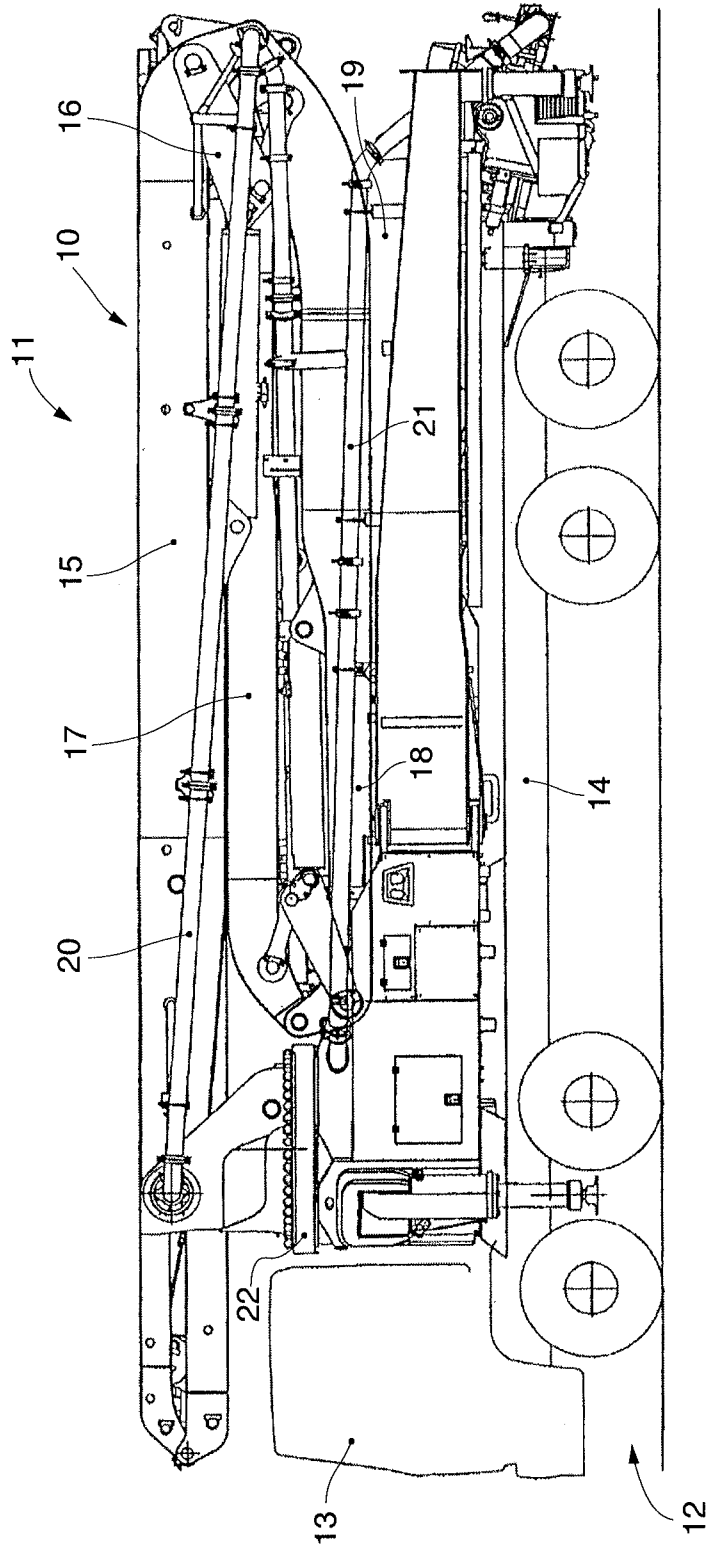


fig. 1

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.R.L.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

3/3

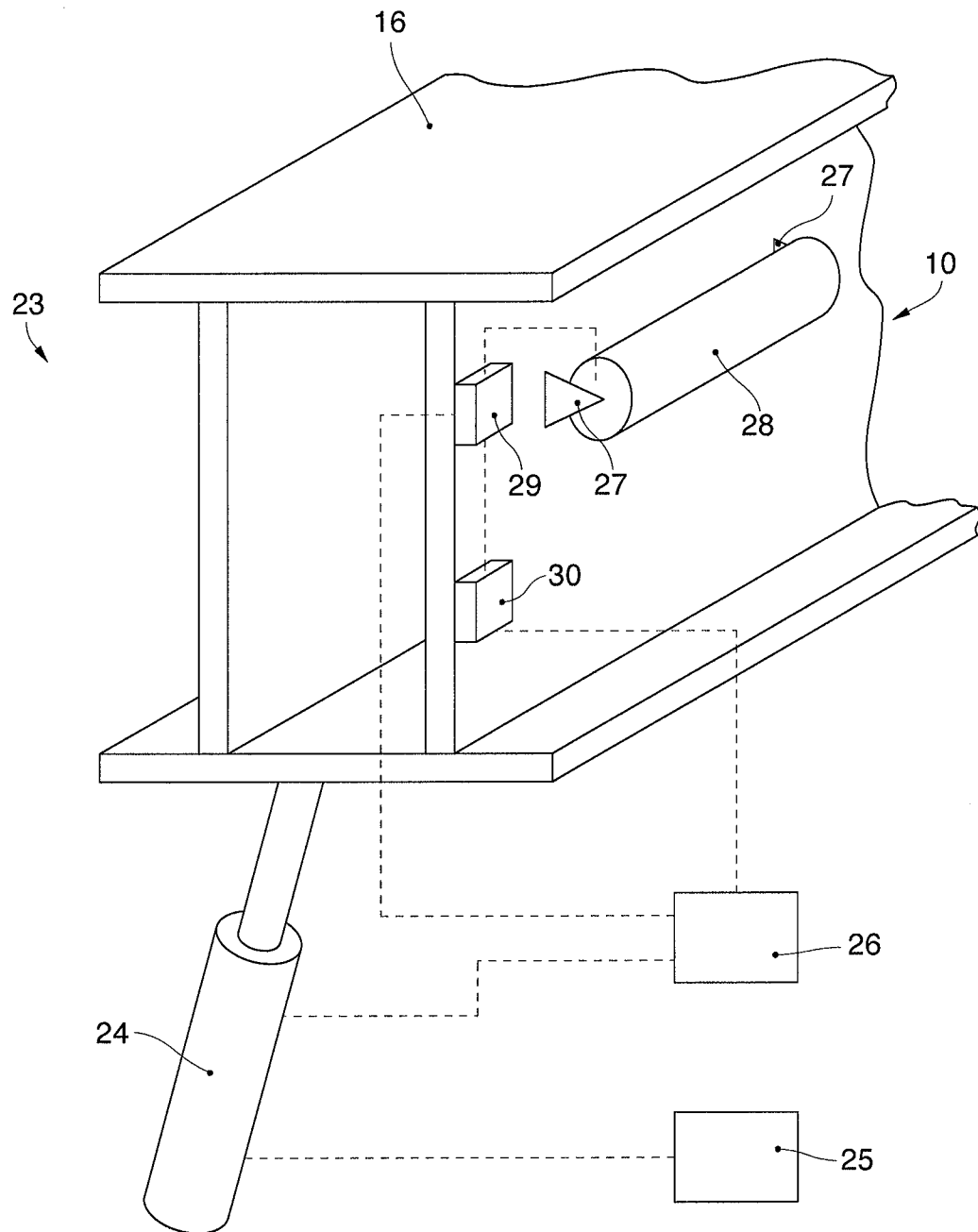


fig. 3