

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901870013A1

Publication Date

20120307

Applicant

LINZ ELECTRIC S.R.L.

Title

TURBINA EOLICA AD ASSE VERTICALE

Descrizione

TURBINA EOLICA AD ASSE VERTICALE

A nome: LINZ ELECTRIC S.R.L.

con sede a: ARCOLE (VR)

5 Inventore designato: Giulio PEDROLLO

* * *

Campo tecnico

La presente invenzione ha per oggetto una turbina eolica ad asse verticale.

Arte nota

10 Sono note turbine eoliche atte a convertire l'energia cinetica del vento in altre forme di energia, ad esempio in energia elettrica. L'interesse per tali tipi di apparecchiature, che sono in grado di sfruttare una fonte di energia cosiddetta rinnovabile, è cresciuto in modo considerevole negli ultimi decenni, in ragione del continuo aumento del fabbisogno energetico mondiale e la conseguente
15 preoccupazione per l'esaurimento delle fonti energetiche non rinnovabili più diffusamente impiegate, quali principalmente quelle rappresentate dai combustibili fossili.

Più precisamente, in una turbina eolica l'energia cinetica del vento è convertita in energia rotazionale utilizzata per azionare in rotazione un rotore di una macchina
20 elettrica, per generare in tal modo energia elettrica.

Le turbine eoliche note si distinguono nelle due tipologie principali ad asse orizzontale e ad asse verticale.

Le turbine eoliche ad asse orizzontale comprendono usualmente un organo propulsore a elica montato su una struttura di supporto e atto a ruotare attorno a
25 un asse orizzontale connesso alla macchina elettrica mediante mezzi di

trasmissione. Dato che la direzione del vento non è costante, è necessario che l'organo propulsore sia in grado di ruotare integralmente attorno a un asse verticale, in modo da disporsi nella direzione ottimale per operare la conversione energetica. Il continuo adattamento alla direzione del vento comporta pertanto
5 una notevole usura dei mezzi di supporto volvente dell'organo propulsore ed espone le strutture di supporto a problemi di stabilità non trascurabili. Oltre a ciò occorre rilevare che le turbine eoliche ad asse orizzontale risultano molto rumorose e richiedono la collocazione in siti molto ventosi. Per questo motivo esse vengono generalmente installate in posizioni distanti dai centri abitati e
10 rendono necessarie onerose installazioni ausiliarie per il trasporto dell'energia elettrica prodotta.

Le turbine ad asse verticale presentano una pluralità di pale disposte in modo sostanzialmente verticale attorno a un asse verticale che coincide con l'asse di rotazione del rotore di una macchina elettrica oppure è connesso ad esso
15 mediante l'interposizione di idonei mezzi di trasmissione. Rispetto alle turbine eoliche ad asse orizzontale, le turbine ad asse verticale presentano innanzitutto il vantaggio di funzionare efficacemente per qualsiasi direzione del vento. Di conseguenza esse non richiedono alcun adattamento nell'orientamento delle pale rispetto alla corrente ventosa. Inoltre le turbine eoliche ad asse verticale
20 sono in grado di fornire quantità modeste di potenza e quindi risultano particolarmente adatte nei casi in cui l'energia elettrica viene prodotta e fornita direttamente in loco.

Un esempio di turbina eolica ad asse verticale è illustrato nella domanda di brevetto US 2007/0779028, che riguarda una apparecchiatura comprendente un
25 albero rotore e una pluralità di pale ad esso collegate. Ciascuna pala presenta

una porzione anteriore e una porzione posteriore fulcrate l'una all'altra in corrispondenza di un asse verticale di incernieramento. Più precisamente, durante il funzionamento la porzione posteriore è atta a ruotare rispetto alla porzione anteriore, tra una posizione aperta e una posizione chiusa, per
5 ottimizzare il moto di rotazione attorno all'albero rotore a seconda della velocità del vento.

Le turbine ad asse verticale note presentano tuttavia non pochi inconvenienti, fra i quali in particolare la notevole resistenza aerodinamica, che comporta una ridotta potenza resa e un'elevata rumorosità manifestata durante il
10 funzionamento. Tale aspetto ne pregiudica fortemente l'installazione proprio nelle aree urbane, in cui per contro tali turbine troverebbero l'impiego più vantaggioso, data la possibilità di sfruttamento dell'energia prodotta immediatamente a valle della turbina.

Inoltre per consentire potenze soddisfacenti rispetto alle esigenze di utilizzo, le
15 turbine ad asse verticale di tipo noto richiedono generalmente l'installazione di motori ausiliari di avviamento e fanno ricorso a soluzioni costruttive piuttosto complesse e pertanto costose.

Presentazione dell'invenzione

Il compito della presente invenzione è quello di risolvere i problemi citati,
20 escogitando una turbina eolica ad asse verticale che consenta di minimizzare la resistenza aerodinamica.

Nell'ambito di tale compito, è ulteriore scopo della presente invenzione quello di fornire una turbina eolica ad asse verticale che consenta di equilibrare efficacemente le forze aerodinamiche distribuite sulle pale.

25 Un altro scopo dell'invenzione è quello di fornire una turbina eolica ad asse

verticale che consenta di limitare deformazioni e tensioni dei propri componenti durante l'utilizzo.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di fornire una turbina eolica ad asse verticale di semplice concezione costruttiva e funzionale, dotata di
5 funzionamento sicuramente affidabile, di impiego versatile, nonché di costo relativamente economico.

Un altro scopo dell'invenzione è quello di fornire una turbina eolica ad asse verticale che offra una elevata sicurezza contro possibili danni arrecati a persone e cose circostanti, a causa di possibili guasti durante il funzionamento.

10 Gli scopi citati vengono raggiunti, secondo la presente invenzione, dalla turbina eolica ad asse verticale secondo la rivendicazione 1.

Secondo la presente invenzione, la turbina eolica oggetto dell'invenzione prevede un rotore ad asse verticale, comprendente una pluralità di pale, atte ad essere collegate a un organo generatore centrale mediante mezzi di supporto
15 sostanzialmente orizzontali, e atte a essere connesse fra loro mediante mezzi di interconnessione, che collegano ciascuna pala con pale adiacenti. I mezzi di interconnessione tra pale adiacenti cooperano con i mezzi di supporto per conferire stabilità di forma e robustezza alla turbina eolica durante il funzionamento. La stabilità di forma, responsabile altresì della stabilità del
20 rendimento, è in particolare garantita grazie alla interconnessione di ciascuna pala sia con la pala successiva che con la pala precedente nel senso di rotazione della turbina eolica.

La presenza dei mezzi di interconnessione conferisce inoltre robustezza alla struttura meccanica, consentendo l'utilizzo di mezzi di supporto comprendenti un
25 solo supporto, preferibilmente centrale, per ciascuna pala.

Breve descrizione dei disegni

I particolari dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione dettagliata di una forma di esecuzione preferita della turbina eolica ad asse verticale secondo l'invenzione, illustrata a titolo indicativo negli uniti disegni, in

5 cui:

la figura 1 mostra una vista frontale della turbina eolica in oggetto;

la figura 2 mostra una vista dettagliata della turbina eolica secondo l'invenzione.

Forme di realizzazione dell'invenzione

Con particolare riferimento a tali figure, si è indicato nell'insieme con 1 la turbina
10 eolica ad asse verticale secondo l'invenzione. La turbina eolica 1 comprende un organo generatore 2 atto a convertire un moto rotazionale in energia elettrica, e installato all'estremità di un'apposita struttura di sostegno 3, quale ad esempio un'asta di sostegno.

Preferibilmente l'organo generatore 2 è racchiuso in un involucro 2a avente
15 foggia ad esempio ricurva, tale da presentare un'interferenza minima con il vento.

La turbina eolica è provvista di un gruppo rotore 4, connesso girevole all'organo generatore 2 e atto ad essere movimentato dal vento in modo da produrre un moto rotazionale attorno a un asse di rotazione verticale. Il gruppo rotore 4
20 comprende una pluralità di mezzi di supporto 5, sostanzialmente orizzontali, atti a essere connessi girevoli all'organo generatore 2 e a supportare una pluralità di pale, come descritto nel seguito. Preferibilmente, i mezzi di supporto 5 sono fissati in modo da sporgere radialmente a raggiera dal corpo dell'organo generatore 2, e perpendicolarmente all'asse di rotazione del gruppo rotore 4 (fig.
25 1).

È da notare che i mezzi di supporto 5 sono distribuiti attorno all'organo generatore 2 e orientati in modo tale da presentare una resistenza aerodinamica minima. Nell'esempio illustrato, i mezzi di supporto 5 hanno un profilo di sezione allungato e leggermente bombato, e sono orientati in modo da avere il profilo allungato sostanzialmente perpendicolare all'asse di rotazione del gruppo rotore 4, cioè orizzontale, come visibile in figura 1. Preferibilmente, i mezzi di supporto 5 sono realizzati in materiale composito, quindi relativamente leggero ma resistente a carichi statici e dinamici. Nell'esempio illustrato, il gruppo rotore 4 comprende tre mezzi di supporto 5, cioè uno solo per ciascuna pala, ma è possibile prevedere un numero qualsiasi di pale e quindi di mezzi di supporto 5 a seconda delle esigenze.

Il gruppo rotore 4 è provvisto di una pluralità di pale 6 connesse alle estremità dei mezzi di supporto 5, e atte a ricevere la pressione del vento. Le pale 6 presentano, rispetto ai mezzi di supporto 5 fissati ad esse in posizione preferibilmente centrale, una porzione superiore 6a e una porzione inferiore 6b.

Preferibilmente le pale 6 presentano un profilo alare biconvesso oppure piano-convesso, e presentano una curvatura a elica, come visibile nelle figure 1 e 2, in maniera tale che il lato interno della porzione superiore 6a e il lato interno della porzione inferiore 6b della stessa pala 6 siano rivolti verso direzioni opposte, cioè siano "svergolati".

È da sottolineare che, come detto in precedenza, nel gruppo rotore 4 della turbina eolica 1 secondo l'invenzione, ciascuna pala 6 viene preferibilmente connessa all'estremità di un unico mezzo di supporto 5, preferibilmente in corrispondenza di una zona centrale della pala 6.

Il fissaggio delle pale 6 all'estremità dei mezzi di supporto 5 viene effettuato

- mediante appositi mezzi di fissaggio 7 quali, ad esempio, apposite piastrine interna ed esterna 7a, 7b atte ad essere applicate rispettivamente sulla superficie interna ed esterna di ciascuna pala 6, in corrispondenza della zona centrale della stessa. In particolare le piastrine interna ed esterna 7a, 7b sono
- 5 disposte in modo da consentirne il fissaggio reciproco attraverso la pala 6, ad esempio mediante appositi mezzi a vite 7c. Preferibilmente le piastrine interna ed esterna 7a, 7b sono applicate in modo tale da non sporgere dalle superfici interna ed esterna di ciascuna pala 6, in modo da mantenere il carattere aerodinamico del profilo delle stesse.
- 10 Preferibilmente le piastrine interne 7a sono inserite in corrispondenza dell'estremità dei mezzi di supporto 5, ma è possibile prevedere che le piastrine interne 7a e i mezzi di supporto siano realizzati in un unico blocco.
- Il gruppo rotore 4 è altresì provvisto di una pluralità di mezzi di interconnessione 8 tra diverse pale 6 atti a connettere ciascuna pala 6 a pale adiacenti per
- 15 assicurare la stabilità geometrica statica e dinamica del gruppo rotore 4 durante il funzionamento. Preferibilmente i mezzi di interconnessione 8 tra diverse pale 6 sono costituiti da appositi cavi, ad esempio di acciaio, in grado di resistere alle sollecitazioni di trazione trasmesse dalle pale in rotazione, per effetto della forza centrifuga.
- 20 In particolare, i mezzi di interconnessione 8 tra diverse pale 6 comprendono preferibilmente una pluralità di cavi superiori 8a e una pluralità di cavi inferiori 8b, ciascuno dei cavi superiori 8a essendo atto a essere fissato in corrispondenza di una parte superiore di una rispettiva piastrina interna 7a di mezzi di fissaggio 7 applicati su una pala 6, e ciascuno dei cavi inferiori 8b essendo atto a essere
- 25 fissato in corrispondenza di una parte inferiore di una rispettiva piastrina interna

7a applicati su una pala 6.

In pratica, a ciascuna piastrina interna 7a applicata ad una pala 6 vengono fissati un cavo superiore 8a e un cavo inferiore 8b. L'estremità opposta dello stesso cavo superiore 8a viene fissata in prossimità dell'estremità superiore di una
5 prima pala adiacente, mentre l'estremità opposta del cavo inferiore 8b è fissata in prossimità dell'estremità inferiore di una seconda pala adiacente. In questo modo, ciascuna pala 6 del gruppo rotore 4 risulta collegata a pale adiacenti tramite quattro punti di fissaggio diversi.

Preferibilmente, il cavo superiore 8a connesso a ciascuna piastrina interna 7a è
10 connesso alla pala adiacente verso cui è orientata l'estremità superiore della pala 6 su cui è applicata la piastrina interna 7a. Similmente, il cavo inferiore 8b connesso a ciascuna piastrina interna 7a è preferibilmente connesso alla pala adiacente verso cui è orientata l'estremità inferiore della pala 6 su cui è applicata la stessa piastrina interna 7a, come visibile nelle figure 1 e 2.

15 Il funzionamento della turbina eolica ad asse verticale secondo la presente invenzione risulta facilmente comprensibile dalla descrizione che precede.

A seconda delle condizioni di utilizzo della turbina eolica 1, si provvede a decidere il numero di pale 6 e di mezzi di supporto 5 da montare. Durante il montaggio, viene anche scelta la lunghezza dei mezzi di interconnessione 8 di
20 diverse pale 6 tra loro in modo da effettuare un pretensionamento delle pale 6.

Una volta installata la turbina eolica 1, con l'asse di rotazione del gruppo rotore 4 e dell'organo generatore 2 disposto verticale, l'esposizione di almeno una pala 6 a una corrente ventosa provoca l'attivazione di un moto rotazionale del gruppo rotore 4. Tale rotazione è trasmessa all'organo generatore 2 tramite i mezzi di
25 supporto 5.

Il moto rotazionale così ottenuto consente di avviare la turbina eolica 1, e viene utilmente sostenuto dal vento che continua a interessare le pale 6. L'organo generatore 2 produce quindi in uscita energia elettrica utilizzabile.

La turbina eolica in oggetto raggiunge lo scopo di minimizzare la resistenza aerodinamica. Tale risultato è ottenuto in particolare grazie all'idea inventiva di
5 interconnettere tra loro le pale 6 mediante dei cavi 8, il che consente di utilizzare un unico mezzo di supporto 5 per collegare ciascuna pala 6 all'organo generatore 2. L'utilizzo di cavi consente inoltre di limitare il peso dovuto ai mezzi di supporto 5, contribuendo ulteriormente ad agevolare la rotazione del gruppo
10 rotore 4, e quindi una maggiore efficienza della turbina eolica 1, anche in condizioni di vento debole.

Una prerogativa del metodo e del dispositivo in oggetto è costituita dal fatto che la configurazione dei cavi permette di equilibrare in maniera più efficiente le forze centrifughe sulle pale 6, il che contribuisce a una maggiore efficienza della
15 turbina eolica 1.

Un altro vantaggio della turbina eolica secondo l'invenzione consiste nell'utilizzo e nella configurazione dei cavi 8, che in combinazione con i mezzi di supporto 5 consentono di aumentare il numero di punti di fissaggio delle pale 6 e quindi di ridurre le deformazioni dovute alla forza centrifuga, limitando al contempo
20 l'impiego di materiali costosi, necessari per la realizzazione di sostegni rigidi.

Un ulteriore vantaggio della turbina eolica secondo l'invenzione consiste nel fatto che, in caso di collasso strutturale dovuto alla rottura di uno o più mezzi di supporto 5, la presenza dei cavi 8 evita la proiezione a distanza di componenti delle pale 6 a causa della forza centrifuga. Pertanto, la sicurezza della turbina
25 secondo l'invenzione, nei confronti di persone e oggetti circostanti durante il

funzionamento, risulta significativamente migliorata rispetto alle soluzioni tradizionali.

Nella pratica attuazione dell'invenzione, i materiali impiegati, nonché la forma e le dimensioni, possono essere qualsiasi a seconda delle esigenze.

- 5 Laddove le caratteristiche tecniche menzionate in ogni rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni di riferimento sono stati inclusi al solo scopo di aumentare la comprensione delle rivendicazioni e di conseguenza essi non hanno alcun valore limitativo sullo scopo di ogni elemento identificato a titolo d'esempio da tali segni di riferimento.

Rivendicazioni

1) Turbina eolica ad asse verticale, comprendente

un organo generatore (2) disposto alla sommità di una struttura di sostegno (3) e atto a convertire un moto rotazionale in energia elettrica;

5 un gruppo rotore (4) con asse di rotazione verticale, connesso a detto organo generatore (2),

caratterizzata dal fatto che detto gruppo rotore (4) comprende

una pluralità di pale (6) atte ad essere collegate a detto organo generatore (2) mediante una pluralità di mezzi di supporto (5) sostanzialmente perpendicolari a

10 detto asse di rotazione verticale;

una pluralità di mezzi di interconnessione (8) tra diverse pale (6), atti a connettere ciascuna di dette pale (6) a pale adiacenti per assicurare la stabilità di detta pluralità di pale (6) in rotazione.

2) Turbina eolica secondo la rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto che**

15 ciascuna di dette pale (6) è atta ad essere connessa a un unico mezzo di supporto (5).

3) Turbina eolica secondo le rivendicazioni 1 o 2, **caratterizzata dal fatto che**

detti mezzi di interconnessione (8) tra dette pale (6) sono atti a connettere una zona centrale di una pala (6) a una porzione superiore (6a) di una prima pala
20 adiacente e a una porzione inferiore (6b) di una seconda pala adiacente.

4) Turbina eolica secondo le rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto**

che detti mezzi di interconnessione (8) comprendono cavi in grado di resistere alle sollecitazioni di trazione trasmesse dalle pale in rotazione, per effetto della forza centrifuga.

25 5) Turbina eolica secondo la rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto che** detto

organo generatore (2) è racchiuso in un involucro (2a) avente foggia tale da presentare un'interferenza minima con il vento.

6) Turbina eolica secondo la rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto che** dette pale (6) presentano una curvatura a elica, in maniera tale che il lato interno della
5 porzione superiore (6a) e il lato interno della porzione inferiore (6b) di una stessa pala (6) sono rivolti verso direzioni opposte.

I Mandatari

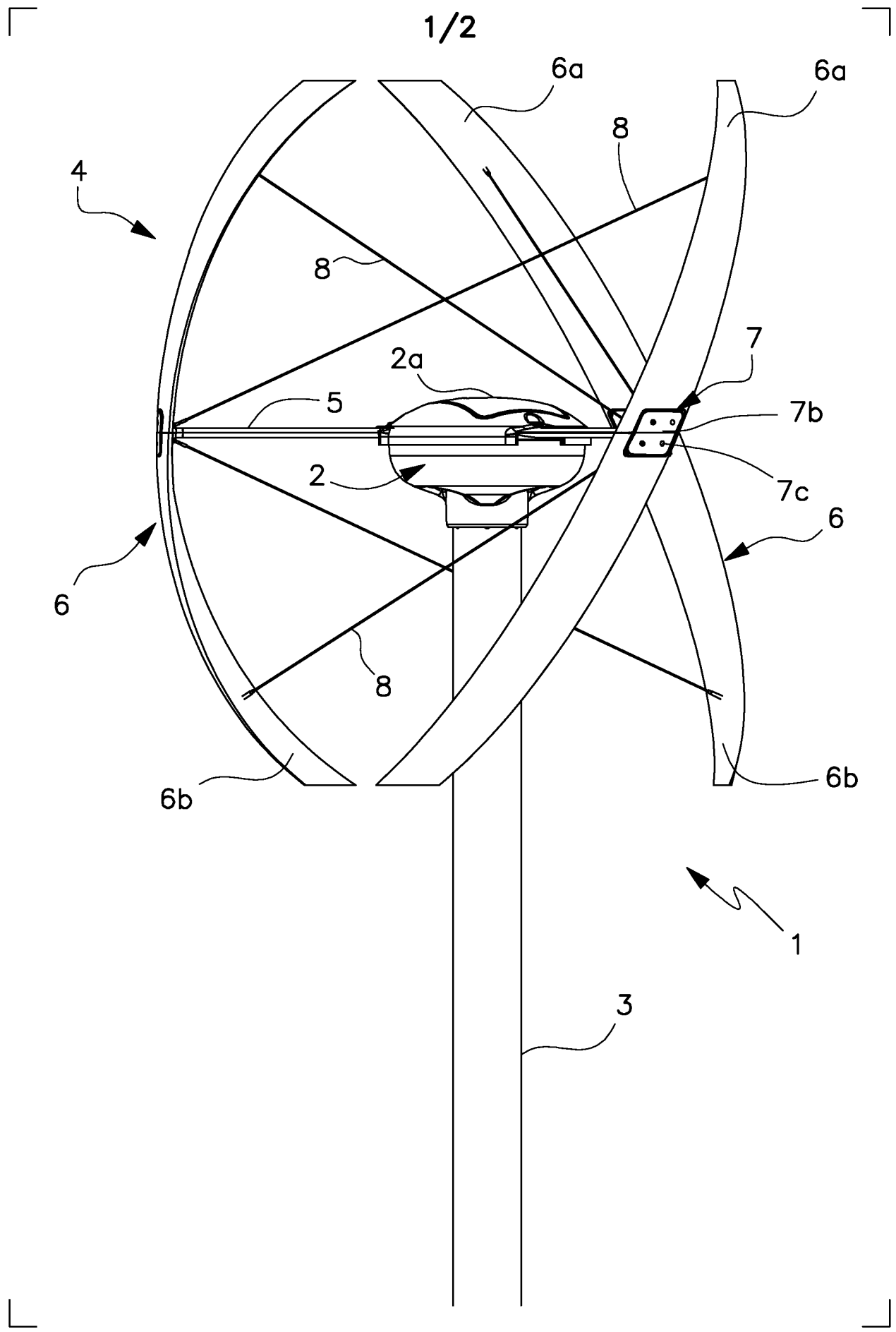
Ing. Giovanni Manzella
(Albo n.384 BM)

Ing. Cristina Schiavone
(Albo n. 1305 BM)

Claims

- 1) Vertical axis wind turbine, comprising
a generator member (2) arranged at the top of a support structure (3) and
suitable to convert a rotational motion in electric energy;
5 a rotor group (4) with vertical rotation axis, connected to said generator member
(2);
characterized in that said rotor group (4) comprises
a plurality of vanes (6) suitable to be connected to said generator member (2) by
means of a plurality of support means (5) substantially perpendicular to said
10 vertical rotation axis;
a plurality of interconnection means (8) between various vanes (6), suitable to
connect each of said vanes (6) to adjacent vanes in order to ensure the stability
of said plurality of vanes (6) in rotation.
- 2) Wind turbine according to claim 1, **characterized in that** each of said vanes
15 (6) is suitable to be connected to one unique support means (5).
- 3) Wind turbine according to claim 1 or 2, **characterized in that** said
interconnection means (8) between said vanes (6) is suitable to connect a
central area of one vane (6) to an upper portion (6a) of a first adjacent vane and
a lower portion (6b) of a second adjacent vane.
- 20 4) Wind turbine according to the previous claims, **characterized in that** said
interconnection means (8) comprises cables able to resist to the traction stresses
transmitted by the vanes in rotation, in consequence of the centrifugal force.
- 5) Wind turbine according to claim 1, **characterized in that** said generator
member (2) is contained in a wrapping (2a) having such a shape as to have a
25 minimal interference with the wind.

6) Wind turbine according to claim 1, **characterized in that** said vanes (6) have a screw curvature, such that the internal side of the upper portion (6a) and the internal side of the lower portion (6b) of one same vane (6) are oriented towards opposite directions.



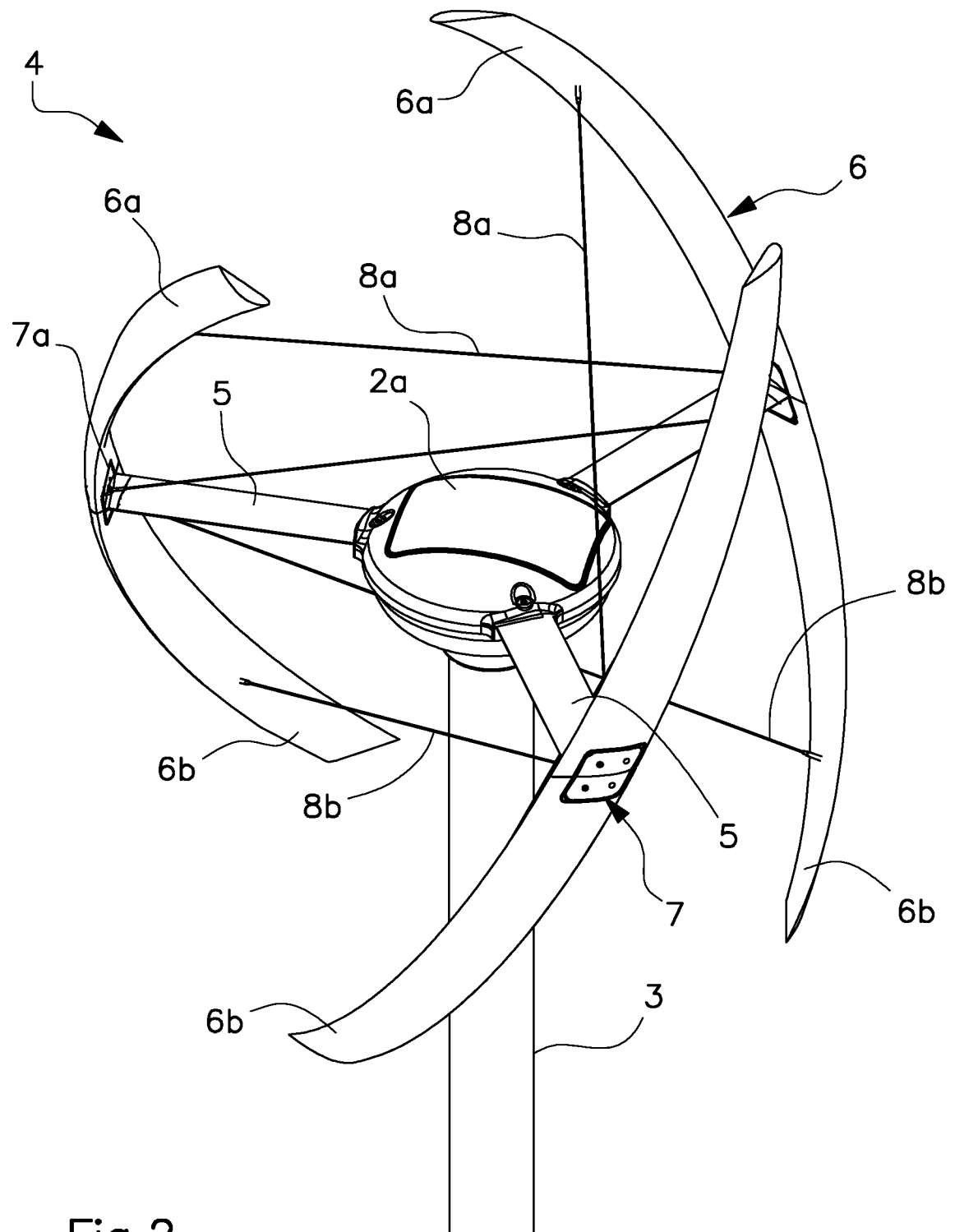


Fig.2