

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901972204A1

Publication Date

20130211

Applicant

ENEL INGEGNERIA E RICERCA S.P.A.

Title

VENTILATORE CENTRIFUGO CON RIDOTTE VIBRAZIONI E RUMORE.

## **VENTILATORE CENTRIFUGO CON RIDOTTE VIBRAZIONI E RUMORE**

### DESCRIZIONE

#### Campo dell'invenzione

L'invenzione si riferisce in generale al settore dei ventilatori centrifughi, in  
5 particolare a quelli impiegati nei sistemi di evacuazione dei fumi nelle centrali  
termoelettriche. Più precisamente l'invenzione riguarda un ventilatore centrifugo dotato  
di dispositivo atto a uniformare il flusso in uscita, ridurre le vibrazioni e ridurre le  
sollecitazioni meccaniche sui componenti investiti dal flusso dei fumi in uscita.

#### Stato della tecnica

10 I ventilatori centrifughi per aeriformi (soprattutto aria e fumi) sono componenti  
impiantistici molto diffusi e trovano applicazione in numerosissimi ambiti. Il loro scopo è  
quello di fornire una spinta al fluido in modo da vincere le perdite idrostatiche che il  
flusso genera nei circuiti a monte e a valle del ventilatore.

Esistono ventilatori centrifughi di tutte le taglie. Le taglie maggiori, utilizzate ad  
15 esempio nel circuito di evacuazione fumi delle centrali termoelettriche, sono  
solitamente del tipo a doppio ingresso. In questo caso l'ingresso del fluido all'interno  
della girante avviene simmetricamente da entrambi i lati della cassa a voluta e la  
girante è solitamente suddivisa in due semigiranti affiancate.

Nel circuito di evacuazione dei fumi delle centrali termoelettriche è solitamente  
20 prevista una batteria di tali ventilatori, disposti in parallelo, confluenti, attraverso sub-  
collettori di uscita, in genere di sezione quadrata o rettangolare, in un collettore  
principale, in genere a sezione circolare, che convoglia i fumi a un camino.

E' noto che i ventilatori centrifughi presentano elevati livelli di rumore e vibrazioni  
anche alle normali condizioni di esercizio, fenomeni questi causati dalla girante che,  
25 centrifugando i gas nella parte esterna della voluta, creano un moto instabile e  
disuniforme che si propaga anche nel condotto a valle dello sbocco, dove può  
minacciare l'integrità e il regolare funzionamento dei componenti limitrofi. Le pulsazioni  
fluidodinamiche generate dalla instabilità del flusso possono causare fenomeni di  
risonanza delle parti strutturali del ventilatore o dei componenti limitrofi, per esempio un  
30 condotto od una serranda.

L'elevata ampiezza di variazione della spinta prodotta da questo flusso turbolento provoca la sollecitazione a fatica delle strutture investite, sollecitazione che risulta particolarmente gravosa anche a causa della bassa frequenza del fenomeno e quindi determina la possibile rottura di questi componenti.

5 Il problema delle pulsazioni di pressione a valle dei ventilatori centrifughi è stato già affrontato. Ad esempio, EP 1378668 descrive un ventilatore centrifugo a doppio ingresso comprendente un elemento stabilizzatore posto tra la voluta e lo sbocco e disposto essenzialmente su un piano medio perpendicolare alla direzione di flusso per consentire l'omogeneizzazione del flusso in uscita. EP 2182220 viene descritto un  
10 ventilatore centrifugo con una lamiera forata che suddivide radialmente lo spazio della voluta in modo da formare due canali distinti che si estendono per un tratto fin dentro il condotto di scarico.

#### Scopi dell'invenzione

Lo scopo generale della presente invenzione è di fornire un ventilatore centrifugo  
15 che presenti un flusso omogeneo a valle della sua sezione di sbocco, per eliminare o attenuare sensibilmente quei fenomeni turbolenti non stazionari responsabili delle rotture dei componenti installati immediatamente a valle del ventilatore e per la riduzione delle vibrazioni e del rumore emesso durante il normale funzionamento riscontrato nei ventilatori centrifughi secondo la tecnica nota.

20 Uno scopo particolare della presente invenzione è di permettere l'installazione del ventilatore anche in impianti dove, per problemi di layout, il tratto rettilineo tra il ventilatore e il collettore di scarico è ridotto ed è necessario installarvi una serranda d'intercettazione.

Questi scopi vengono raggiunti con il ventilatore centrifugo secondo la presente  
25 invenzione le cui caratteristiche essenziali sono riportate nella rivendicazione 1. Ulteriori importanti caratteristiche sono riportate nelle rivendicazioni dipendenti.

#### Breve descrizione dei disegni

Le caratteristiche e i vantaggi del ventilatore centrifugo secondo l'invenzione  
30 risulteranno chiare dalla descrizione che segue di una sua forma realizzativa fatta a titolo esemplificativo e non limitativo con riferimento ai disegni annessi in cui:

la figura 1 mostra uno spaccato schematico di un ventilatore centrifugo a doppio ingresso secondo la presente invenzione;

la figura 2 mostra schematicamente il campo di moto a valle di un ventilatore centrifugo secondo la tecnica nota;

5 la figura 3 mostra schematicamente il campo di moto a valle di un ventilatore centrifugo secondo la presente invenzione;

la figura 4 è un grafico illustrante la spinta trasversale sulle pale della serranda di un ventilatore centrifugo secondo la tecnica nota (A) e secondo la presente invenzione (B).

10 Descrizione dettagliata dell'invenzione

Con riferimento alla figura 1, si è genericamente indicato con 1 un ventilatore centrifugo a doppio ingresso (mostrato in spaccato laterale) destinato, nell'esempio specifico, all'installazione in un sistema di evacuazione fumi di una centrale termoelettrica. Con 2 si è indicato una serranda dotata di pale 3 connessa alla bocca di uscita 4 (indicata con tratto discontinuo) del ventilatore. A valle della serranda 2 si estende un collettore di scarico dei fumi comunicante con un camino (entrambi non mostrati).

Il ventilatore 1 è formato da una cassa 5 costituita da due fiancate piane laterali 6 (una sola visibile nello spaccato) unite ad un dorso 7, costituito a sua volta da una lamiera incurvata con profilo a spirale. Tra le due fiancate 6 è disposta una girante 8 definente una sua camera centrale 8a entro cui viene convogliato il fluido aspirato. La girante comprende due piastre laterali 11, alle quali è fissata una doppia corona di palette 9 opportunamente sagomate, la cui rotazione imprime una spinta radiale al fluido che esce dalla superficie cilindrica esterna della girante 8 e si raccoglie in un volume esterno, detto voluta, indicato con 10, racchiuso dalla cassa 5 del ventilatore.

Come in generale previsto nei ventilatori a doppio ingresso, il volume interno della girante 8 è suddiviso a metà da un setto centrale 13 disposto sul piano mediano della girante. Si creano così due semigiranti dotate ciascuna di una schiera di pale. Questo consente di sfalsare angolarmente le schiere delle due semigiranti in modo da ottenere un flusso più uniforme all'uscita.

Allo scopo di avere una sezione di sbocco 4 sufficientemente larga le fiancate 6 della cassa 5 del ventilatore sono distanziate dalla girante 8, cosicché parte del fluido ricircola all'interno della cassa 5 attorno alla girante stessa. La cassa 5 presenta un'apertura normalmente di forma rettangolare, coincidente con la bocca di uscita 4, da cui fuoriesce il fluido con una pressione dinamica incrementata rispetto all'ingresso, vincendo così le perdite idrostatiche del resto del circuito.

Il dorso 7 che delimita radialmente la voluta 10, è sagomato in modo da incrementare la distanza tra la periferia della girante e la voluta stessa a partire da un valore minimo, in corrispondenza dell'inizio della voluta, fino ad un valore massimo, posto alla fine della voluta. L'inizio e la fine della voluta sono raccordati allo sbocco 4. L'inizio della voluta è raccordato tramite un profilo, detto lingua, indicato con 12, che separa il flusso diretto verso lo sbocco 4, dalla piccola parte che ricircola rientrando nella voluta 10.

Secondo l'invenzione, in corrispondenza della sezione di sbocco 4 è disposta una schiera di elementi rettilinei 14, nel seguito detti barre per semplicità, montata trasversalmente, con piano medio di giacenza perpendicolare alla direzione media del flusso dei fumi, indicata con la freccia F in figura 1. Essendo la sezione di sbocco e i condotti a valle generalmente di sezione quadrilatera e in particolare quadrata o rettangolare, la schiera di barre 14 si estende tra due lati opposti di detta sezione e le barre sono sostanzialmente parallele all'asse della girante 8. Preferibilmente il piano medio di giacenza della schiera di barre 14 è perpendicolare al piano mediano della girante 8 e, nell'esempio considerato, perpendicolare al setto centrale 13 della girante.

Nella schiera 14 le barre sono distribuite con spaziatura crescente a partire dall'esterno della voluta verso l'interno. Nella presente forma realizzativa le barre 14 sono costituite da elementi tubolari paralleli all'asse della girante 8 e posizionati in corrispondenza della flangia di sbocco, più fitti nella zona di centrifugazione, ossia l'esterno della voluta, più distanti nella zona di ricircolo, ossia l'interno della voluta, vicino al naso. La perdita di pressione statica conseguente all'introduzione della schiera 14 viene in parte recuperata nel tratto a valle in virtù delle minori perdite associate a un flusso più uniforme a valle della schiera stessa.

Dalle verifiche effettuate è stato rilevato che la schiera di barre 14 disposta nella posizione suddetta ha l'effetto di uniformare il flusso dei fumi a valle della sezione di sbocco 4 riducendo in modo consistente sia l'intensità di turbolenza che il carico fluidodinamico fluttuante sulle superfici dei componenti interni.

5 Infatti, da uno studio del comportamento del campo di moto all'interno e in uscita dal ventilatore è emerso che il fluido tende, per effetto centrifugo, a stratificarsi nella zona più esterna della voluta del ventilatore. Tale fenomeno comporta un aumento della penetrazione del getto di gas all'interno del collettore circolare adibito a raccogliere i flussi uscenti dalla batteria ventilatori, accentuando l'effetto dell'impatto  
10 del suddetto getto sulle pareti del collettore. Questo comportamento, oltre a creare vibrazioni alla struttura stessa del condotto, comporta anche notevoli carichi ai componenti meccanici che vengono investiti dai filetti fluidi a maggior velocità (si veda in proposito la figura 4).

Mediante il codice di simulazione FLUENT è stato indagato il campo di moto  
15 interno al ventilatore e nel relativo condotto di sbocco. Il dominio di calcolo ha preso in considerazione il ventilatore (ivi inclusi i suoi componenti interni) e parte del condotto di scarico dove è installata la serranda di intercettazione, quest'ultima composta da due pale e posta a breve distanza dallo sbocco del ventilatore stesso.

Inoltre l'analisi della simulazione effettuata ha evidenziato la presenza di zone di  
20 ricircolo all'interno del condotto di scarico (mostrate in figura 2), le quali in modo alternato si formano e si dissipano generando una forte instabilità nel flusso uscente dal ventilatore.

L'efficacia della schiera di barre 14 al fine di uniformare la velocità dei fumi allo sbocco dal ventilatore è stata verificata numericamente mediante il codice Fluent. In  
25 particolare questa tecnica è stata applicata dapprima ad un ventilatore centrifugo operante secondo la tecnica nota e quindi a uno operante secondo la presente invenzione.

L'analisi dei risultati della simulazione ha messo in luce che la schiera di barre 14 disposta allo sbocco del ventilatore in conformità alla presente invenzione risulta  
30 efficace nell'uniformare il campo di moto in uscita dal ventilatore (si confrontino tra loro le figure 2 e 3). In particolare, è stata riscontrata una netta riduzione della deviazione

standard relativa della velocità in uscita dal condotto di sbocco del ventilatore. A tale riguardo, una stima della suddetta grandezza effettuata su una sezione del condotto di uscita del ventilatore posta a circa 3 m dallo sbocco, ha messo in luce valori del 72% per il caso originale e del 22% con l'introduzione della schiera.

5           Come ulteriore verifica dell'efficacia della soluzione proposta è stata analizzata la spinta trasversale che il flusso genera sulle pale delle serrande. E' stato riscontrato che l'introduzione della schiera riduce sia il valor medio della forza che si scarica su una pala della serranda che l'ampiezza delle oscillazioni dovute alle fluttuazioni del flusso; è stata notata inoltre una redistribuzione più uniforme delle forze agenti sulle due pale  
10 della serranda (si veda in proposito il grafico di figura 4, dove con A1 e A2 è mostrato l'andamento della spinta trasversale sulla pala destra e sinistra della serranda in un ventilatore convenzionale, mentre con B1 e B2 è mostrato l'andamento della spinta trasversale sulla pala destra e sinistra nel ventilatore secondo l'invenzione. I termini destro e sinistro qui usati sono relativi alla direzione media del flusso dei fumi, secondo  
15 la freccia F di figura 1.

La posizione di montaggio della schiera di barre 14 secondo la presente invenzione è in corrispondenza della sezione di sbocco del ventilatore. In pratica ciò potrà essere ottenuto collocandola direttamente sullo sbocco della cassa a voluta del ventilatore oppure premontandola su un telaio delle stesse dimensioni del condotto di  
20 scarico da addossare allo sbocco del ventilatore.

L'utilizzo della schiera di barre secondo la presente invenzione risulta anche particolarmente vantaggioso in tutti quei casi in cui, per scarsa disponibilità di spazi d'impianto, il sub-collettore che collega l'uscita del ventilatore al collettore principale di scarico dei fumi al camino debba essere realizzato di lunghezza insufficiente ad  
25 assicurare una omogeneizzazione del campo di velocità del flusso dei fumi uscenti dal ventilatore e prima dell'immissione nel collettore principale. L'installazione della schiera di barre allo sbocco del ventilatore permette di eliminare le asimmetrie nel flusso dei fumi fin dall'uscita dal ventilatore e quindi è possibile ridurre la lunghezza utile del sub-collettore senza inconvenienti.

Benché nella presente descrizione si sia fatto riferimento ad un ventilatore centrifugo a doppio ingresso, l'invenzione in oggetto è da intendersi applicabile anche ai ventilatori centrifughi a singolo ingresso.

5 Varianti e/o modifiche potranno essere apportate ventilatore centrifugo secondo la presente invenzione senza per questo uscire dall'ambito protettivo dell'invenzione medesima come definita nelle seguenti rivendicazioni.



### RIVENDICAZIONI

1. Un ventilatore centrifugo (1) comprendente una cassa (5) che delimita una voluta (10) e alloggia una girante (8) per convogliare un fluido in detta voluta e attraverso una sua sezione di sbocco (4), caratterizzato dal fatto che in corrispondenza di detta  
5 sezione di sbocco (4) è previsto una schiera di barre (14) estendentesi su un piano di giacenza ortogonale alla direzione di flusso (F) del fluido.
2. Il ventilatore centrifugo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detta schiera di barre (14) è perpendicolare al piano mediano di detta girante (8).
3. Il ventilatore centrifugo (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui le barre di detta  
10 schiera (14) sono distribuite con spaziatura crescente a partire dall'esterno di detta voluta (10) verso l'interno.
4. Il ventilatore centrifugo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti in cui detta sezione di sbocco (4) è di forma quadrilatera e detta schiera di barre (14) si estende tra due lati opposti di essa.
- 15 5. Il ventilatore centrifugo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui le barre di detta schiera (14) hanno forma tubolare.
6. Il ventilatore centrifugo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta schiera di barre (14) è montata in detta sezione di sbocco (4).
7. Il ventilatore centrifugo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in  
20 cui detta schiera di barre(14) è premontata su un telaio avente le stesse dimensioni di detta sezione di sbocco (4) ed applicabile all'uscita di detto ventilatore.

CLAIMS

1. A centrifugal fan (1) comprising a housing (5) delimiting a volute (10) and housing an impeller (8) to convey a fluid in said volute and through an outlet section (4) thereof, characterized in that a rod array (14) lying on a plane orthogonal to the fluid  
5 flow direction (F) is provided at said outlet section (4).
2. The centrifugal fan (1) according to claim 1, wherein said anti-vortex fin (14) is coplanar to the median plane of the impeller (8).
3. The centrifugal fan (1) according to claims 1 or 2, wherein the rods of said array  
10 (14) are distributed with an increasing spacing starting from the outer side of said volute (10) towards the inner side.
4. The centrifugal fan (1) according to any one of the previous claims, wherein said outlet section (4) has a quadrilateral shape and said rod array (14) extends between two opposing sides thereof.
5. The centrifugal fan (1) according to any one of the previous claims, wherein the  
15 rods of said array (14) have tubular shape.
6. The centrifugal fan (1) according to any one of the previous claims, wherein said rod array (14) is mounted in said outlet section (4).
7. The centrifugal fan (1) according to any one of the previous claims, wherein said rod array (14) is pre-mounted of a frame having the same dimensions as said  
20 outlet section (4) and applicable to the outlet of said fan.

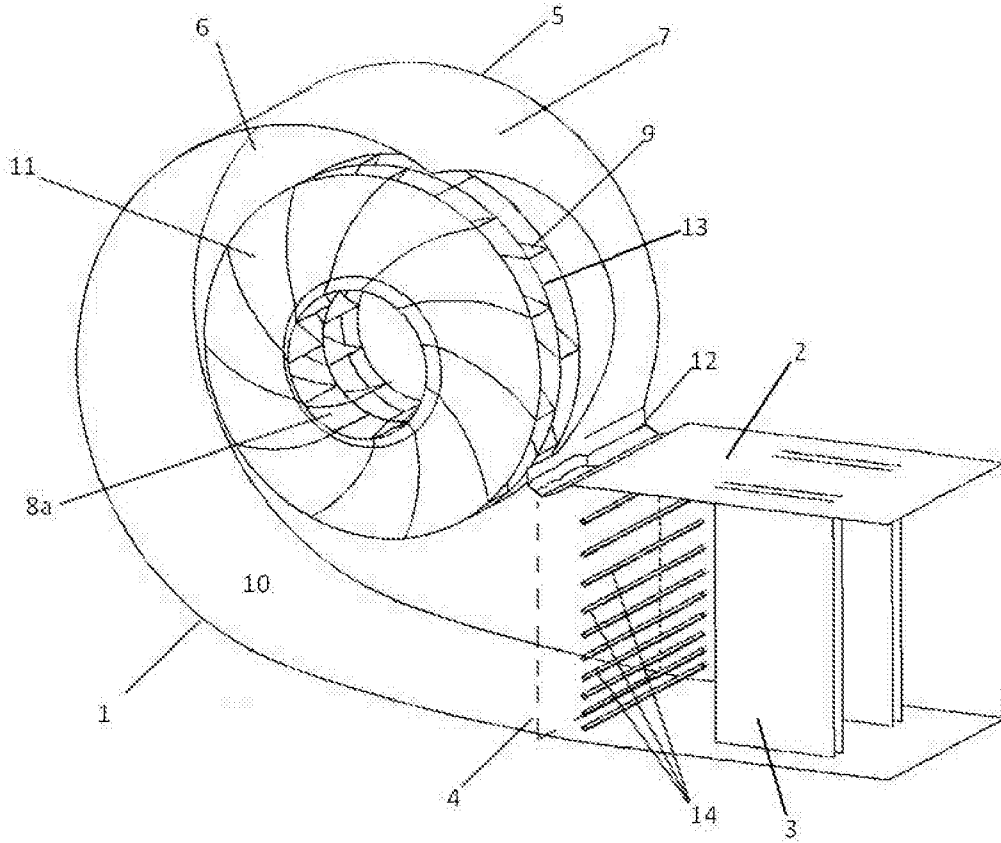


Fig. 1

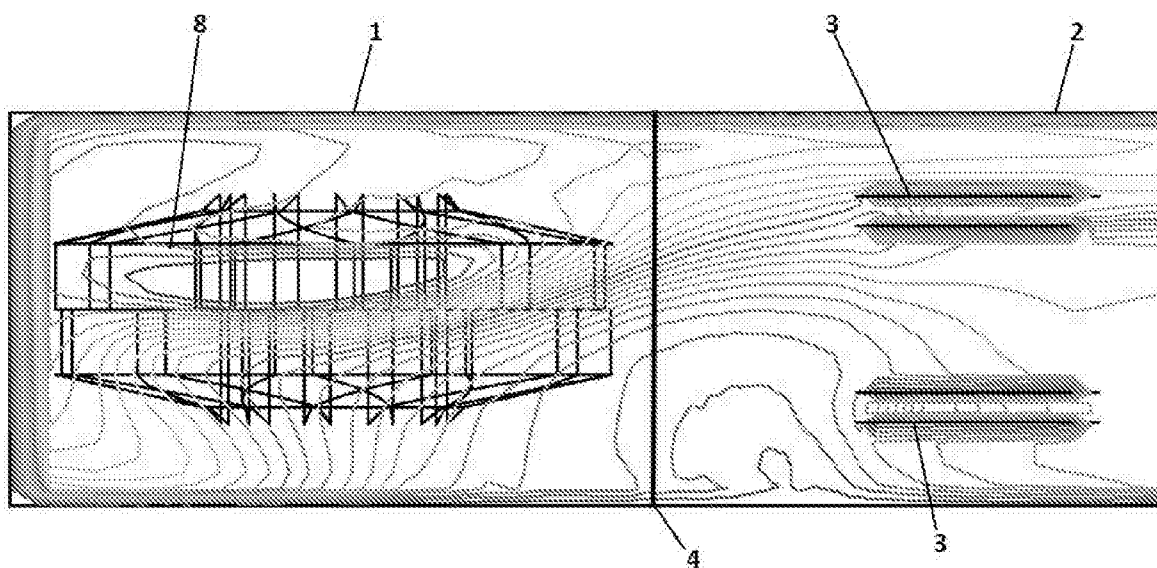


Fig. 2

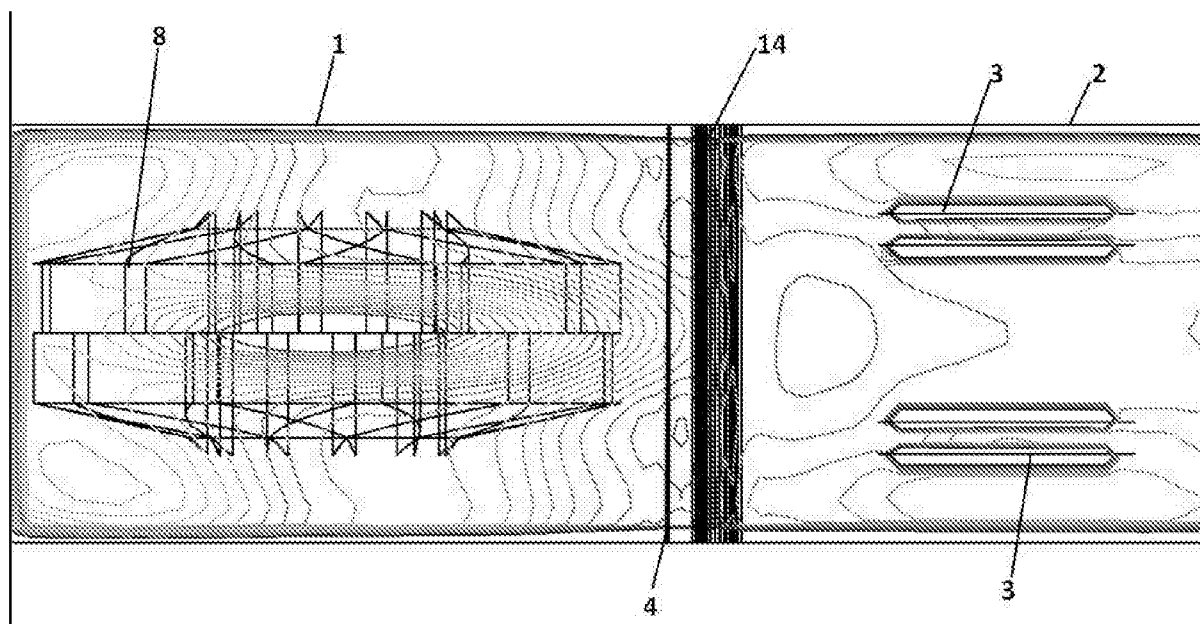


Fig. 3

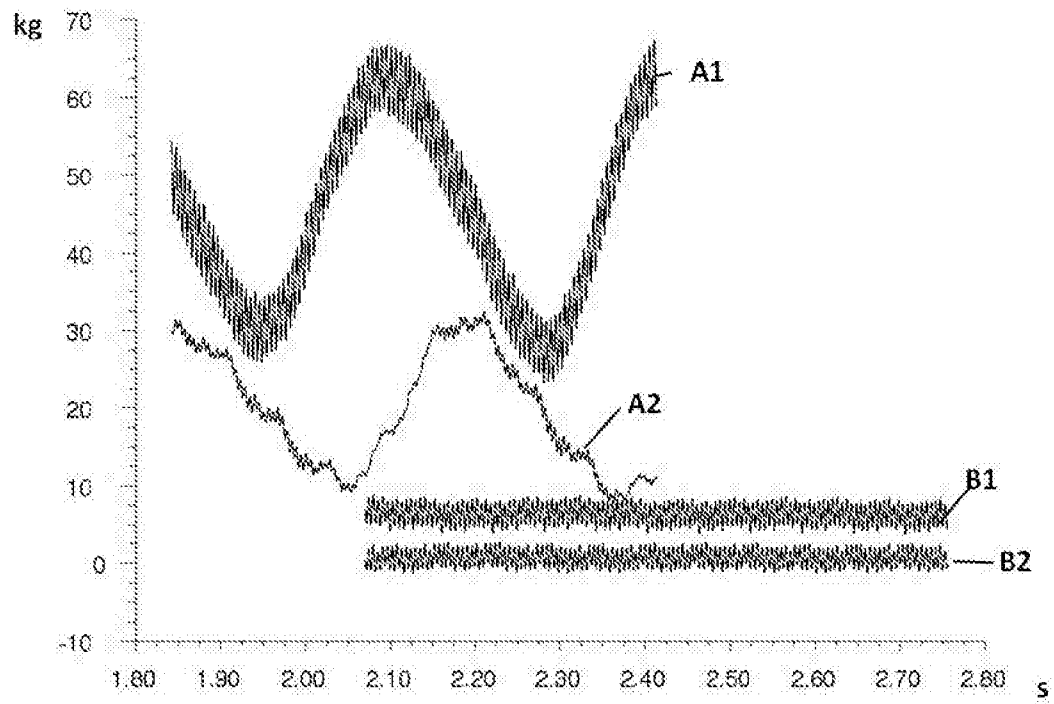


Fig. 4