

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902044382A1

Publication Date

20131023

Applicant

VORTEX ENERGY S.R.L. ORA WIND TWENTYONE S.R.L.

Title

STRUTTURA PERFEZIONATA DI TURBINA EOLICA O IDRAULICA AD ASSE
VERTICALE.

STRUTTURA PERFEZIONATA DI TURBINA EOLICA O
IDRAULICA AD ASSE VERTICALE

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale.

Ad oggi in Europa il 20% del fabbisogno di energia elettrica è ottenuto mediante fonti rinnovabili, e più di un quarto di tale 20% è dato da energia prodotta da impianti di tipo eolico. Tali percentuali sono destinate a crescere nel prossimo futuro, secondo le direttive della Commissione dell'Unione Europea sulle Energie Rinnovabili, fino ad una produzione di energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili del 34% del totale dell'energia prodotta, con il 14% proveniente da fonte eolica.

Le turbine eoliche operanti negli impianti eolici sono prevalentemente del tipo ad asse orizzontale, con un rotore a tre pale.

E' tuttavia in aumento, negli ultimi anni, l'interesse per le turbine eoliche ad asse verticale, soprattutto per impianti di piccole dimensioni, con l'obiettivo di decentralizzare la

produzione di energia elettrica dai grandi impianti sia verso l'interno delle città sia verso i piccoli paesi.

Le turbine ad asse verticale presentano alcuni vantaggi rispetto alle turbine ad asse orizzontale, tra i quali l'indipendenza di funzionamento rispetto alla direzione di provenienza del vento, una minore emissione acustica, dovuta alle modeste velocità periferiche delle sezioni palari, ed anche un più gradevole impatto visivo dovuto allo sviluppo sostanzialmente tridimensionale della loro struttura, contro la bidimensionalità tipica dei generatori ad asse orizzontale.

Tra le turbine eoliche ad asse verticale è molto utilizzata la tipologia detta "a portanza", il cui modello più conosciuto è costituito dalla turbina Darrieus.

Le turbine Darrieus comprendono generalmente un albero ad asse verticale dal quale si allungano radialmente razze di supporto per almeno due pale sviluppantisi dal basso verso l'alto secondo traiettorie rettilinee o curve, anch'esse ad asse verticale o inclinato in direzione tangenziale,

ovvero sviluppantisi secondo una linea elicoidale.

Uno dei principali problemi delle turbine Darreius è legato al fatto che per l'avviamento del rotore è necessario fornire a quest'ultimo una coppia di spunto, con ovvio consumo di energia prodotta da una fonte esterna alla turbina.

Per ovviare a tale inconveniente, nella domanda di brevetto US2011/00171025, a nome Levin e altri, è descritta una turbina le cui pale si sviluppano dal basso verso l'alto sostanzialmente lungo una traiettoria a spirale, quindi con pale fissate inferiormente con una prima razza, avente una prima lunghezza, e superiormente con una seconda razza avente una seconda lunghezza maggiore rispetto alla prima razza.

Simili pale determinano la messa a punto di un rotore che per quanto efficiente risulta poco equilibrato oltre che relativamente oneroso in termini di costi realizzativi, principalmente per la complessa geometria tridimensionale delle pale.

Nella domanda di brevetto US2011/0025071, a nome Cortesi e altri, è invece descritta e rivendicata una turbina eolica di tipo Darreius che per ovviare alle problematiche legate alla coppia di

spunto presenta, portate dalle medesime razze in prossimità dell'albero rotante, pale di tipo Savonius, le quali determinano appunto l'autoavviamento del rotore.

Una simile turbina a doppia serie di pale Darreius e Savonius è ovviamente più costosa, sia come progettazione che come componentistica, sia in termini di assemblaggio.

La domanda di brevetto US2011/0031756 di Gabrys e altri descrive e rivendica una turbina Darreius il cui auto-avviamento è reso possibile dal fatto che l'albero rotante, e quindi tutto il rotore, è portato da cuscinetti magnetici, e non vi sono quindi forze d'attrito che si oppongono alla rotazione del rotore stesso.

Una simile turbina, pur efficiente, è da ritenersi assai onerosa in termini di costi di realizzazione.

Nella domanda di brevetto US2010/0054936 a nome Sneeringer, è descritta e rivendicata una turbina le cui pale, a sviluppo rettilineo verticale, presentano in corrispondenza del bordo di uscita delle porzioni ad assetto variabile, alla stregua di ipersostentatori per le ali di velivoli, per il

controllo del rapporto tra portanza e resistenza della pala.

Anche tale soluzione tecnica, pur funzionale ed efficiente, si rivela particolarmente costosa in termini realizzativi oltre che maggiormente complessa in termini di controllo del funzionamento della turbina.

Il compito del presente trovato è quello di realizzare una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale, capace di ovviare ai citati inconvenienti della tecnica nota.

Nell'ambito di tale compito, uno scopo del trovato è quello di mettere a punto una struttura perfezionata di turbina ad auto-avviamento facilitato, che sia più semplice rispetto alle turbine note sopra descritte, sia in termini di componentistica che di montaggio.

Un altro scopo del trovato è quello di mettere a punto una struttura perfezionata di turbina le cui emissioni acustiche siano contenute rispetto alle turbine note.

Un ulteriore scopo del trovato è quello di mettere a punto una struttura perfezionata di turbina di

migliore rendimento rispetto alle turbine di tipo noto.

Non ultimo scopo del trovato, è quello di mettere a punto una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale, realizzabile con impianti e tecnologie note.

Questo compito, nonchè questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale, comprendente un albero ad asse verticale dal quale si allungano radialmente razze di supporto per almeno due pale sviluppantisi dal basso verso l'alto secondo una linea elicoidale, che si caratterizza per il fatto che ciascuna pala è generata dallo sviluppo di un profilo aerodinamico ortogonalmente alla linea elicoidale, lungo tutta la lunghezza della stessa linea elicoidale di sviluppo della pala.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, della struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo,

negli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 illustra una vista prospettica di una struttura perfezionata di turbina secondo il trovato;
- la figura 2 illustra una rappresentazione schematica dello sviluppo di una pala rispetto a parametri geometrici di riferimento;
- la figura 3 illustra una vista laterale schematica di una pala;
- la figura 4 rappresenta schematicamente l'andamento delle linee di flusso dell'aria che incontra una pala secondo il trovato;
- la figura 5 rappresenta una vista prospettica di un particolare di una struttura perfezionata di turbina secondo il trovato,
- la figura 6 riporta una formula relativa alla geometria delle pale della struttura perfezionata di turbina secondo il trovato.

Con riferimento alle figure citate, una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale, è indicata nel suo complesso con il numero 10.

Tale struttura perfezionata di turbina eolica 10 comprende un albero 11 ad asse verticale dal quale

si allungano radialmente razze 12, 13, 14 di supporto per, ad esempio, tre pale 15, 16 e 17 sviluppantisi dal basso verso l'alto secondo una linea elicoidale L.

Ciascuna pala 15, 16 e 17 è generata dallo sviluppo di un profilo aerodinamico 18, indicato a titolo esemplificativo in corrispondenza di una estremità delle pale, e con il numero 19 nello schema di figura 3, ortogonalmente alla linea elicoidale L, lungo tutta la lunghezza della stessa linea elicoidale L di sviluppo della pala.

La tecnica nota invece prevede che il profilo aerodinamico delle pale note, indicato in figura 3 dalla lettera P generi la pala mantenendosi parallelo ad un piano di riferimento orizzontale 20, a prescindere quindi dall'angolo di inclinazione 21 della linea di sviluppo L rispetto al piano orizzontale di riferimento 20.

Il profilo aerodinamico 18 e 19 della sezione di ciascuna pala 15, 16 e 17 è, ad esempio, e non esclusivamente, di tipo NACA.

Dal momento che è sperimentalmente provato che le linee di flusso A dell'aria che incontrano la pala 15, come esemplificato in figura 4, sono

deviate secondo una direzione sostanzialmente ortogonale alla linea L di sviluppo della pala 15, la realizzazione di una pala 15, come secondo il trovato, che presenta profilo aerodinamico proprio in corrispondenza delle sezioni ortogonali alla stessa linea di sviluppo L, consente di sfruttare in modo ottimale tale profilo aerodinamico.

Inoltre, rispetto ai seguenti parametri:

- angolo di inclinazione 21 della linea di sviluppo L rispetto al piano orizzontale 20,
- altezza 22 del cilindro ideale C sulla cui superficie si distende la linea di sviluppo L,
- raggio 23 del cilindro ideale C,
- sfasamento angolare 24 tra le estremità 25 e 26 di una pala su di un piano parallelo al piano orizzontale 20,

l'angolo di inclinazione 21 è correlato agli altri citati parametri secondo una relazione in cui l'angolo di inclinazione 21 è uguale all'arcotangente del rapporto tra l'altezza 22 ed il prodotto tra lo sfasamento angolare 24 ed il raggio 23; tale formula matematica è per chiarezza rappresentata in figura 6.

Con una simile inclinazione si ottengono i

migliori rendimenti per la struttura perfezionata di turbina secondo il trovato 10, dal momento che l'inclinazione della sezione palare risulta sempre ortogonale al bordo d'attacco della pala stessa.

Inoltre, grazie alla peculiare forma della pala 15, come 16 e 17, l'estremità superiore 25 della stessa pala sporge rispetto ad un piano orizzontale d'estremità 27, passante per il punto d'attacco 29 del profilo aerodinamico della sezione d'estremità, ed indicato a tratteggio in figura 5, in corrispondenza del quale terminano le pale di tipo noto aventi sezioni con profilo aerodinamico orizzontali.

Anche il profilo della sezione d'estremità 18 è ortogonale alla linea di sviluppo L.

Tale peculiarità fa sì che le linee di flusso dell'aria in corrispondenza di tale estremità superiore 25 seguano con regolarità il profilo aerodinamico senza i bruschi distacchi che si verificano alle estremità delle pale note, distacchi che causano moti vorticosi e quindi riduzione del rendimento complessivo della turbina.

Si è in pratica constatato come il trovato

raggiunga il compito e gli scopi preposti.

In particolare, con il trovato si è messa a punto una struttura perfezionata di turbina ad auto-avviamento facilitato, più semplice rispetto alle turbine note sopra descritte, sia in termini di componentistica che di montaggio, dal momento che la migliore aerodinamicità delle pale si ottiene generando le pale come sopra descritto stesse, e non aggiungendovi componenti ulteriori come ipersostentatori e simili.

Inoltre, con il trovato si è messa a punto una struttura perfezionata di turbina le cui emissioni acustiche sono contenute rispetto alle turbine note, grazie al peculiare orientamento del profilo aerodinamico di sezione delle pale.

Ulteriormente, con il trovato si è messa a punto una struttura perfezionata di turbina di migliore rendimento rispetto alle turbine di tipo noto.

Non ultimo, con il trovato si è messa a punto una struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale, realizzabile con impianti e tecnologie note.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti

nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, purché compatibili con l'uso specifico, nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e dello stato della tecnica.

Ove le caratteristiche e le tecniche menzionate in qualsiasi rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni sono stati apposti al solo scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e di conseguenza tali segni di riferimento non hanno alcun effetto limitante sull'interpretazione di ciascun elemento identificato a titolo di esempio da tali segni di riferimento.

RIVENDICAZIONI

1) Struttura perfezionata di turbina eolica o idraulica ad asse verticale (10), comprendente un albero (11) ad asse verticale dal quale si allungano radialmente razze (12, 13, 14) di supporto per almeno due pale (15, 16) sviluppantisi dal basso verso l'alto secondo una linea elicoidale (L), che si caratterizza per il fatto che ciascuna pala (15, 16) è generata dallo sviluppo di un profilo aerodinamico (18) ortogonalmente alla linea elicoidale (L), lungo tutta la lunghezza della stessa linea elicoidale (L) di sviluppo della pala.

2) Struttura di turbina, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto profilo aerodinamico (18) della sezione di ciascuna pala è di tipo NACA.

3) Struttura di turbina secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che rispetto ai seguenti parametri:

- angolo di inclinazione (21) della linea di sviluppo (L) rispetto al piano orizzontale (20),
- altezza (22) del cilindro ideale (C) sulla cui superficie si distende la linea di sviluppo (L),

- raggio (23) del cilindro ideale (C),
- sfasamento angolare (24) tra le estremità (25, 26) di una pala su di un piano parallelo al piano orizzontale (20),

l'angolo di inclinazione (21) è correlato ai citati parametri secondo una relazione in cui l'angolo di inclinazione (21) è uguale all'arcotangente del rapporto tra l'altezza (22) ed il prodotto tra lo sfasamento angolare (24) ed il raggio (23).

4) Struttura di turbina secondo le rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che l'estremità superiore (25) di ciascuna pala sporge rispetto ad un piano orizzontale d'estremità (27), passante per il punto d'attacco (29) del profilo aerodinamico della sezione di estremità (18).

CLAIMS

1. An improved wind or hydraulic turbine with a vertical axis (10), comprising a shaft (11) with a vertical axis from which supporting spokes (12, 13, 14) for at least two vanes (15, 16) extend radially, said vanes extending upward along a helical line (L), characterized in that each vane (15, 16) is generated by the extension of an aerodynamic profile (18) at right angles to the helical line (L) along the entire length of said helical extension line (L) of the vane.

2. The turbine according to claim 1, characterized in that said aerodynamic profile (18) of the cross-section of each vane is of the NACA type.

3. The turbine according to the preceding claims, characterized in that with respect to the following parameters:

- angle of inclination (21) of the extension line (L) with respect to the horizontal plane (20),
- height (22) of the ideal cylinder (C) on the surface of which the extension line (L) is extended,
- radius (23) of the ideal cylinder (C),

- angular offset (24) between the ends (25, 26) of a vane on a plane which is parallel to the horizontal plane (20),
the angle of inclination (21) is correlated to said parameters according to a relation in which the angle of inclination (21) is equal to the arc tangent of the ratio between the height (22) and the product between the angular offset (24) and the radius (23).

4. The turbine according to the preceding claims, characterized in that the upper end (25) of each vane protrudes with respects to a horizontal end plane (27) which passes through the coupling point (29) of the aerodynamic profile of the end section (18).

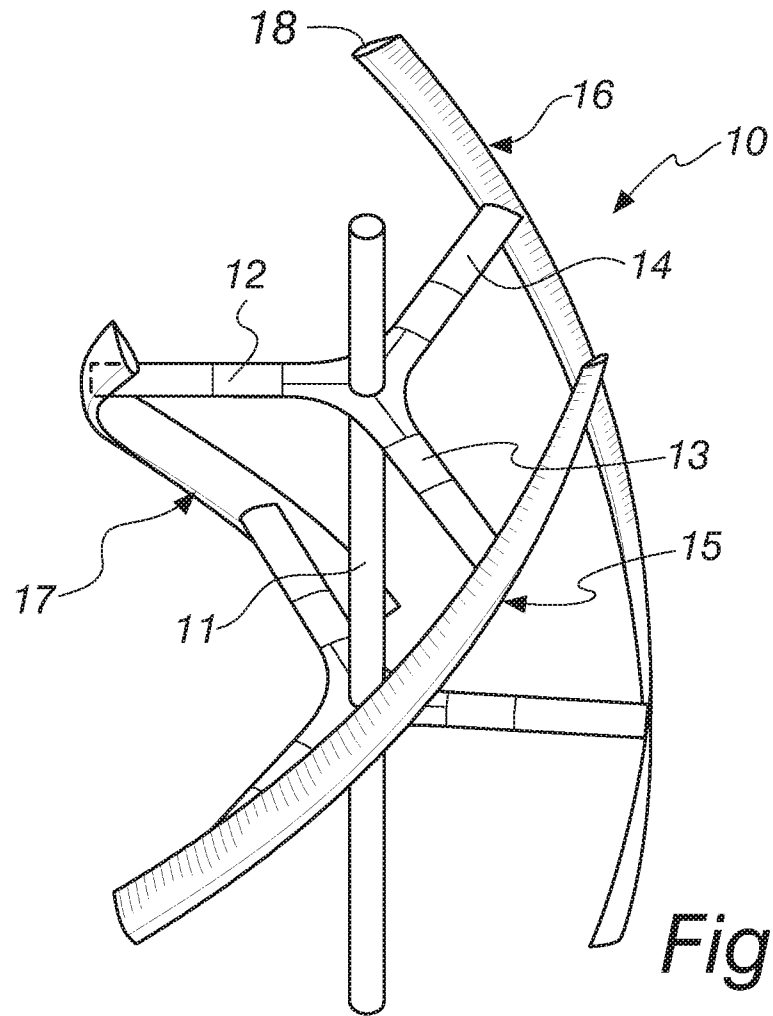


Fig. 1

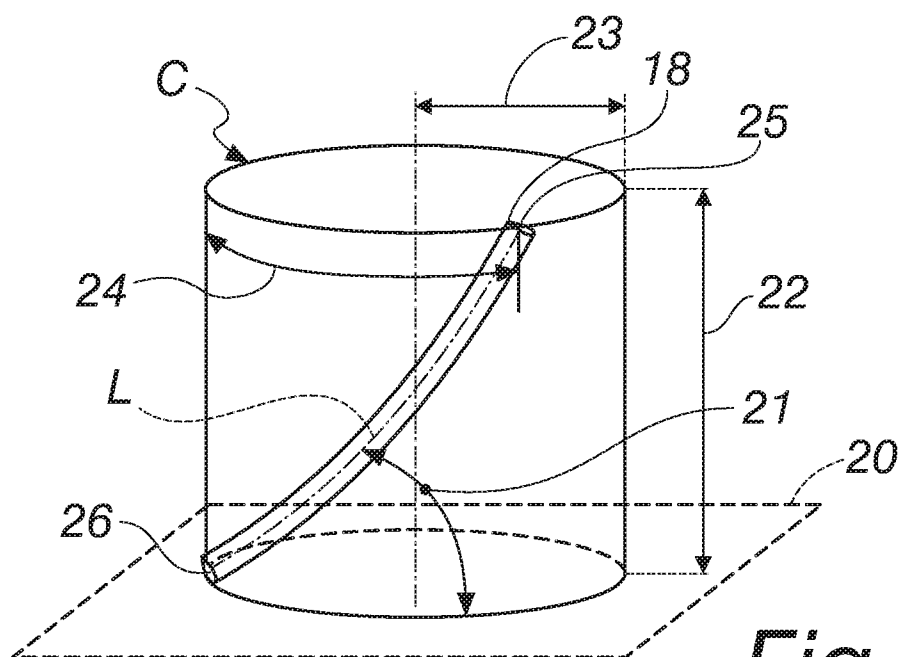
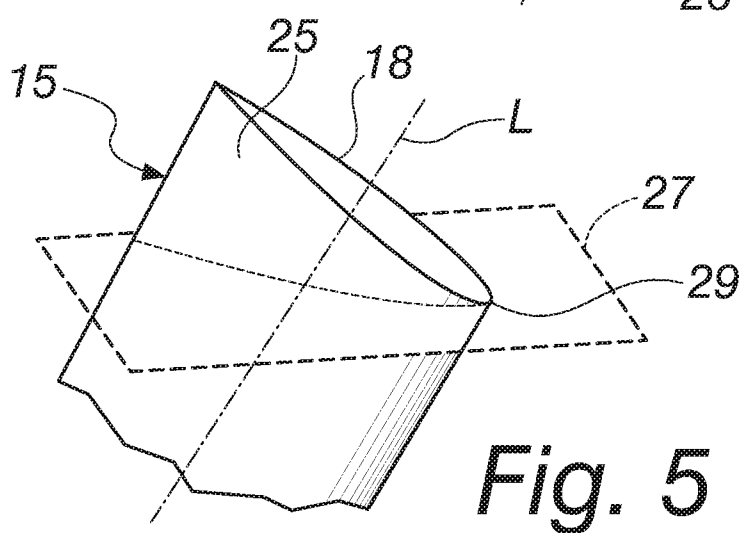
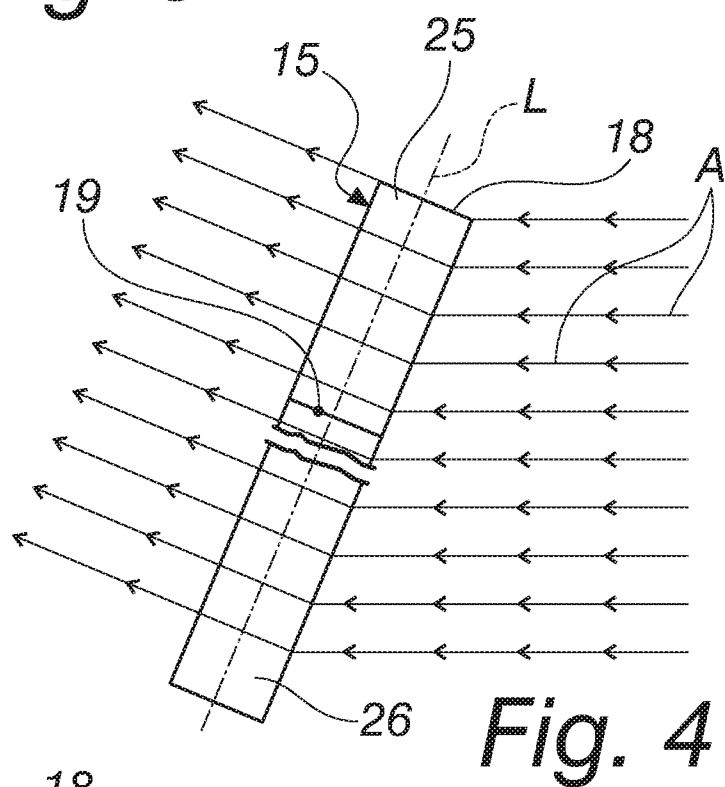
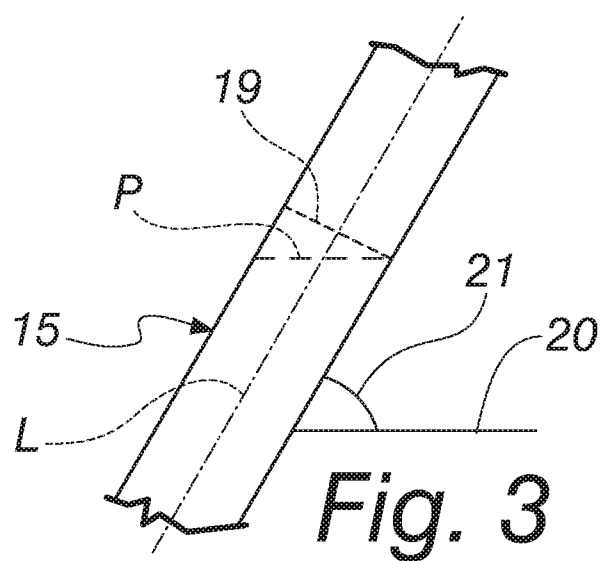


Fig. 2



Angolo di
inclinazione 21 = $\arctan \left(\frac{\text{Altezza 22}}{\text{Sfasamento angolare 24} \cdot \text{raggio 23}} \right)$

Fig. 6