

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102020000009307
Data Deposito	28/04/2020
Data Pubblicazione	28/10/2021

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	64	C	39	02

Titolo

VELIVOLO SENZA PILOTA, METODO DI CONTROLLO E STAZIONE DI CONTROLLO ASSOCIATA

DESCRIZIONE

annessa a domanda di brevetto per BREVETTO D'INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo:

“Velivolo senza pilota, metodo di controllo e stazione di controllo associata”

A nome: Skypull SA, società svizzera con sede in Dino - Lugano / CH

Mandatari: vedasi lettera d'incarico.

Campo della tecnica

La presente divulgazione afferisce al campo dei velivoli, ed in dettaglio
5 concerne un velivolo senza pilota. La presente divulgazione altresì concerne un metodo di controllo di un velivolo senza pilota. La presente divulgazione altresì concerne una stazione di controllo per un velivolo senza pilota.

Arte nota

10 Sono noti velivoli senza pilota configurati per volare in una configurazione operativa nella quale essi sono trattenuti da un cavo; tali velivoli senza pilota sfruttano la forza esercitata dal vento sulle loro superfici alari per permettere la generazione di energia elettrica.

Tali velivoli senza pilota sono tipicamente configurati per compiere
15 traiettorie curve allorquando sottoposti all'azione di forza esercitata dal vento sulle loro superfici alari.

La Richiedente ha osservato che nei velivoli senza pilota tradizionali possono sussistere condizioni di volo particolari, indotte da repentini cambiamenti di forza e direzione del vento e/o indotte da variazioni di attitudine
20 di volo o orientazione del velivolo rispetto al vento, tali per cui il controllo del velivolo senza pilota può diventare difficile. La Richiedente ha osservato che spesso le configurazioni dei velivoli senza pilota volti a ricercare efficienza nella produzione di energia elettrica possono essere contraddistinte da limitazioni di utilizzo e sono soggette a condizioni operative che possono generare repentine
25 instabilità di volo, in particolare laddove lo sviluppo longitudinale del velivolo senza pilota lungo una direzione individuata dall'asse di rollio sia limitato.

La Richiedente ha osservato che l'efficienza aerodinamica di un velivolo senza pilota, in particolare configurato per volare trattenuto da un cavo e per generare corrente, appare di rilevante importanza per garantire una buona efficienza di generazione.

5

Scopi

Un primo scopo della presente divulgazione è quello di descrivere un velivolo senza pilota in grado di superare gli inconvenienti sopra descritti, ed in particolare in grado di avere una buona controllabilità di volo anche in
10 condizioni non ottimali ed in grado di essere aerodinamicamente efficiente.

Un ulteriore scopo della presente divulgazione è quello di descrivere un metodo di controllo del velivolo senza pilota che consenta di avere una generazione di energia elettrica quanto più possibilmente efficiente.

Un ulteriore scopo della presente divulgazione è quello di descrivere una
15 stazione di controllo per un velivolo senza pilota che consenta di trattenere tramite un cavo il velivolo senza pilota medesimo, e consenta di attuare un controllo del volo del medesimo e/o una produzione di energia elettrica in modo efficiente e sicuro.

Questi ed ulteriori scopi saranno chiariti nella seguente porzione di
20 descrizione.

Sommario

Al fine di risolvere gli inconvenienti dell'arte nota e di ottenere gli scopi prefissati, in accordo alla presente divulgazione è innanzitutto descritto un
25 velivolo senza pilota. Il velivolo senza pilota oggetto della presente divulgazione è descritto con riferimento ad uno o più dei presenti aspetti, i quali possono essere combinati tra loro o con una o più delle rivendicazioni.

In accordo alla presente divulgazione è descritto un velivolo senza pilota (10), comprendente almeno un'ala superiore (11), almeno un'ala inferiore (12),
30 almeno una prima ed una seconda ala laterale (14) ciascuna orientata obliquamente rispetto all'ala superiore (11) ed all'ala inferiore (12), ed almeno un motore (19) atto almeno a sospingere in volo il velivolo senza pilota (10),

in cui l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) sono posizionate su due piani sostanzialmente paralleli,

in cui l'assieme formato dall'almeno un'ala superiore (11), dall'almeno un'ala inferiore (12) e dall'almeno la prima e la seconda ala laterale (14) definisce una
5 struttura scatolare entro la quale giace un asse di rollio (Z) del velivolo senza pilota (10), detto asse di rollio (Z) giacendo tra la prima ala laterale (14) e la seconda ala laterale (14),

e in cui almeno la prima e la seconda ala laterale (14) sono ali autostabili.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima e la seconda ala
10 laterale (14) comprendono, ognuna, una porzione fissa (15), una prima superficie mobile (16) ed una seconda superficie mobile (17).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'asse di rollio (Z) giace tra la prima e la seconda ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'asse di rollio (Z) giace in una
15 posizione sostanzialmente centrale della struttura scatolare.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima superficie mobile (16) è mobilmente vincolata alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14), la seconda superficie mobile (17) è mobilmente vincolata almeno alla prima
20 superficie mobile (16) della rispettiva ala laterale (14) e la prima superficie mobile (16) si trova frapposta fra la porzione fissa (15) e la seconda superficie mobile (17) della rispettiva ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la seconda superficie mobile (17) è configurata per deflettersi proporzionalmente ad una deflessione assunta
25 dalla prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14) ed in direzione opposta.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la deflessione assunta dalla seconda superficie mobile (17) rispetto alla prima superficie mobile (16) è in
direzione opposta alla direzione di deflessione della prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14).

30 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la struttura scatolare individua un asse di rollio (Z), un asse di imbardata (X) e un asse di beccheggio (Y) tra loro reciprocamente ortogonali, e la struttura scatolare presenta un'estensione lungo l'asse di imbardata (X) e/o lungo l'asse di beccheggio (Y) maggiore

rispetto all'estensione che la struttura scatolare medesima presenta lungo l'asse di rollio (Z).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima ala laterale (14) e/o la seconda ala laterale (14) comprendono ciascuna un rispettivo servomotore (42m) per il controllo della movimentazione almeno della prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima e/o la seconda ala laterale (14) comprendono almeno un primo tirante (41) connesso tra il servomotore (42m) e la prima superficie mobile (16) ed atto a determinare, per effetto dell'attuazione del servomotore (42m), una deflessione della prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15) in una prima direzione, ed almeno un secondo tirante (51) connesso tra la porzione fissa (15) e la seconda superficie mobile (17), detto secondo tirante (51) essendo atto a determinare una deflessione della seconda superficie mobile (17) rispetto alla prima superficie mobile (16) in una seconda direzione opposta alla prima direzione.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima superficie mobile (16) e la seconda superficie mobile (17) sono sdoppiate e/o giustapposte e/o sono configurate per essere movimentate indipendentemente l'una dall'altra da un rispettivo primo e secondo servomotore (42m) posizionato sulla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima e la seconda ala laterale (14) sono configurate per essere controllate in modo indipendente l'una rispetto all'altra.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) comprendono, ciascuna, una rispettiva porzione fissa (11a, 12a) ed in cui la porzione fissa (11a) dell'ala superiore (11) e la porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12) sono posizionate su piani sostanzialmente paralleli.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la porzione fissa (15) della prima ala laterale (14) e la porzione fissa (15) della seconda ala laterale (14) sono congiunte con le porzioni fisse (11a, 12a) dell'ala superiore (11) e dell'ala inferiore (12), opzionalmente in modo tale che una prima estremità della porzione fissa (15) della prima ala laterale e della seconda ala laterale (14) siano connesse con la porzione fissa (11a) dell'ala superiore (11) e in modo tale

che una seconda estremità della porzione fissa (15) della prima ala laterale e della seconda ala laterale siano connesse con la porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12).

5 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la porzione fissa (15) della prima ala laterale (14) e la porzione fissa (15) della seconda ala laterale (14) sono congiunte con le porzioni fisse (11a, 12a) dell'ala superiore (11) e dell'ala inferiore (12) in modo rigido.

10 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima superficie mobile (16) e la seconda superficie mobile (17) di ciascuna delle dette prima e seconda ala laterale (14) sono superfici mobili di tipo rigido, vincolate mobilmente alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima superficie mobile (16) della prima ala laterale e/o della seconda ala laterale (14) è una superficie mobile configurata per permettere una imbardata del velivolo senza pilota (10).

15 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'imbardata determina una rotazione spaziale dell'asse di rollio (Z).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) sostanzialmente delimita superiormente la detta struttura scatolare e l'ala inferiore (12) sostanzialmente delimita inferiormente la detta struttura scatolare.

20 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la prima e la seconda ala laterale (14) sono ali disposte sostanzialmente ortogonalmente rispetto all'ala superiore (11) ed all'ala inferiore (12).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la detta struttura scatolare comprende un proprio centro geometrico, ed il centro geometrico è collocato in una posizione distinta rispetto ad un centro di gravità del velivolo senza pilota (10).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) è un velivolo configurato per volare trattenuto da un cavo (35), opzionalmente almeno in una predefinita configurazione operativa.

30 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) è configurato per volare, almeno in una predefinita configurazione operativa, trattenuto da una pluralità di briglie (30, 31, 32, 34) congiunte con il detto cavo (35); dette briglie (30, 31, 32, 34) essendo congiunte alla struttura scatolare in

corrispondenza di una pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) separati l'uno rispetto all'altro.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è posizionata sull'ala inferiore (12) e comprende un primo punto di unione (P1), un secondo punto di unione (P2), un terzo punto di unione (P3), ed un quarto punto di unione (P4), in cui il primo punto di unione (P1) si trova in posizione più avanzata e/o più prossima ad un bordo d'attacco dell'ala inferiore (12) rispetto almeno al secondo punto di unione (P2) e rispetto almeno al terzo punto di unione (P3).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il quarto punto di unione (P4) è sostanzialmente allineato al primo punto di unione (P1) lungo una direzione sostanzialmente parallela alla direzione di avanzamento del velivolo senza pilota (10).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il primo punto di unione (P1) si trova in posizione più avanzata e/o più prossima ad un bordo d'attacco dell'ala inferiore (12) rispetto al quarto punto di unione (P4).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è disposta in una configurazione tale per cui, opzionalmente osservando l'ala inferiore (12) dal basso, essi individuano una figura sostanzialmente quadrangolare con vertice frontale sul primo punto di unione (P1).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il primo punto di unione (P1) giace in sostanziale corrispondenza di metà estensione longitudinale dell'ala inferiore (12), opzionalmente giacendo in sostanziale corrispondenza di metà estensione longitudinale della porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) comprende punti collocati in sostanziale corrispondenza di un rispettivo vertice della struttura scatolare.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) comprende punti collocati in sostanziale corrispondenza di una zona di unione tra l'ala superiore (11) e la rispettiva ala laterale (14) o di unione tra l'ala inferiore (12) e la rispettiva ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il secondo punto di unione (P2) ed il terzo punto di unione (P3) giacciono in sostanziale corrispondenza di un bordo d'uscita della porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il secondo punto d'unione (P2) ed il terzo punto di unione (P3) si trovano su un ventre o faccia inferiore della porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12), e su tale ventre o faccia inferiore il secondo punto d'unione (P2) ed il terzo punto di unione (P3) si trovano, ognuno, in una posizione laterale in corrispondenza della quale, su un dorso o faccia superiore della porzione fissa (12a), è congiunta un'ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è disposta secondo uno schema configurato per impedire un rollio e/o un beccheggio del velivolo senza pilota (10), almeno in una configurazione di volo in cui il detto cavo (35) è sottoposto ad una forza di trazione, preferibilmente generata da un vento agente sulla detta struttura scatolare e/o su di un insieme formato dalla ala superiore (11), dalla ala inferiore (12) e dalla prima e seconda ala laterale (14), tale da renderlo sostanzialmente teso.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è disposta secondo uno schema configurato per permettere un'imbardata del velivolo senza pilota (10), l'imbardata determinando una rotazione spaziale dell'asse di rollio (Z) attorno ad un asse di imbardata (X) ad esso ortogonale.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il cavo (35) è mobilmente vincolato ad una stazione di controllo (100).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la stazione di controllo (100) è provvista di un verricello (101) configurato per permettere un rilascio e/o un riavvolgimento, in particolare un rilascio controllato e/o un riavvolgimento controllato, del cavo (35).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il cavo (35) è un cavo in materiale plastico, opzionalmente un cavo in polietilene a peso molecolare ultra alto.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, una disposizione geometrica della ala superiore (11), della ala inferiore (12) e della prima e seconda ala

laterale (14), opzionalmente nella detta struttura scatolare, è configurata per rendere, e/o rende il velivolo senza pilota (10) configurato per assumere almeno una prima attitudine di volo a decollo e/o atterraggio sostanzialmente verticali, in cui il detto decollo e/o atterraggio sono eseguiti, almeno parzialmente, e/o sono controllati per mezzo di una forza di spinta generata dall'almeno un motore (19), ed almeno una seconda attitudine di volo traslato, nella quale, in almeno una condizione operativa, il detto velivolo senza pilota (10) trasla rispetto al suolo spostandosi in direzione obliqua rispetto ad una direzione di un vento che lo sospinge.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende un sistema di acquisizione di dati di volo (300), configurato per misurare almeno uno dei parametri di volo del velivolo senza pilota (10) della seguente lista: posizione assoluta, velocità al suolo, attitudine, variazioni angolari per un angolo di rollio, angolo di beccheggio, angolo di imbardata.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il sistema di acquisizione di dati di volo comprende una piattaforma inerziale (301) e/o un ricevitore di segnali di posizionamento satellitare globale (302), in particolare un ricevitore GPS; detta piattaforma inerziale (301) e detto ricevitore di segnali di posizionamento satellitare globale (302) essendo configurati per misurare almeno uno dei parametri di volo della detta lista.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11), e/o l'ala inferiore (12), comprende un angolo di freccia ed una corda alare variabile, opzionalmente in cui la corda alare si riduce a mano a mano che ci si sposta verso le estremità dell'ala superiore e/o inferiore (11, 12) medesima.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11), e/o l'ala inferiore (12), possiede una corda costante.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) presentano un angolo di freccia positivo in corrispondenza del bordo d'attacco ed un angolo di freccia negativo in corrispondenza del bordo d'uscita. Alternativamente, secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) presentano un angolo di freccia nullo.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di ali superiori (11) e/o una pluralità di ali inferiori (12),

in cui ciascuna ala della detta pluralità di ali superiori (11) e/o della detta pluralità di ali inferiori (12) comprende almeno porzioni fisse (11a, 12a) disposte su piani tra loro paralleli.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende almeno un elemento centrale (21) giacente in sostanziale corrispondenza del centro della struttura scatolare, opzionalmente in una posizione tale per cui il detto asse di rollio (Z) è passante per detto elemento centrale (21).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di tiranti (18) comprendenti una prima ed una seconda estremità e connessi, in corrispondenza della loro prima estremità, in corrispondenza di una zona di giunzione tra la prima e/o la seconda ala laterale (14) e l'ala superiore (11) o in corrispondenza di una zona di giunzione tra la prima e/o la seconda ala laterale (14) e l'ala inferiore (12), ed in corrispondenza della loro seconda estremità, in particolare opposta rispetto alla prima estremità, in corrispondenza di un elemento centrale (21) giacente sostanzialmente in corrispondenza del centro della struttura scatolare, opzionalmente in una posizione tale per cui il detto asse di rollio (Z) è passante per detto elemento centrale (21).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la detta pluralità di tiranti (18) è una pluralità di tiranti di forma aerodinamica.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il detto elemento centrale (21) comprende, almeno in posizione frontale, una fusoliera di forma aerodinamica.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'elemento centrale (21) definisce e/o comprende un vano di carico, in particolare un vano di carico atto ad ospitare almeno un carico utile, e/o una batteria per l'alimentazione del detto almeno un motore (19).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di batterie collocate in corrispondenza di almeno una tra l'ala superiore (11) e/o l'ala inferiore (12) e/o l'ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di motori (19) atti a sospingerlo in volo e/o a permetterne un decollo e/o un atterraggio controllati, opzionalmente la pluralità

di motori (19) comprendendo almeno quattro motori (19) disposti in corrispondenza di porzioni angolari della detta struttura scatolare e/o in corrispondenza di porzioni d'estremità dei detti tiranti (18).

5 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, i motori (19) della detta pluralità di motori (19) sono controllabili in modo indipendente.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la detta ala superiore (11) e/o la detta ala inferiore (12) comprendono un'aletta d'estremità (11w, 12w) configurata almeno per ridurre la resistenza aerodinamica indotta durante il volo, opzionalmente in cui la detta resistenza aerodinamica è causata da vortici
10 che si creano in corrispondenza dell'estremità dell'ala.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) comprendono ciascuna una rispettiva superficie mobile (11b, 12b) configurate per determinare e/o permettere la variazione di una portanza assunta in volo dal velivolo senza pilota (10).

15 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) comprendono ciascuna un bordo d'attacco, e il bordo d'attacco dell'ala superiore (11) giace e/o si appoggia su un medesimo piano sul quale si appoggia il bordo d'attacco dell'ala inferiore (12).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'ala superiore (11) e l'ala
20 inferiore (12) comprendono ciascuna un bordo d'attacco, e il bordo d'attacco dell'ala superiore (11) giace e/o si appoggia su un piano diverso rispetto ad un piano sul quale si appoggia il bordo d'attacco dell'ala inferiore (12).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota (10) comprende un almeno un primo paracadute, preferibilmente un primo ed un
25 secondo paracadute.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'almeno un primo paracadute è configurato per aprirsi all'atto di una perdita di controllo del velivolo senza pilota (10).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, l'almeno un primo paracadute
30 è configurato per aprirsi tramite un comando manuale, opzionalmente ricevuto da un telecomando di controllo del velivolo senza pilota (10).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota comprende almeno un primo microcontrollore (204) e l'almeno un primo

paracadute è configurato per aprirsi almeno tramite un comando automaticamente inviato dall'almeno un primo microcontrollore (204).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il velivolo senza pilota comprende un secondo microcontrollore (400).

5 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il secondo microcontrollore (400) è operativamente connesso al primo microcontrollore (204).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il primo microcontrollore di volo è un microcontrollore (204) di basso livello, ed il secondo microcontrollore (400) è un microcontrollore di alto livello; il primo ed il secondo microcontrollore
10 (204, 400) essendo operativamente connessi tra loro in modo almeno parzialmente ridondante e/o essendo tra loro almeno parzialmente indipendenti nel controllo dell'almeno un motore (19) e/o di servomotori (42m) di controllo della detta almeno una prima superficie mobile (16) dell'ala laterale (14) e/o della superficie mobile (11b, 12b) dell'ala superiore (11) e/o dell'ala inferiore
15 (12).

Secondo un ulteriore aspetto viene descritto un metodo di controllo di un volo di un velivolo senza pilota (10) in accordo ad uno o più dei presenti aspetti, il metodo comprendendo:

- una fase di hovering (1001) nella quale il velivolo senza pilota (10) decolla da
20 una predeterminata posizione assumendo un'attitudine di volo almeno parzialmente verticale, in cui un asse di rollio (Z) del velivolo senza pilota (10) si trova sostanzialmente orientato verticalmente;
- una fase di decollo o transizione (1002), eseguita a seguito della fase di hovering (1001), in cui il velivolo senza pilota (10) cambia attitudine di volo
25 verso un volo sostanzialmente traslato, e
- una fase di generazione (1003), per la generazione di energia elettrica, in cui almeno parzialmente per effetto di una forza (F) esercitata da un vento su almeno parte dell'ala superiore (11) e/o dell'ala inferiore (12) e/o della prima e/o della seconda ala laterale (14), il velivolo senza pilota (10) esegue una
30 traiettoria curva esercitando una forza di trazione su di un cavo (35) che vincola mobilmente il velivolo senza pilota (10) ad una stazione di controllo (100) ed in cui, per effetto della forza di trazione esercitata sul detto cavo (35), viene generata energia elettrica.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, tramite la detta stazione di controllo (100) viene generata energia elettrica.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, per effetto della forza di trazione esercitata sul detto cavo (35), tale cavo (35) viene almeno
5 parzialmente svolto da un verricello (101) della stazione di controllo (100), e l'energia elettrica è generata almeno per effetto del detto svolgimento, opzionalmente tramite un generatore di energia elettrica (103), operativamente connesso al verricello (101).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di hovering (1001) il
10 velivolo senza pilota (10) decolla da una predeterminata posizione assumendo un'attitudine di volo almeno parzialmente verticale, opzionalmente con un asse di rollio (Z) sostanzialmente orientato verticalmente, per effetto di un'azione di spinta esercitata dall'almeno un motore (19).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di hovering (1001) il
15 velivolo senza pilota (10) decolla da una predeterminata posizione assumendo un'attitudine di volo almeno parzialmente verticale, opzionalmente con un asse di rollio (Z) sostanzialmente orientato verticalmente, per effetto di una azione di spinta esercitata dalla pluralità di motori (19), opzionalmente in cui detta pluralità di motori (19) comprende motori controllati in modo tale da erogare
20 potenza in modo indipendente.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la fase di decollo o transizione (1002) comprende un incremento della velocità del velivolo senza pilota (10), in particolare della velocità rispetto al suolo del velivolo senza pilota (10); detto incremento di velocità essendo finalizzato a raggiungere una portanza
25 sufficiente a mantenere il velivolo (10) in un'attitudine di volo traslato.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la fase di decollo o transizione (1002) è una fase in cui il velivolo senza pilota (10) assume una attitudine di volo traslato.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di hovering (1001) il
30 velivolo senza pilota (10) viene controllato per raggiungere una predeterminata altitudine target, opzionalmente cosicché si trovi in una zona sostanzialmente priva di turbolenze; detta predeterminata altitudine target essendo compresa

nell'intervallo [40-250] m, più preferibilmente [50-200] m o essendo compresa nell'intervallo [150-550] m, più preferibilmente [200-500] m.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la fase di hovering (1001) comprende una sottofase di hovering puro che termina ad una quota
5 sostanzialmente pari o inferiore a 50m, preferibilmente ad una quota sostanzialmente compresa tra [10-50] m.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione (1003), il cavo (35) viene almeno parzialmente srotolato da un verricello (101) e la generazione di corrente elettrica avviene per effetto della rotazione del detto
10 verricello (101).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione (1003), l'almeno un motore (19) del detto velivolo senza pilota (10) è almeno temporaneamente disattivato.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il metodo di controllo del volo
15 del detto velivolo senza pilota (10) comprende una fase di rientro (1004), che ha luogo a seguito della fase di generazione (1003), e nella fase di rientro almeno un motore (19) del detto velivolo senza pilota (10) è almeno temporaneamente disattivato.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione
20 (1003) è previsto almeno un temporaneo srotolamento del cavo (35) da un verricello (101), e la fase di generazione (1003) comprende un controllo del velivolo senza pilota (10) tale per cui, mediamente, la sua quota rispetto al suolo è incrementata al crescere della lunghezza di una porzione di cavo (35) srotolata dal verricello (101).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, un tasso o angolo medio (β) di
25 incremento di quota del velivolo senza pilota (10) al crescere della lunghezza della porzione di cavo (35) srotolata dal verricello (101) è funzione di una deflessione, in particolare di un angolo di deflessione, che almeno una prima porzione mobile (16) della prima e/o della seconda ala laterale (14) assume
30 rispetto ad una porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il metodo comprende una variazione di quota del velivolo senza pilota (10), e/o una rotazione del velivolo senza pilota (10) rispetto ad un proprio asse di imbardata (X), tramite una

regolazione della posizione assunta dalla prima superficie mobile (16) di una prima ala laterale (14) rispetto ad una prima superficie mobile (16) di una seconda ala laterale (14).

5 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione (1003), una forza di trazione esercitata dal velivolo senza pilota (10) rispetto al cavo (35) è crescente al crescere della porzione di cavo (35) srotolata dal detto verricello.

10 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione (1003) la traiettoria curva eseguita dal velivolo senza pilota (10) è una traiettoria sostanzialmente a "8" e/o è una traiettoria che comprende almeno una porzione in una direzione a favore di vento ed almeno una porzione di direzione controvento e/o di risalita del vento.

15 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la fase di generazione (1003) comprende una sottofase di volo traslato in cui il velivolo senza pilota (10) vola, in particolare plana, approssimandosi alla posizione alla quale si trova la stazione di controllo (100) ed in cui, in detta sottofase, almeno parte della porzione di cavo (35) srotolata dal detto verricello (101) è almeno parzialmente riavvolta.

20 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di generazione (1003) una quota raggiunta dal velivolo senza pilota (10) alternativamente cresce e decresce con il progredire dello srotolamento del cavo (35) dal detto verricello (101), opzionalmente individuando picchi di massimo e minimo relativi.

25 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la quota dei detti picchi di massimo relativi cresce al crescere della porzione di cavo (35) srotolata dal detto verricello (101).

30 Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il metodo di controllo del volo del detto velivolo senza pilota (10) comprende una fase di rientro (1004), che ha luogo a seguito della fase di generazione (1003) e in cui il velivolo senza pilota (10) si approssima almeno temporaneamente alla stazione di controllo (100); opzionalmente in cui nella fase di rientro (1004) il velivolo senza pilota (10) viene controllato per mantenere un'attitudine di volo traslato e/o per eseguire una commutazione di attitudine tra una prima attitudine di volo traslato ed una

seconda e successiva attitudine di hovering nella quale un asse di rollio (Z) del velivolo senza pilota si dispone sostanzialmente verticalmente.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, nella fase di rientro (1004) il cavo (35) precedentemente srotolato dal verricello (101) viene progressivamente riavvolto.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la fase di rientro (1004) termina con un atterraggio del velivolo senza pilota (10).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, viene descritta una stazione di controllo (100) per un velivolo senza pilota (10) atto e configurato per volare trattenuto da un cavo (35), la stazione di controllo (100) comprendendo un verricello (101) sul quale è almeno parzialmente avvolto il detto cavo (35), ed un controllore di trazione del cavo (102), operativamente connesso con il verricello (101) affinché il verricello (101) possa svolgere e/o riavvolgere il cavo (35) in modo controllato; la stazione di controllo (100) comprendendo altresì un generatore di energia elettrica (103), operativamente connesso al verricello (101) e configurato per generare energia elettrica in almeno una configurazione operativa nella quale il cavo (35) è sottoposto a trazione ed è svolto dal verricello (101).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, la stazione di controllo (100) è specificamente configurata per operare e/o controllare un velivolo senza pilota (10) in accordo ad uno o più dei presenti aspetti.

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il controllore di trazione del cavo (102) comprende almeno una configurazione operativa di svolgimento, nella quale esso controlla uno svolgimento del cavo (35).

Secondo un ulteriore aspetto non limitativo, il controllore di trazione del cavo (102), nella configurazione operativa di svolgimento, controlla lo svolgimento del cavo (35) sulla base di dati di volo trasmessi dal velivolo senza pilota (10) verso la stazione di controllo (100), ed in cui detti dati di volo comprendono almeno una posizione assoluta o geografica assunta dal detto velivolo senza pilota (10) e/o una distanza tra il detto velivolo senza pilota (10) e la detta stazione di controllo (100); in detta configurazione operativa di svolgimento, il controllore di trazione del cavo (102) è configurato per causare uno svolgimento di una quantità di cavo dal detto verricello superiore, in

particolare superiore di una pluralità di metri, alla distanza che intercorre tra il velivolo senza pilota (10) e la stazione di controllo (100).

Secondo un ulteriore aspetto viene descritto un uso di un velivolo senza pilota (10) in accordo ad uno o più dei presenti aspetti per la generazione di energia elettrica.

Disegni

L'oggetto della presente divulgazione verrà ora descritto in alcune forme di realizzazione preferite e non limitative, mediante l'ausilio di disegni nei quali:

- 10 - la figura 1 illustra una vista prospettica di un velivolo senza pilota in accordo alla presente divulgazione,
- la figura 2 illustra una vista in pianta, dal basso, del velivolo di figura 1,
- la figura 3 illustra un dettaglio prospettico del velivolo di figura 1,
- la figura 4 illustra una vista in sezione di un'ala autostabile del velivolo di figura 1, in una prima configurazione operativa,
- 15 - la figura 5 illustra una vista in sezione di un'ala autostabile del velivolo di figura 1, in una seconda configurazione operativa,
- la figura 6 illustra una vista prospettica del velivolo senza pilota di figura 1, connesso ad una stazione di controllo mediante un cavo;
- 20 - la figura 7 illustra un diagramma tridimensionale di una forma di realizzazione non limitativa di una traiettoria di volo del velivolo senza pilota oggetto della presente divulgazione;
- la figura 8 illustra una vista di una traiettoria simile a quella di figura 7, lungo la direzione individuata dalla freccia A di figura 7;
- 25 - la figura 9 illustra una vista di una traiettoria simile a quella di figura 7, lungo la direzione individuata dalla freccia B di figura 7;
- la figura 10 illustra uno schema a blocchi di un sistema di controllo di volo del velivolo senza pilota oggetto della presente divulgazione;
- la figura 11 illustra una ulteriore vista prospettica di un velivolo senza pilota in
30 accordo alla presente divulgazione; e
- la figura 12 illustra uno schema semplificato di schemi di controllo e di dispositivi di controllo hardware installati a bordo del velivolo senza pilota qui descritto, in una particolare forma di realizzazione.

Descrizione dettagliata

Con il numero di riferimento 10 è indicato nel suo complesso un velivolo senza pilota.

5 Il velivolo senza pilota 10 presenta un corpo che definisce una struttura sostanzialmente scatolare e comprende quattro ali; in dettaglio, il velivolo senza pilota 10 comprende una ala superiore 11, un'ala inferiore 12, una prima ala laterale 14 ed una seconda ala laterale 14. L'ala superiore 11 è parallela all'ala inferiore 12, e le ali laterali 14, orientate sostanzialmente ortogonalmente
10 rispetto all'ala superiore 11 ed all'ala inferiore 12, sono a loro volta parallele. In questo modo l'assieme formato dall'ala superiore 11, dall'ala inferiore 12, e dalle ali laterali 14 concorre a definire la detta struttura scatolare, entro la quale (in particolare, al centro della quale) passa un asse di rollio Z del velivolo senza pilota 10. Poiché l'ala superiore 11, l'ala inferiore 12 e la prima e la seconda ala
15 laterale 14 definiscono idealmente lati a due a due paralleli di una struttura scatolare, tale struttura scatolare presenta un'area interna che se osservata in pianta, ossia in direzione sostanzialmente ortogonale all'asse di rollio Z, presenta una forma rettangolare o quadrata, per il cui centro passa l'asse di rollio Z.

20 Ciascuna delle ali superiore 11 ed inferiore 12 comprende una porzione fissa, indicata con i riferimenti numerici 11a, 12a ed una superficie mobile, indicata con i riferimenti numerici 11b, 12b. Ciascuna ala laterale 14, comprende una prima porzione fissa 15 ed almeno una superficie mobile 16, 17, in particolare una pluralità di superfici mobili. Le superfici mobili di ciascuna
25 delle ali laterali 14 sono superfici mobili di tipo rigido.

Le superfici mobili 11b, 12b dell'ala superiore e dell'ala inferiore sono movimentate per effetto di servoattuatori di controllo di rollio, non rappresentati nelle figure annesse.

Come ben visibile in figura 1, la porzione fissa 15 delle ali laterali 14 è
30 fissata all'ala superiore 11 ed all'ala inferiore 12; preferibilmente, ancorché non limitatamente, la porzione fissa 15 delle ali laterali 14 è fissata all'ala superiore 11 ed all'ala inferiore 12 in corrispondenza di sue estremità.

In una forma di realizzazione non limitativa, l'estensione longitudinale delle ali superiore ed inferiore 11, 12 è maggiore dell'estensione longitudinale dell'ala sinistra e destra 14, e pertanto l'ala superiore 11 e l'ala inferiore 12 comprendono almeno una porzione che si protende oltre la zona in cui vi è la giunzione con l'ala laterale 14 sinistra e l'ala laterale 14 destra.

Riassumendo, l'assieme formato dalla ala superiore 11, dall'ala inferiore 12 e dalla prima e seconda ala laterale 14 è configurato in una determinata disposizione geometrica; la disposizione geometrica della ala superiore 11, della ala inferiore 12 e della prima e seconda ala laterale 14, che concorre a determinare la anzidetta struttura scatolare, è configurata per rendere, e/o rende il velivolo senza pilota 10 configurato per, e/o atto ad, assumere almeno una prima attitudine di volo a decollo e/o atterraggio sostanzialmente verticali, in cui il detto decollo e/o atterraggio sono eseguiti, almeno parzialmente, per mezzo di una forza di spinta generata da almeno un motore 19, ed almeno una seconda attitudine di volo traslato, nella quale, in almeno una condizione operativa, il detto velivolo senza pilota 10 trasla rispetto al suolo spostandosi in direzione obliqua rispetto ad una direzione di un vento che lo sospinge.

Come è osservabile dalla figura 1, il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione è configurato per esser in uso trattenuto da una pluralità di briglie, in particolare da quattro briglie indicate con i riferimenti numerici 30, 31, 32, 34. Preferibilmente ma non limitatamente, le briglie 30, 31, 32, 34 sono vincolate in corrispondenza della porzione fissa 12a dell'ala inferiore 12. Per definire la posizione delle briglie o di altre porzioni del velivolo senza pilota, si farà riferimento ai seguenti assi del velivolo senza pilota:

- asse Z, o asse di rollio, che rappresenta idealmente l'asse lungo il quale il velivolo senza pilota 10 si muoverebbe in caso di moto puramente lineare;
- asse X, o asse di imbardata, ortogonale all'asse Z;
- asse Y, o asse di beccheggio, ortogonale all'asse Z ed all'asse X.

Come appare chiaro dalle figure annesse, ed in particolare dalla figura 1, la struttura scatolare presenta estensione lungo l'asse di rollio Z che è minore rispetto all'estensione (data dalle dimensioni delle ali) lungo l'asse di imbardata X e lungo l'asse di beccheggio Y.

Definiti tali assi, appare dunque che le ali laterali 14 si estendono principalmente lungo una direzione parallela all'asse di imbardata X mentre l'ala superiore 11 e l'ala inferiore 12 si estendono lungo una direzione parallela all'asse di beccheggio Y.

5 Come rappresentato in figura 2, le briglie 30, 31, 32, 34 sono disposte in una specifica configurazione che rende possibile al velivolo una rotazione attorno all'asse di imbardata X, impedendo una rotazione attorno all'asse di rollio Z e all'asse di beccheggio Y. In una particolare forma di realizzazione, che è quella rappresentata nelle figure, sono presenti: una briglia frontale 31, unita
10 all'ala inferiore 12, in particolare alla porzione fissa 12a dell'ala inferiore 12, a metà dell'estensione longitudinale dell'ala medesima (punto P1), in sostanziale corrispondenza del bordo di attacco; due briglie laterali-posteriori 30, 32, rispettivamente unite all'ala inferiore 12, in particolare alla porzione fissa 12a dell'ala inferiore 12, sul ventre dell'ala medesima, più in prossimità del bordo
15 d'uscita della porzione fissa 12a (ossia in posizione più arretrata lungo l'asse di rollio Z); una briglia posteriore 34, unita anch'essa all'ala inferiore 12 in una porzione sostanzialmente centrale della medesima e in sostanziale corrispondenza del bordo d'uscita.

Le due briglie laterali-posteriori 30, 32 sono dunque connesse al velivolo
20 senza pilota 10 in una porzione della porzione fissa 12a dell'ala inferiore 12 in cui, sul dorso, sono unite le ali laterali 14; una prima briglia laterale-posteriore 30 è una briglia destra, mentre una seconda briglia laterale-posteriore 32 è una briglia sinistra. I punti di unione delle briglie laterali-posteriori 30, 32 sono identificati in figura con i riferimenti P2 e P3. Osservando il velivolo senza pilota
25 10 dal basso ed in pianta, come nel caso di figura 2, si osserva che lungo l'asse di rollio Z, il punto P1 è in posizione più avanzata rispetto ai punti P2 e P3. In una particolare forma di realizzazione, il punto P1 giace in sostanziale corrispondenza del bordo d'attacco dell'ala inferiore 12, mentre i punti P2 e P3 giacciono in sostanziale corrispondenza del bordo di uscita della porzione fissa
30 12a dell'ala inferiore 12. Lo stesso vale per il punto P4, che è il punto di unione della briglia posteriore 34 sull'ala inferiore 12. Per questa ragione, i punti P1, P2, P3 e P4 – allorquando l'ala inferiore 12 è osservata dal basso, individuano una forma sostanzialmente quadrangolare, provvista di un vertice frontale

identificato dal primo punto di contatto P1, ove è congiunta la briglia frontale. Rispetto all'asse di rollio Z del velivolo senza pilota, il secondo punto di contatto P2 ed il terzo punto di contatto P3 sono posizionati in modo simmetrico, ed il quarto punto di contatto P4 è allineato al primo punto di contatto P1 lungo una
5 direzione parallela all'asse Z, e cioè lungo una direzione parallela alla direzione di avanzamento del velivolo senza pilota.

Le briglie 30, 31, 32, 34 si estendono per una predeterminata lunghezza a partire dal velivolo senza pilota 10 e si congiungono in un punto di congiunzione 33 sul quale esse sono connesse altresì con un unico cavo 35 di trattenimento
10 del velivolo senza pilota 10.

La Richiedente in ogni caso osserva che la specifica configurazione delle briglie descritta qui sopra non è da intendersi limitativa, giacché è possibile almeno un'ulteriore configurazione nella quale la pluralità di briglie comprende
15 briglie singolarmente unite, ciascuna, in punti P1, P2, P3, P4 collocati in corrispondenza di un vertice della struttura scatolare del velivolo senza pilota, e cioè in un punto di sostanziale unione tra un'ala superiore 11 o inferiore 12 con la rispettiva ala laterale 14.

Preferibilmente, ancorché non limitatamente, il bordo d'attacco dell'ala superiore 11 e dell'ala inferiore 12 si appoggiano sostanzialmente sul
20 medesimo piano sul quale si appoggia il bordo d'attacco dell'ala laterale 14 sinistra e dell'ala laterale 14 destra.

Anche questa configurazione non è da intendersi in modo limitativo, giacché il bordo d'attacco dell'ala superiore 11 può giacere su un piano diverso dal piano sul quale giace il bordo d'attacco dell'ala inferiore 12. Questo ad
25 esempio può essere dovuto da un'inclinazione complessivamente assunta dall'ala laterale sinistra e destra rispetto all'asse di imbardata X, che fa sì che una tra l'ala superiore 11 o l'ala inferiore 12 risulti arretrata rispetto all'altra. La forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione rappresentata in figura 1 presenta ali (superiore, inferiore e
30 laterali) di tipo rettilineo a corda sostanzialmente costante e con angolo di freccia sostanzialmente nullo.

In una forma di realizzazione preferita e non limitativa, l'ala superiore 11 e l'ala inferiore 12 comprendono alette d'estremità 11w, 12w (winglet)

rispettivamente posizionate una in corrispondenza dell'estremità sinistra dell'ala ed una in corrispondenza dell'estremità destra dell'ala. Il piano su cui si estendono tali alette d'estremità 11w, 12w è un piano che comprende una direzione parallela all'asse di rollio Z ed una direzione parallela all'asse di
5 imbardata X. L'utilizzo di winglet 11w, 12w consente di ridurre la resistenza indotta durante il volo causata dai vortici che si creano in corrispondenza dell'estremità dell'ala. Preferibilmente tali winglet 11w, 12w sono di tipo endplate e si estendono planarmente sia sopra (ad una quota maggiore) che sotto (ad una quota inferiore) della quota alla quale si trova la rispettiva ala. La
10 Richiedente osserva che in figura 1 le winglet 11w, 12w sono rappresentate in esploso per consentire di visualizzare al meglio la struttura di giunzione della porzione fissa 12a e della superficie mobile 12b dell'ala inferiore 12 e della porzione fissa 11a e della superficie mobile 11b dell'ala superiore 11.

In una forma di realizzazione preferita e non limitativa, le winglet 11w, 12w
15 comprendono distanziatori a forma di stelo, posizionati in una loro porzione posteriore e orientati sostanzialmente parallelamente alla direzione individuata dall'asse di rollio Z.

Una particolare, non limitativa, forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 presenta un'ala superiore 11 ed un'ala inferiore 12 che comprendono
20 un angolo di freccia ed una corda alare variabile, che in particolare può ridursi a mano a mano che dal centro ci si sposta verso le estremità dell'ala medesima. L'angolo di freccia può altresì essere nullo.

Una particolare forma di realizzazione è tale per cui l'ala superiore 11 e l'ala inferiore 12 presentano un angolo di freccia positivo in corrispondenza del
25 bordo d'attacco ed un angolo di freccia negativo in corrispondenza del bordo d'uscita.

Alternativamente, la corda alare può essere costante.

Preferibilmente, ancorché non limitatamente, l'ala superiore 11 e l'ala inferiore 12 presentano un profilo simmetrico ad incidenza di portanza nulla.

30 Tuttavia, tale configurazione non è da intendersi limitativa poiché una particolare forma di realizzazione dell'ala è contraddistinta da un coefficiente di portanza CL funzione dell'angolo di attacco (in particolare crescente al crescere

dell'angolo di attacco) e sostanzialmente compreso tra 1,25 e 4,2 per angoli di attacco sostanzialmente compresi tra 5° e 32°.

Una caratteristica peculiare delle ali laterali 14 del velivolo senza pilota 10 è quella di essere autostabili. Le ali autostabili, utilizzate nel velivolo senza
5 pilota 10 oggetto della presente divulgazione, consentono di mantenere una sufficiente portanza laterale (freccia L nelle figure 4 e 5) per contrastare il peso del velivolo senza pilota, senza necessariamente introdurre una maggiore superficie alare che avrebbe oltremodo incrementato il peso del velivolo senza pilota medesimo.

10 L'utilizzo di ali autostabili si è rivelato sensibilmente utile a ridurre il rischio di operare in condizioni di instabilità di volo per il velivolo senza pilota 10, in particolare poiché la sua struttura scatolare presenta un'estensione piuttosto limitata in profondità (lungo l'asse di rollio Z). Inoltre, l'utilizzo di ali autostabili consente, in particolare con la configurazione scatolare e sotto la guida del
15 velivolo nella modalità di seguito descritta, di diminuire la necessità di utilizzare la spinta dei motori 19 e/o delle superfici di controllo delle ali del velivolo senza pilota 10 e consente inoltre di ridurre, preferibilmente rimuovere, la necessità di un controllo attivo sull'imbardata del velivolo (si ricorda che rollio e beccheggio, per effetto della specifica configurazione delle briglie 30, 31, 32, 34 sono già
20 limitati).

Un'ala autostabile presenta una porzione fissa 15, almeno una prima superficie mobile 16 (superficie di controllo) ed almeno una seconda superficie mobile 17 (tab) in cui la seconda superficie mobile 17 è configurata per deflettersi proporzionalmente alla deflessione assunta dalla prima superficie
25 mobile 16 rispetto alla porzione fissa 15 della rispettiva ala laterale, ma in direzione opposta. In altre parole ciò significa che la deflessione assunta dalla seconda superficie mobile 17 rispetto alla prima superficie mobile 16 è in direzione opposta alla direzione di deflessione della prima superficie mobile 16 rispetto alla porzione fissa 15 della rispettiva ala laterale 14.

30 La seconda superficie mobile 17, che è mobilmente vincolata alla prima superficie mobile 16 della rispettiva ala laterale 14 è tale per cui la prima superficie mobile 16 si trova frapposta tra la porzione fissa 15 e la seconda superficie mobile 17 di ciascuna ala laterale.

In particolare ciascuna delle ali laterali 14 presenta una porzione fissa 15 in corrispondenza del cui bordo d'uscita è presente una prima superficie mobile 16 vincolata alla porzione fissa 15 in modo tale da poter ruotare rispetto a quest'ultima, in particolare attorno ad un asse parallelo all'asse individuato dal bordo d'uscita medesimo. La prima superficie mobile 16 è unita, in corrispondenza del proprio bordo d'uscita, con una seconda superficie mobile 17; quest'ultima è vincolata alla prima superficie mobile 16 in modo tale da poter ruotare rispetto a quest'ultima, in particolare attorno ad un asse parallelo all'asse individuato dal bordo d'uscita della prima superficie mobile 16. Come illustrato in figura 3, in figura 4 ed in figura 5, tra la porzione fissa 15 e la prima superficie mobile 16 è presente una connessione di controllo attiva, la quale presenta un tirante 41 congiunto in un primo punto di contatto 42 sulla porzione fissa 15 e in un secondo punto di contatto 43 sulla prima superficie mobile 16.

Tra la porzione fissa 15 e la seconda superficie mobile 17, è presente una connessione di controllo passiva, la quale presenta un rispettivo tirante 51 congiunto in un primo punto di contatto 52 sulla porzione fissa 15 in corrispondenza di un rispettivo servomotore ed in un secondo punto di contatto 53 sulla seconda superficie mobile 17. La prima e la seconda connessione di controllo passiva presentano ciascuna un rispettivo tirante 41, 51 congiunto in corrispondenza di sue porzioni sostanzialmente d'estremità con bielletture distanziatrici che separano il tirante dal ventre (o dorso) dell'ala. In altri termini, la prima e la seconda ala laterale 14 comprendono almeno un primo tirante 41 connesso tra il servomotore 42m e la prima superficie mobile 16 ed atto a determinare, per effetto dell'attuazione del servomotore 42m, una deflessione della prima superficie mobile 16 rispetto alla porzione fissa 15 in una prima direzione, ed almeno un secondo tirante 51 connesso tra la porzione fissa 15 e la seconda superficie mobile 17, detto secondo tirante 51 essendo atto a determinare una deflessione della seconda superficie mobile 17 rispetto alla prima superficie mobile 16 in una seconda direzione opposta alla prima direzione.

In ciascuna ala laterale 14, la connessione di controllo attiva è una connessione controllata da un servomotore, mentre la connessione di controllo passiva è una connessione priva di proprio servomotore. Una connessione di

tipo attivo implica che il movimento tra la porzione fissa 15 e la prima sezione mobile 16 è controllato da un servomotore 42m, che preferibilmente ma non limitatamente è posizionato in un recesso ricavato nel corpo della porzione fissa 15. Una connessione di tipo passivo implica che il movimento tra la porzione fissa 15 e la seconda sezione mobile 17 è dato dalla movimentazione della prima sezione mobile 16 relativamente alla porzione fissa 15.

La figura 4 e la figura 5 mostrano due configurazioni operative non limitative per l'ala laterale 14, nelle quali si individuano due rispettive posizioni distinte per la prima sezione mobile 16 e per la seconda sezione mobile 17; la prima configurazione operativa (figura 4) è contraddistinta da una minore portanza (freccia L) e da un minore effetto di drag (freccia G) mentre la seconda configurazione operativa (figura 5) è contraddistinta da una portanza (freccia L) maggiore rispetto alla portanza (freccia L) della prima configurazione operativa e da un effetto di drag (freccia G) maggiore rispetto all'effetto di drag (freccia G) della prima configurazione operativa.

Dalle figure 4 e 5 è possibile osservare che l'ala laterale 14 è contraddistinta da un proprio asse K che in uso è parallelo all'asse di rollio Z, il quale unisce idealmente il bordo d'attacco e di uscita della porzione fissa 15 dell'ala. Un angolo g (angolo di deflessione della superficie di controllo) è definito tra l'asse K e l'asse della prima superficie mobile 16. Definito un angolo g come in figura 4 come positivo, in cui la quota del bordo d'uscita della prima porzione mobile 16 è maggiore della quota alla quale si trova il bordo d'attacco della prima porzione mobile 16, si osserva che nella prima configurazione operativa l'angolo assunto dalla seconda superficie mobile 17 è inferiore rispetto all'angolo g ed è sostanzialmente nullo. Nella seconda configurazione operativa, l'angolo g è maggiore rispetto all'angolo g assunto nella prima configurazione operativa, e l'angolo assunto dalla seconda superficie mobile non solo è minore rispetto all'angolo della prima superficie mobile 16, ma è negativo.

In particolare, una forma di realizzazione delle ali laterali 14 è tale per cui l'ala presenta un profilo simmetrico ad incidenza di portanza nulla.

Il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione comprende una pluralità di tiranti 18 che, osservando il velivolo medesimo frontalmente,

formano una sostanziale "X" centrata sul centro della struttura scatolare (a sua volta rappresentando un punto per il quale passa l'asse di rollio Z). Si individuano quattro tiranti 18 (preferibilmente aventi forma aerodinamica), aventi una prima estremità fissata in corrispondenza di una zona di giunzione tra l'ala laterale 14 e l'ala inferiore 12 (o l'ala laterale 14 e l'ala superiore 11) ed aventi una seconda estremità fissata in corrispondenza di un elemento centrale, identificato dal riferimento numerico 21, sul quale può essere ospitato un carico pagante. L'elemento centrale 21 costituisce un vano di carico, opzionalmente ma preferibilmente coperto da una fusoliera aerodinamica almeno in corrispondenza della porzione frontale, che è convenientemente configurata per consentire di migliorare un coefficiente di penetrazione aerodinamica del velivolo. L'elemento centrale 21, il quale convenientemente si trova dunque sostanzialmente in corrispondenza del centro della struttura scatolare, può ospitare un carico utile, quale ad esempio e non limitatamente una batteria per l'alimentazione dei motori 19 che servono a sospingere in volo il velivolo senza pilota 10 e/o dei sensori di volo. Tale batteria, in particolare, è preferibilmente di tipo ricaricabile, ed alternativamente alla configurazione sopra citata, può essere ospitata in corrispondenza di una qualsiasi tra l'ala superiore 11, l'ala inferiore 12 e/o le ali laterali 14. In particolare, per l'alimentazione dell' almeno un motore il velivolo senza pilota 10 può ospitare una pluralità di batterie ognuna collocata in corrispondenza di un'ala. La Richiedente in particolare osserva che è preferibile distanziare tra loro sensori di volo e batterie, poiché i sensori di volo sono sensibili alle correnti elettriche e/o ai campi magnetici e potrebbero essere negativamente influenzati dalla presenza di batterie in loro prossimità.

Si osserva che la posizione dell'elemento centrale 21, il quale costituisce, almeno sul piano X-Y, il centro geometrico del velivolo senza pilota 10, è diversa dalla posizione del centro di gravità del velivolo senza pilota 10.

In una forma di realizzazione preferita e non limitativa, il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione comprende una pluralità di motori 19 atti a sospingerlo in volo e a permetterne un decollo ed un atterraggio controllati; nella forma di realizzazione rappresentata in figura 1 tali motori sono quattro, e sono posizionati in corrispondenza delle prime estremità dei tiranti 18

e/o in corrispondenza di porzioni d'angolo della struttura scatolare del velivolo senza pilota 10, in posizione leggermente avanzata rispetto ai bordi di attacco delle ali superiore ed inferiore 11, 12 affinché delle eliche 20 del motore 19 possano liberamente ruotare senza interferire con i bordi di attacco delle ali medesime. I motori 19 sono controllabili in modo indipendente, e grazie a questo aspetto è possibile gestire in modo estremamente flessibile le varie configurazioni operative nelle quali il velivolo senza pilota 10 si trova ad operare.

Una particolare forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione è caratterizzata dal fatto che le ali laterali 14 presentano superfici mobili longitudinalmente sdoppiate. Tale forma di realizzazione è rappresentata in dettaglio in figura 3. Connesse alla porzione fissa 15 dell'ala laterale 14 sussistono due prime superfici mobili 16 giustapposte nella direzione longitudinale dell'ala laterale 14, che corrisponde ad una direzione parallela all'asse di imbardata X. Ciascuna delle due prime superfici mobili 16 presenta una propria seconda superficie mobile 17 connessa in corrispondenza del bordo di uscita. Ciascuna delle due prime superfici mobili 16 è connessa alla porzione fissa 15 nelle modalità precedentemente descritte, motivo per cui a ciascuna porzione fissa 15 sono connesse:

- una prima connessione di controllo attiva, con la prima superficie mobile 16 inferiore, in cui la prima connessione di controllo attiva è controllata da un primo servomotore 42m e comprende un rispettivo tirante 41;
- una seconda connessione di controllo attiva, con la prima superficie mobile 16 superiore, in cui la seconda connessione di controllo attiva è controllata da un secondo servomotore 42m e comprende un rispettivo tirante 41,
- una prima connessione di controllo passiva, con la seconda superficie mobile 17 inferiore, dotata di un rispettivo tirante 51,
- una seconda connessione di controllo passiva, con la seconda superficie mobile 17 superiore, dotata di un rispettivo tirante 51.

Grazie a questo aspetto, la portanza (freccia L) e l'effetto di drag (freccia G) possono essere regolati indipendentemente tra la porzione superiore ed inferiore di ciascuna ala laterale 14.

In una forma di realizzazione preferita e non limitativa, l'estensione longitudinale (lungo una direzione parallela all'asse di imbardata X) di ciascuna delle prime superfici mobili 16, e delle seconde superfici mobili 17, è identica; questo significa che le porzioni della prima superficie mobile 16 inferiore e della prima superficie mobile 16 superiore che si muovono l'una rispetto all'altra sono sostanzialmente in corrispondenza della metà estensione longitudinale della porzione fissa 15.

In una forma di realizzazione preferita, i servomotori 42m possono essere controllati indipendentemente; grazie a questo aspetto, la portanza (freccia L) e l'effetto di drag (freccia G) dell'ala laterale 14 sinistra possono essere regolati diversamente rispetto alla portanza (freccia L) ed effetto di drag (freccia G) dell'ala laterale 14 destra. Laddove ciascuna ala laterale 14 abbia due prime superfici mobili 16 e due seconde superfici mobili 17 come poc'anzi descritto, il velivolo senza pilota 10 presenterà quattro servomotori 42m. Preferibilmente, per ciascuna ala laterale 14, il servomotore 42m che controlla la movimentazione della prima superficie mobile 16 inferiore sarà controllato indipendentemente dal servomotore 42m che controlla la movimentazione della prima superficie mobile 16 superiore. Tuttavia, in una forma di realizzazione diversa, i servomotori 42m possono essere controllati in modo simultaneo. Preferibilmente, il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione comprenderà un'unità di controllo, preferibilmente alloggiata nell'elemento centrale 21, configurata per permettere alternativamente il controllo dei servomotori 42m in modo simultaneo o in modo indipendente; ciò offre particolare flessibilità di controllo.

La Richiedente ha osservato che la presenza di ali laterali di tipo autostabile consente di ridurre l'utilizzo dei servomotori 42m e semplifica il controllo cinematico del volo, consentendo di ottimizzare l'efficienza di volo, giacché la minore movimentazione delle superfici mobili delle ali consente di risparmiare l'energia per l'alimentazione dei motori in volo. Tali effetti positivi superano notevolmente l'incremento di peso del velivolo senza pilota 10 dato proprio dalla necessità della struttura di controllo delle ali autostabili, che nei prototipi testati dalla Richiedente si è stimato in circa 1%-2%.

Il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione è configurato per volare trattenuto dal cavo 35. I motori 19 descritti in precedenza sono utilizzati in fase di decollo per permettere il posizionamento del velivolo senza pilota 10 in corrispondenza di almeno una predeterminata quota e, preferibilmente possono essere utilizzati per esercitare, una spinta attiva, ossia contribuire alla movimentazione del velivolo senza pilota 10 in volo traslato, sia per essere utilizzati come aerofreni. In tale configurazione, le eliche 20 dei motori 19 vengono investite da un flusso d'aria (freccia A, figura 1) ed oppongono resistenza grazie anche all'effetto dei motori 19, i quali in questo caso non ricevono alimentazione elettrica o la ricevono in misura insufficiente ad esercitare una spinta attiva.

Il cavo 35 che trattiene il velivolo senza pilota 10 può essere srotolato e riarrotolato su un tamburo o verricello 101 installato in corrispondenza di una stazione di controllo 100.

Al fine di incrementare l'efficienza di produzione dell'energia elettrica, in una particolare forma di realizzazione, il cavo 35 può essere un cavo elettricamente isolante, e/o un cavo contraddistinto da una superficie ruvida e/o con peli (in particolare di natura simile alla peluria di una palla da tennis) e/o con sezione elicoidale o a turbina di Savonius, al fine di ottenere una bassa resistenza aerodinamica. Altresì, il cavo 35 può essere contraddistinto dall'avere una prima porzione (più prossima al velivolo senza pilota) ruotante rispetto ad una seconda porzione (più remota rispetto al velivolo senza pilota). Tra le due porzioni può essere presente un cuscinetto reggi-spinta. Inoltre, il cavo 35 oggetto della presente divulgazione può essere un cavo visibile all'infrarosso.

Il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione è sospinto in volo almeno temporaneamente grazie ai motori 19, e per effetto della forza esercitata da un vento F sul suo corpo, esercita una forza di trazione sul cavo 35. Almeno durante tale trazione viene generata energia elettrica, ed in questa fase i motori 19 sono disattivati. In una particolare configurazione rappresentata in figura 6, la direzione del vento F può essere considerata sostanzialmente parallela alla direzione del vettore di forza di trazione sul cavo 35. Tale configurazione non è sempre presente, ed in alcuni casi la direzione del vento F

può essere inclinata rispetto alla direzione del vettore di forza di trazione sul cavo 35.

Completivamente, le superfici mobili 11b, 12b dell'ala superiore e dell'ala inferiore, e le superfici mobili delle ali laterali 14 concorrono, allorché opportunamente controllate, nel determinare una traiettoria compiuta in volo dal velivolo senza pilota 10 e/o una quota di volo del velivolo senza pilota. Preferibilmente, tuttavia, le superfici mobili 11b, 12b dell'ala superiore e dell'ala inferiore concorrono a determinare la portanza del velivolo senza pilota 10, e dunque determinano il livello della forza di trazione che il velivolo senza pilota 10 esercita sul cavo 35. Diversamente, le superfici mobili 16 dell'ala laterale sinistra e destra concorrono a determinare una rotazione del velivolo senza pilota 10 attorno all'asse X (dunque, sostanzialmente attorno all'asse del cavo 35), determinando ad esempio un incremento o decremento di quota per il velivolo senza pilota 10. Nella fattispecie, l'azionamento delle superfici mobili 16 può determinare un rallentamento dell'ala sinistra rispetto all'ala destra (o viceversa) il quale causa un'imbardata del velivolo.

La Richiedente ha altresì concepito una particolare forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 che è rappresentata in figura 11. Tale forma di realizzazione mantiene la struttura scatolare precedentemente citata, la quale è però definita da una coppia di ali superiori 11, una coppia di ali inferiori 12 ed una prima ed una seconda ala laterale 14; la coppia di ali superiori 11 e la coppia di ali inferiori 12 sono tra loro parallele. Ogni ala della coppia di ali superiori 11 e della coppia di ali inferiori 12 comprende delle superfici mobili come precedentemente descritto. Ogni ala laterale 14 comprende una prima ed una seconda superficie mobile come precedentemente descritto. Le zone di giunzione tra la coppia di ali superiori 11 con l'ala laterale sinistra e/o destra, e le zone di giunzione tra la coppia di ali inferiori 12 con l'ala laterale sinistra e/o destra definiscono gli spigoli della struttura scatolare. La coppia di ali superiori 11 presenta una prima ed una seconda ala giustapposte lungo una direzione parallela alla direzione individuata dall'asse di imbardata X; lo stesso vale per la coppia di ali inferiori 12. La conformazione della struttura scatolare è tale per cui la distanza (lungo un asse parallelo all'asse di imbardata X) della coppia di ali

superiori 11 dalla coppia di ali inferiori 12 è maggiore rispetto alla distanza che sussiste tra ciascuna ala di ciascuna coppia.

Benché anche questa forma di realizzazione possa comprendere quattro tiranti 18, in figura 11 essa è rappresentata con sei tiranti 18 che presentano una loro prima porzione d'estremità in corrispondenza dell'elemento centrale 21, il quale è posizionato in corrispondenza del centro della struttura scatolare. Di questi sei tiranti 18, quattro sono congiunti, in corrispondenza di una loro seconda estremità, alle ali in una zona di congiunzione tra la coppia di ali superiori 11 (o alternativamente la coppia di ali inferiori 12) con la rispettiva ala laterale 14; dei due restanti tiranti 18, uno presenta una seconda estremità connessa sostanzialmente a metà della porzione fissa della coppia di ali superiori 11 e l'altro presenta una seconda estremità connessa sostanzialmente a metà della porzione fissa della coppia di ali inferiori 12.

La forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 rappresentata in figura 11 altresì comprende otto motori 19: quattro di essi sono posizionati in corrispondenza degli spigoli della struttura scatolare, e quattro di essi sono posizionati come segue. Due motori 19 sono posizionati tra la prima e la seconda ala che formano la coppia di ali superiori 11, e sono posizionati in modo simmetrico rispetto all'asse di imbardata X del velivolo senza pilota 10. Due motori 19 sono posizionati tra la prima e la seconda ala che formano la coppia di ali inferiori 12, e sono posizionati in modo simmetrico rispetto all'asse di imbardata X del velivolo senza pilota. Questi quattro motori sono posizionati in posizione leggermente più avanzata rispetto alla posizione assunta dai motori posizionati in corrispondenza degli spigoli della struttura scatolare.

Le figure 7, 8 e 9 illustrano rispettivamente una vista in prospettiva, una vista dall'alto (freccia A) ed una vista laterale (freccia B) di un esempio non limitativo di traiettoria assunta da un velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione nel corso di un volo controllato mediante un cavo 35. Preferibilmente, ancorché non limitatamente, il cavo 35 è un cavo in materiale plastico; la Richiedente ha verificato che una forma di realizzazione preferita e non limitativa per il cavo 35 è realizzata in polietilene a peso molecolare ultra alto. Questo consente una notevole robustezza e leggerezza per il cavo 35 che

diviene pertanto in grado di sopportare anche venti di significativa intensità senza rischio di rotture.

Benché sia finora stato descritto un velivolo senza pilota 10 dotato di ali superiori, inferiori e laterali singole, tale configurazione non deve essere intesa in modo limitativo, giacché è infatti possibile realizzare il velivolo senza pilota 10
5 oggetto della presente divulgazione con una pluralità di ali superiori 11 tra loro sovrapposte e/o una pluralità di ali inferiori 12 tra loro sovrapposte e/o una pluralità di ali laterali 14 per ogni lato giustapposte, con le caratteristiche sopra evidenziate. In questo modo, ciascuna pluralità di ali presenta una pluralità di
10 porzioni fisse e porzioni mobili tra loro posizionate su piani affiancati e paralleli.

Il controllo del volo del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione può essere effettuato da remoto ed è reso possibile grazie ad un sistema di acquisizione di dati di volo 300, che in una forma di realizzazione preferita opera comprendendo una piattaforma inerziale 301 per la misurazione
15 dei dati di volo ed un ricevitore GPS 302. Il ricevitore GPS può essere integrato con, o sostituito da, un ricevitore di segnali di navigazione satellitare, opzionalmente selezionato tra almeno uno dei seguenti sistemi: Glonass, Beidou, Galileo. Il ricevitore GPS 302 può altresì essere integrato con un ricevitore atto a ricevere segnali di posizionamento da pseudosatelliti
20 posizionati a terra. Attraverso il sistema di acquisizione dei dati di volo sono misurati almeno uno, preferibilmente tutti, i seguenti dati di volo: posizione assoluta, velocità al suolo, attitudine, variazioni angolari per un angolo di rollio, angolo di beccheggio, angolo di imbardata.

La traiettoria di volo del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente
25 divulgazione può definire una pluralità di fasi distinte, ed in particolare almeno:

- una fase di hovering 1001,
- una fase di decollo o transizione 1002,
- una fase di generazione 1003, per la generazione di energia elettrica, e
- una fase di rientro (recovery) 1004.

Le fasi presentate nei precedenti punti sono sequenziali: ciò significa che
30 la fase di hovering 1001 precede la fase di decollo o transizione 1002, la quale a sua volta precede la fase di generazione 1003 e quest'ultima, a sua volta, precede la fase di rientro 1004.

Nella fase di hovering 1001, il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione decolla dal suolo assumendo una predeterminata attitudine, ed in particolare decolla preferibilmente in direzione sostanzialmente verticale, ossia con l'asse di rollio Z orientato verso l'alto e, tramite l'ausilio dei motori 19, trasla fino ad una posizione nella quale, per effetto della forza del vento F, la generazione di energia elettrica può avere luogo. Nella fase di hovering, un controllore di hovering è attivo e la stazione di controllo 100 è controllata al fine di non avere forza di trazione sul cavo 35. Preferibilmente, ma non limitatamente, la fase di hovering è la fase con cui il velivolo senza pilota 10 si solleva per raggiungere un'altitudine target h_t tipicamente compresa nell'intervallo [40-250] m, più preferibilmente [50-200] m qualora il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione sia di dimensioni ridotte, o compresa nell'intervallo [150-550] m, più preferibilmente [200-500] m qualora il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione sia invece di grandi dimensioni. Il raggiungimento di una altitudine target h_t consente di raggiungere una quota in cui i venti sono sufficientemente stabili e privi di turbolenze per passare successivamente alla fase di transizione qui di seguito descritta. La Richiedente tuttavia osserva che la fase di hovering puro termina ad una quota sostanzialmente compresa nell'intervallo [10-50] m, dopodiché l'attitudine di volo del velivolo inizia gradualmente a spostarsi verso un'attitudine di volo traslato.

Nella fase di decollo o transizione 1002, il velivolo senza pilota 10 viene controllato in modo tale da accelerare fino a raggiungere una predeterminata velocità di volo, in particolare una predeterminata velocità rispetto al suolo; in particolare, il velivolo senza pilota 10 accelera repentinamente e raggiunge una velocità tale per cui la portanza generata dalle sue ali consente di mantenerlo in volo traslato. Nella fase di decollo o transizione 1002, inoltre, viene definito un predeterminato tasso di sterzata ed un controllore di basso livello, controllante la dinamica del volo del velivolo senza pilota 10, controlla quest'ultimo al fine di causarne una sterzata. Sulla stazione di controllo 100, è attivato un controllore di generazione di energia elettrica. La fase di decollo o transizione 1002 è contraddistinta da attitudine in volo traslato, e non più in hovering. La Richiedente infatti osserva che l'hovering rappresenta una attitudine di volo

energeticamente dispendiosa, e che pertanto deve essere commutata in un'attitudine più energeticamente favorevole non appena possibile.

Nella fase di generazione 1003, il velivolo senza pilota 10 si può trovare a volare in direzione trasversa rispetto alla direzione del vento, e la velocità del velivolo senza pilota 10 è sufficientemente alta; un controllore di volo del velivolo senza pilota 10 controlla le superfici mobili delle ali, in particolare dell'ala superiore 11 ed inferiore 12 e delle ali laterali 14, al fine di fare compiere al velivolo senza pilota una traiettoria ricurva, opzionalmente una traiettoria sostanzialmente a "8". Più in generale la traiettoria comprende dunque una porzione in cui il velivolo senza pilota 10 si muove a favore di vento (in modo simile ad un'andatura a lasco di un'imbarcazione), ed un'ulteriore porzione in cui il velivolo senza pilota 10 si muove in direzione sostanzialmente "crosswind", risalendo il vento (in modo simile ad un'andatura in bolina per un'imbarcazione).

Nella fase di generazione 1003 si possono individuare due sottofasi: una prima, o fase di trazione, in cui il velivolo senza pilota 10 vola sostanzialmente in direzione perpendicolare alla direzione del vento F, in maniera sostanzialmente simile ad un aquilone, ed in cui il cavo 35 è svolto dal verricello 101 ed è sottoposto ad una notevole forza di trazione per effetto della forza che il vento esercita sul velivolo senza pilota 10, ed una seconda sottofase, o fase di ritrazione, in cui il velivolo senza pilota 10 plana riducendo progressivamente la sua quota, ed in cui il cavo 35, sottoposto ad una trazione minore rispetto a quella alla quale è sottoposto nella prima sottofase, viene rapidamente riavvolto sul verricello 101.

Nella traiettoria ad "8" o comunque ricurva, come è visibile in figura 8 ed in figura 9, illustranti in pianta e in vista laterale traiettorie simili a quella di figura 7, vengono variati un angolo di azimut rispetto alla direzione del vento ed una quota rispetto al suolo. In particolare, nella fase di generazione 1003, al crescere dello srotolamento del cavo 35 dal verricello 101 della stazione di controllo 100, la quota media rispetto al suolo assunta dal velivolo senza pilota 10 cresce. In particolare, nella fase di generazione, al crescere dello srotolamento del cavo 35, la quota assunta dal velivolo senza pilota 10, per effetto della traiettoria curva, in particolare a "8" o comunque ricurva,

ciclicamente cresce e decresce, raggiungendo picchi massimi e minimi relativi, in cui in particolare i picchi massimi relativi aumentano di quota al crescere della lunghezza di srotolamento del cavo 35. Benché nella fase di generazione 1003 lo svolgimento del cavo 35 sia permesso, tale svolgimento deve essere
5 eseguito in modo tale da mantenere il cavo 35 ad una predeterminata tensione. La forza di trazione esercitata sul cavo 35 è funzione di almeno uno, preferibilmente tutti, i seguenti parametri: densità dell'aria ρ , superficie aerodinamica totale, coefficiente di portanza del velivolo senza pilota 10, efficienza aerodinamica del velivolo senza pilota, raggio del verricello 101, e
10 diametro del cavo. La Richiedente in particolare evidenzia che l'efficienza aerodinamica del cavo 35 è di notevole importanza per l'efficienza di volo del velivolo senza pilota, poiché l'impatto del cavo nell'efficienza di produzione dell'energia elettrica da parte del velivolo senza pilota può raggiungere anche valori del 30%.

15 In figura 9 è possibile osservare che l'angolo β rispetto al suolo rappresenta il tasso medio di crescita della quota assunta dal velivolo senza pilota 10 a mano a mano che il cavo 35 viene srotolato dal verricello 101. L'angolo di deflessione g precedentemente citato determina una variazione dell'angolo β : in altri termini questo significa che, nella fase di generazione, il
20 tasso medio di crescita della quota assunta dal velivolo senza pilota 10 a mano a mano che il cavo 35 viene srotolato dal verricello 101 è funzione della movimentazione delle prime e seconde superfici mobili 16, 17 delle ali laterali 14, ed è in particolare direttamente proporzionale all'angolo di deflessione g . L'incremento dell'angolo di deflessione g determina un incremento dell'angolo
25 β . In generale, si può affermare che la tensione sul cavo 35 cresce al crescere dello srotolamento del medesimo dal verricello 101. Tuttavia, determinate configurazioni di territorio possono portare anche a situazioni opposte. È comunque chiaro che la trazione sul cavo 35 cresce al crescere dell'intensità del vento.

30 Le figure 7, 8 e 9 illustrano, come già accennato, una fase di recovery 1004; in questa fase il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione ritorna verso la base preferibilmente mantenendo una attitudine di volo traslato.

La fase di recovery 1004, che è comunque una fase nella quale non viene prodotta energia elettrica, può essere seguita da una nuova fase di generazione 1003 o, alternativamente, può ad esempio terminare con una sottofase di atterraggio, che in particolare è una fase di atterraggio sostanzialmente verticale, che termina con una progressiva riduzione della potenza fornita dai motori 19, e infine, con il loro spegnimento. Durante la fase di recovery il cavo 35 viene progressivamente riavvolto sul verricello 101. Come è possibile osservare in particolare in figura 9, almeno parte della fase di recovery 1004 è contraddistinta da almeno un progressivo incremento di quota per il velivolo senza pilota 10. Il tasso medio di incremento di quota è direttamente correlato ad un angolo α , il quale è correlato con l'angolo di deflessione g delle prime superfici mobili 16 delle ali laterali; in dettaglio l'incremento dell'angolo di deflessione g determina un incremento dell'angolo α .

Infine, in figura 10 è illustrato schematicamente un modello logico/software, non limitativo, di un algoritmo di gestione del velivolo senza pilota 10 eseguito da un'unità di controllo di volo 200 per il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione. L'unità di controllo di volo 200 comprende:

- un controllore di hovering 201;
- un controllore di volo 202;
- un'unità di commutazione logica 203; e
- un controllore di basso livello 204.

L'unità di controllo di volo 200 è configurata per permettere al velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione di essere almeno parzialmente controllato in modo autonomo e/o automatico, almeno durante parte della fase di generazione 1003 e/o durante almeno parte della fase di hovering 1001 o durante almeno parte della fase di rientro 1004. Questo non toglie che il velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione possa esser controllato manualmente da un operatore, in particolare mediante l'azione su di un radiocomando operativamente associato almeno all'unità di controllo di volo 200 così da permettere la movimentazione delle superfici mobili delle ali superiore 11 e/o inferiore 12 e/o della prima e/o seconda ala laterale 14.

In dettaglio questo significa che i controllori 201, 202, 203, 204 sopra citati non debbono necessariamente essere dispositivi hardware fisicamente distinti, ma possono essere realizzati – parzialmente o totalmente – come moduli software. La rappresentazione dei controllori 201, 202, 203, 204 fornita in figura 10 in blocchi distinti l'uno dall'altro è data solamente per semplicità di raffigurazione.

In dettaglio, il controllore di hovering 201 ed il controllore di volo 202 presentano ciascuno una propria uscita che alimenta un ingresso del controllore di volo 202. Il controllore di volo 202 a sua volta comprende un'uscita che alimenta un ingresso del controllore di basso livello 204.

Il controllore di hovering 201 elabora elettronicamente i tassi di rotazione spaziale almeno dell'asse di rollio Z e dell'asse di imbardata X del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione ed è in particolare attivo allorché il velivolo senza pilota 10 è in una configurazione di hovering, ad esempio nella fase di hovering 1001 e/o nella fase di rientro 1004. A sua volta il controllore di hovering 201 comprende un controllore di posizione 201a, un controllore di velocità 201b ed un controllore di altitudine e di attitudine 201c, tra loro posti in cascata ed in configurazione retroazionata, che definiscono rispettivamente un loop esterno di controllo, un loop intermedio di controllo ed un loop interno di controllo. Il loop interno di controllo traccia l'altitudine e l'attitudine di volo del velivolo senza pilota 10. Il loop intermedio di controllo, traccia la velocità di riferimento del velivolo senza pilota 10. Il loop esterno traccia la posizione del velivolo senza pilota 10.

Il controllore di volo 202 comprende a sua volta un'unità di pianificazione della navigazione 202a, un controllore di altitudine ed un controllore di attitudine rispettivamente indicati in figura con i riferimenti numerici 202b, 202c, i quali possiedono rispettivi ingressi alimentati dall'unità di pianificazione della navigazione 202a. Il controllore di attitudine 202c comprende almeno un ingresso alimentato direttamente dall'uscita del controllore di altitudine 202b. L'unità di pianificazione della navigazione 202a, il controllore di altitudine 202b ed il controllore di attitudine 202c sono in configurazione retroazionata e rispettivamente definiscono un loop esterno di controllo, un loop intermedio di controllo ed un loop interno di controllo. Il loop interno di controllo è

responsabile del tracciamento dell'attitudine di volo. Il loop intermedio di controllo è responsabile del tracciamento dell'altitudine, ed il loop esterno è responsabile della pianificazione della navigazione inerziale del velivolo senza pilota 10.

Il controllore di hovering 201 è altresì deputato a controllare una potenzialmente rischiosa configurazione di saturazione, in particolare nella fase di hovering 1001 e/o nella fase di rientro 1004. La Richiedente ha infatti osservato che la potenza generabile dai motori 19 non è infinita, e che l'attitudine di volo durante l'hovering del velivolo nella fase di hovering e/o nella fase di rientro è principalmente controllata dai motori 19 medesimi. Si possono verificare determinate condizioni in cui, senza un accurato controllo, possano venir richiesti ai motori potenze superiori alle massime ammissibili o, addirittura, potenze negative. La Richiedente ha osservato inoltre che poiché il centro di gravità non è coincidente con il centro geometrico del velivolo senza pilota 10, l'eventuale raggiungimento di una configurazione di saturazione in cui ai motori è richiesta una spinta superiore alla massima ammissibile o, addirittura, negativa, causerebbe una immediata e pressoché totale perdita di controllo dell'attitudine di volo del velivolo senza pilota 10. Il controllore di hovering 201 è dunque vantaggiosamente configurato per memorizzare (o reperire da una memoria) almeno un valore di potenza massima ammissibile per il motore 19 e, qualora si determini di causare una richiesta di potenza superiore a quella massima consentita ai motori (o negativa), si procede ad un riscaldamento del valore di potenza richiesta per farla rimanere entro limiti consentiti.

La figura 12 illustra uno schema a blocchi della struttura hardware del velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione. In particolare, tale schema riguarda le connessioni di controllo dei sistemi presenti a bordo del velivolo senza pilota 10. Nello schema sono riportati quattro motori 19, ed una pluralità di servomotori 42m, 47 i quali movimentano le superfici mobili del velivolo senza pilota 10.

Sul velivolo senza pilota sono presenti un microcontrollore di basso livello 204, ed un microcontrollore di alto livello 400, tra loro operativamente connessi. Il microcontrollore di basso livello 204 ed il microcontrollore di alto livello 400

sono entrambi configurati per controllare il volo del velivolo senza pilota 10, in particolare sia durante l'hovering che durante l'attitudine di volo traslato.

Il microcontrollore di alto livello e/o il microcontrollore di basso livello può essere o comprendere un'unità di elaborazione dati, o unità di controllo, che
5 può essere un processore di tipo general purpose specificamente configurato per eseguire una o più parti del processo individuato nella presente divulgazione attraverso il programma software o firmware, o essere un ASIC o processore dedicato o un'FPGA, specificamente programmato per eseguire almeno parte delle operazioni del processo qui descritto.

10 Benché operativamente connessi al fine di scambiare dati tra loro, la Richiedente ha concepito una particolare forma di realizzazione del velivolo senza pilota 10 in cui il microcontrollore di basso livello ed il microcontrollore di alto livello sono indipendenti tra loro e/o sono configurati per eseguire un controllo dell'almeno un motore 19, e/o delle superfici mobili delle ali tramite i
15 detti servomotori, in modo almeno parzialmente ridondante. Questo garantisce che in caso di guasto di uno dei due, il velivolo senza pilota 10 possa almeno essere fatto atterrare in condizioni di sicurezza.

I motori 19, ed i servomotori 42m, 47 sono direttamente connessi al microcontrollore di basso livello 204. In particolare, i motori 19 ed i servomotori
20 42m, 47 trasmettono e ricevono dati dal microcontrollore di basso livello mediante uno standard UAVCAN, o secondo un qualunque altro protocollo a rete democratica che consenta di ridurre il rischio di malfunzionamenti ed in particolare di perdita di controllo del velivolo senza pilota 10 in caso di guasto di un qualche componente. In particolare, la Richiedente osserva che con la
25 configurazione di figura 12 è possibile conoscere in tempo sostanzialmente reale l'angolo di deflessione, lo stato, la corrente e la tensione di ciascun servomotore durante il volo, e questo consente di avviare, anche in modo automatico, una procedura di emergenza per reagire al malfunzionamento di un qualunque servomotore o motore, o in caso di un qualunque guasto nella linea
30 dati tra il microcontrollore di basso livello 204 ed uno tra i motori 19 ed i servomotori 42m, 47. Tale configurazione non dev'essere intesa come limitativa, poiché i servomotori 42m, 47 possono esser controllati mediante segnali di tipo PWM.

Altresì, il velivolo senza pilota comprende un modulo radio 401, operativamente connesso al microcontrollore a basso livello 204 e/o al microcontrollore di alto livello 400. Il modulo radio 401 è configurato per permettere la trasmissione e/o la ricezione di dati telemetrici e/o di controllo di volo verso e/o da un ricetrasmittitore a terra. Ad esempio, e non limitatamente, il protocollo ZigBee può essere usato per la trasmissione dei dati sul modulo radio 401.

Il modulo radio 401 può comprendere una pluralità di trasmettitori ed una pluralità di ricevitori ognuno operante su un proprio intervallo di frequenze; ciò permette di ridurre le interferenze e può consentire di fornire maggiore sicurezza di integrità di trasporto dei dati tra il ricetrasmittitore a terra ed il velivolo senza pilota 10. Ad esempio, e non limitatamente, possono essere impiegati un primo ricevitore ed un primo trasmettitore a 2,4GHz ed un secondo ricevitore ed un secondo trasmettitore a 915MHz.

Al microcontrollore di basso livello 204 e di alto livello 400 possono altresì essere operativamente connessi uno o più moduli di gestione batterie, i quali hanno la funzione tecnica di verificare lo stato di carica delle batterie medesime e/o di controllare ed impedire un eccessivo caricamento delle batterie.

Infine, una forma di realizzazione non limitativa comprende un almeno un primo paracadute, o più preferibilmente un primo ed un secondo paracadute, configurati per aprirsi all'atto di una totale perdita di controllo del velivolo senza pilota 10. La gestione dell'apertura dell'almeno un primo paracadute può essere automatica, e cioè gestita tramite il microcontrollore di basso livello 204 e/o il microcontrollore di alto livello 400, o, alternativamente o in combinazione, tramite un comando manuale ad esempio presente su di un telecomando di controllo del velivolo senza pilota 10.

La figura 12 altresì illustra un velivolo senza pilota dotato di un ricevitore GPS 302, operativamente connesso al microcontrollore di basso livello 204, ed un modulo di dati di telemetria 304 e di un tubo di Pitot 305, anche essi operativamente connessi al microcontrollore di basso livello 204. Altresì, al microcontrollore di basso livello 204 possono essere interfacciati uno o più sistemi di gestione delle batterie per l'alimentazione dell'almeno un motore 19.

Al fine di garantire un'efficace e rapida trasmissione di dati, la connessione di controllo tra il microcontrollore di basso livello 204 e ciascuno dei motori 19, e/o dei servomotori 42m, 47, e/o la connessione di controllo tra il microcontrollore di basso livello 204 ed il microcontrollore di alto livello 400, è una connessione dati a bassa latenza e/o con tasso di risposta inferiore a 9ms.

La stazione di controllo 100 comprende un controllore di trazione del cavo, indicato con il riferimento numerico 102, il quale è operativamente connesso con velivolo senza pilota 10 oggetto della presente divulgazione. Il controllore di trazione del cavo 102, è operativamente attivo almeno nelle fasi in cui il cavo 35 deve essere srotolato o ri-arrotolato sul verricello 101 praticamente senza trazione il velivolo senza pilota 10 (o comunque con una minima trazione). La stazione di controllo 100 comprende altresì un generatore di energia elettrica 103, operativamente connesso con il verricello 101 e configurato per causare generazione di energia elettrica almeno allorquando il cavo 35 è sottoposto a trazione ed è svolto dal verricello 101. Il generatore di energia elettrica 103 è configurato per alimentare l'energia elettrica generata verso una rete di distribuzione schematicamente identificata con il riferimento numerico 500. Il controllore di trazione del cavo 102 comprende almeno una configurazione operativa di svolgimento o riavvolgimento del cavo 35 senza forza di trazione, nella quale esso riceve dati di posizione assoluta (o comunque di distanza dalla stazione di controllo 100) del velivolo senza pilota 10 tramite il sistema di acquisizione di dati di volo 300, in particolare tramite il ricevitore GPS 302, e in funzione di tale posizione assoluta (o comunque di distanza dalla stazione di controllo 100) determina la necessità di uno svolgimento o riavvolgimento del cavo 35 in modo tale che la lunghezza libera del cavo 35 sia maggiore della distanza tra il velivolo senza pilota 10 e la stazione di controllo 100. In particolare, allorquando il cavo 35 venga svolto, il compito del controllore di trazione del cavo 102 è quello di impedire un eccessivo svolgimento del cavo 35 dal verricello 101, cosicché si possano evitare rischi di ingarbugliamento al suolo. In particolare il controllore di trazione del cavo 102, nella configurazione operativa anzidetta, causa l'azionamento del verricello 101 affinché venga rilasciata una lunghezza del cavo 35 maggiore (preferibilmente di alcuni metri) della distanza tra il velivolo senza pilota 10 e la stazione di controllo 100.

È infine chiaro che all'oggetto della presente divulgazione possono essere apportate modifiche o varianti, senza per questo fuoriuscire dall'ambito di tutela delle rivendicazioni annesse.

5

10

RIVENDICAZIONI

1. Velivolo senza pilota (10), comprendente almeno un'ala superiore (11), almeno un'ala inferiore (12), almeno una prima ed una seconda ala laterale (14) ciascuna orientata obliquamente rispetto all'ala superiore (11) ed all'ala inferiore (12), ed almeno un motore (19) atto almeno a sospingere in volo il velivolo senza pilota (10),

in cui l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) sono posizionate su due piani sostanzialmente paralleli,

in cui l'assieme formato dall'almeno un'ala superiore (11), dall'almeno un'ala inferiore (12) e dall'almeno la prima e la seconda ala laterale (14) definisce una struttura scatolare entro la quale giace un asse di rollio (Z) del velivolo senza pilota (10), detto asse di rollio (Z) giacendo tra la prima ala laterale (14) e la seconda ala laterale (14),

e in cui almeno la prima e la seconda ala laterale (14) sono ali autostabili.

2. Velivolo senza pilota (10) secondo la rivendicazione 1, in cui:

- la prima e la seconda ala laterale (14) comprendono, ognuna, una porzione fissa (15), una prima superficie mobile (16) ed una seconda superficie mobile (17),

- la prima superficie mobile (16) è mobilmente vincolata alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14), la seconda superficie mobile (17) è mobilmente vincolata almeno alla prima superficie mobile (16) della rispettiva ala laterale (14) e la prima superficie mobile (16) si trova frapposta fra la porzione fissa (15) e la seconda superficie mobile (17) della rispettiva ala laterale (14),

ed in cui la seconda superficie mobile (17) è configurata per deflettersi proporzionalmente ad una deflessione assunta dalla prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14) ed in direzione opposta.

3. Velivolo senza pilota (10) secondo la rivendicazione 2, in cui:

- la prima ala laterale (14) e/o la seconda ala laterale (14) comprendono ciascuna un rispettivo servomotore (42m) per il controllo della movimentazione almeno della prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15),

- la prima e/o la seconda ala laterale (14) comprendono almeno un primo tirante (41) connesso tra il servomotore (42m) e la prima superficie mobile (16) ed atto a determinare, per effetto dell'attuazione del servomotore (42m), una deflessione della prima superficie mobile (16) rispetto alla porzione fissa (15) in una prima direzione, ed almeno un secondo tirante (51) connesso tra la porzione fissa (15) e la seconda superficie mobile (17), detto secondo tirante (51) essendo atto a determinare una deflessione della seconda superficie mobile (17) rispetto alla prima superficie mobile (16) in una seconda direzione opposta alla prima direzione.

10

4. Velivolo senza pilota (10) secondo la rivendicazione 2, in cui:

- l'ala superiore (11) e l'ala inferiore (12) comprendono, ciascuna, una rispettiva porzione fissa (11a, 12a) ed in cui la porzione fissa (11a) dell'ala superiore (11) e la porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12) sono posizionate su piani sostanzialmente paralleli, e in cui

15

- la porzione fissa (15) della prima ala laterale (14) e la porzione fissa (15) della seconda ala laterale (14) sono congiunte con le porzioni fisse (11a, 12a) dell'ala superiore (11) e dell'ala inferiore (12), opzionalmente in modo tale che una prima estremità della porzione fissa (15) della prima ala laterale e della seconda ala laterale (14) siano connesse con la porzione fissa (11a) dell'ala superiore (11) e in modo tale che una seconda estremità della porzione fissa (15) della prima ala laterale e della seconda ala laterale siano connesse con la porzione fissa (12a) dell'ala inferiore (12).

20

5. Velivolo senza pilota (10) secondo una o più delle precedenti rivendicazioni,

25

- configurato per volare trattenuto da un cavo (35), opzionalmente almeno in una predefinita configurazione operativa, e/o

- configurato per volare, almeno in una predefinita configurazione operativa, trattenuto da una pluralità di briglie (30, 31, 32, 34) congiunte con il detto cavo (35); dette briglie (30, 31, 32, 34) essendo congiunte alla struttura scatolare in corrispondenza di una pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) separati l'uno rispetto all'altro;

30

- in cui la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è posizionata sull'ala inferiore (12) e comprende un primo punto di unione (P1), un secondo punto di unione (P2), un terzo punto di unione (P3) ed un quarto punto di unione (P4), in cui il primo punto di unione (P1) si trova in posizione più avanzata e/o più prossima ad un bordo d'attacco dell'ala inferiore (12) rispetto almeno al secondo punto di unione (P2) e rispetto almeno al terzo punto di unione (P3) e/o in cui la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è disposta in una configurazione tale per cui, opzionalmente osservando l'ala inferiore (12) dal basso, essi individuano una figura sostanzialmente quadrangolare con vertice frontale sul primo punto di unione (P1).

6. Velivolo senza pilota (10) secondo la rivendicazione 5, in cui la pluralità di punti di unione (P1, P2, P3, P4) è disposta secondo uno schema configurato per impedire un rollio e/o un beccheggio del velivolo senza pilota (10), almeno in una configurazione di volo in cui il detto cavo (35) è sottoposto ad una forza di trazione preferibilmente generata da un vento agente sulla detta struttura scatolare e/o su di un insieme formato dalla ala superiore (11), dalla ala inferiore (12) e dalla prima e seconda ala laterale (14), tale da renderlo sostanzialmente teso.

7. Velivolo senza pilota (10) secondo una o più delle precedenti rivendicazioni, in cui una disposizione geometrica della ala superiore (11), della ala inferiore (12) e della prima e seconda ala laterale (14), opzionalmente nella detta struttura scatolare, è configurata per rendere, e/o rende, il velivolo senza pilota (10) configurato per, e/o atto ad, assumere almeno una prima attitudine di volo a decollo e/o atterraggio sostanzialmente verticali, in cui il detto decollo e/o atterraggio sono eseguiti, almeno parzialmente, e/o sono controllati per mezzo di una forza di spinta generata dall'almeno un motore (19), ed almeno una seconda attitudine di volo traslato, nella quale, in almeno una condizione operativa, il detto velivolo senza pilota (10) trasla rispetto al suolo spostandosi in direzione obliqua rispetto ad una direzione di un vento che lo sospinge.

8. Velivolo senza pilota (10) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui:

- il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di tiranti (18) comprendenti una prima ed una seconda estremità e connessi, in corrispondenza della loro prima estremità, in corrispondenza di una zona di giunzione tra la prima e/o la seconda ala laterale (14) e l'ala superiore (11) o in corrispondenza di una zona di giunzione tra la prima e/o la seconda ala laterale (14) e l'ala inferiore (12), ed in corrispondenza della loro seconda estremità, in particolare opposta rispetto alla prima estremità, in corrispondenza di un elemento centrale (21) giacente sostanzialmente in corrispondenza del centro della struttura scatolare, opzionalmente in una posizione tale per cui il detto asse di rollio (Z) è passante per detto elemento centrale (21),

in cui:

- il detto elemento centrale (21) comprende, almeno in posizione frontale, una fusoliera di forma aerodinamica, e/o in cui

- l'elemento centrale (21) definisce e/o comprende un vano di carico, in particolare un vano di carico atto ad ospitare almeno un carico utile, e/o una batteria per l'alimentazione del detto almeno un motore (19), e/o in cui

- il velivolo senza pilota (10) comprende una pluralità di motori (19) atti a sospingerlo in volo e/o a permetterne un decollo e/o un atterraggio controllati, opzionalmente la pluralità di motori (19) comprendendo almeno quattro motori (19) disposti in corrispondenza di porzioni angolari della detta struttura scatolare e/o in corrispondenza di porzioni d'estremità dei detti tiranti (18).

9. Metodo di controllo di un volo di un velivolo senza pilota (10) in accordo ad una o più delle precedenti rivendicazioni, il metodo comprendendo:

- una fase di hovering (1001) nella quale il velivolo senza pilota (10) decolla da una predeterminata posizione assumendo un'attitudine di volo almeno parzialmente verticale, in cui un asse di rollio (Z) del velivolo senza pilota (10) si trova sostanzialmente orientato verticalmente;

- una fase di decollo o transizione (1002), eseguita a seguito della fase di hovering (1001), in cui il velivolo senza pilota (10) cambia attitudine di volo verso un volo sostanzialmente traslato, e

- una fase di generazione (1003), per la generazione di energia elettrica, in cui almeno parzialmente per effetto di una forza (F) esercitata da un vento su almeno parte dell'ala superiore (11) e/o dell'ala inferiore (12) e/o della prima e/o della seconda ala laterale (14), il velivolo senza pilota (10) esegue una traiettoria curva esercitando una forza di trazione su di un cavo (35) che vincola mobilmente il velivolo senza pilota (10) ad una stazione di controllo (100) ed in cui, per effetto della forza di trazione esercitata sul detto cavo (35), viene generata energia elettrica.

10 10. Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui:

- nella fase di hovering (1001) il velivolo senza pilota (10) decolla da una predeterminata posizione assumendo un'attitudine di volo almeno parzialmente verticale, opzionalmente con un asse di rollio (Z) sostanzialmente orientato verticalmente, per effetto di un'azione di spinta esercitata dall'almeno un motore (19), e/o in cui

- la fase di decollo o transizione (1002) comprende un incremento della velocità del velivolo senza pilota (10), in particolare della velocità rispetto al suolo del velivolo senza pilota (10); detto incremento di velocità essendo finalizzato a raggiungere una portanza sufficiente a mantenere il velivolo (10) in un'attitudine di volo traslato.

11. Metodo secondo una tra la rivendicazione 9 o la rivendicazione 10, in cui:

- nella fase di generazione (1003), e/o in una fase di rientro (1004), che ha luogo a seguito della fase di generazione (1003), almeno un motore (19) del detto velivolo senza pilota (10) è almeno temporaneamente disattivato, e/o in cui

- nella fase di generazione (1003) è previsto almeno un temporaneo srotolamento del cavo (35) da un verricello (101), e la fase di generazione (1003) comprende un controllo del velivolo senza pilota (10) tale per cui, mediamente, la sua quota rispetto al suolo è incrementata al crescere della lunghezza di una porzione di cavo (35) srotolata dal verricello (101), e/o in cui

- un tasso o angolo medio (β) di incremento di quota del velivolo senza pilota (10) al crescere della lunghezza della porzione di cavo (35) srotolata dal verricello (101) è funzione di una deflessione, in particolare di un angolo di deflessione, che

almeno una prima porzione mobile (16) della prima e/o della seconda ala laterale (14) assume rispetto ad una porzione fissa (15) della rispettiva ala laterale (14).

12. Metodo secondo una o più tra le precedenti rivendicazioni 9-11, in cui:

5 - nella fase di generazione (1003) la traiettoria curva eseguita dal velivolo senza pilota (10) è una traiettoria sostanzialmente a "8" e/o è una traiettoria che comprende almeno una porzione in una direzione a favore di vento ed almeno una porzione di direzione controvento e/o di risalita del vento, e/o in cui

10 - la fase di generazione (1003) comprende una sottofase di volo traslato in cui il velivolo senza pilota (10) vola, in particolare plana, approssimandosi alla posizione alla quale si trova la stazione di controllo (100) ed in cui, in detta sottofase, almeno parte della porzione di cavo (35) srotolata dal detto verricello (101) è almeno parzialmente riavvolta, e/o in cui

15 - nella fase di generazione (1003) una quota raggiunta dal velivolo senza pilota (10) alternativamente cresce e decresce con il progredire dello srotolamento del cavo (35) dal detto verricello (101), opzionalmente individuando picchi di massimo e minimo relativi,

20 - la quota dei detti picchi di massimo relativi crescendo al crescere della porzione di cavo (35) srotolata dal detto verricello (101).

20

25

30

FIG.1

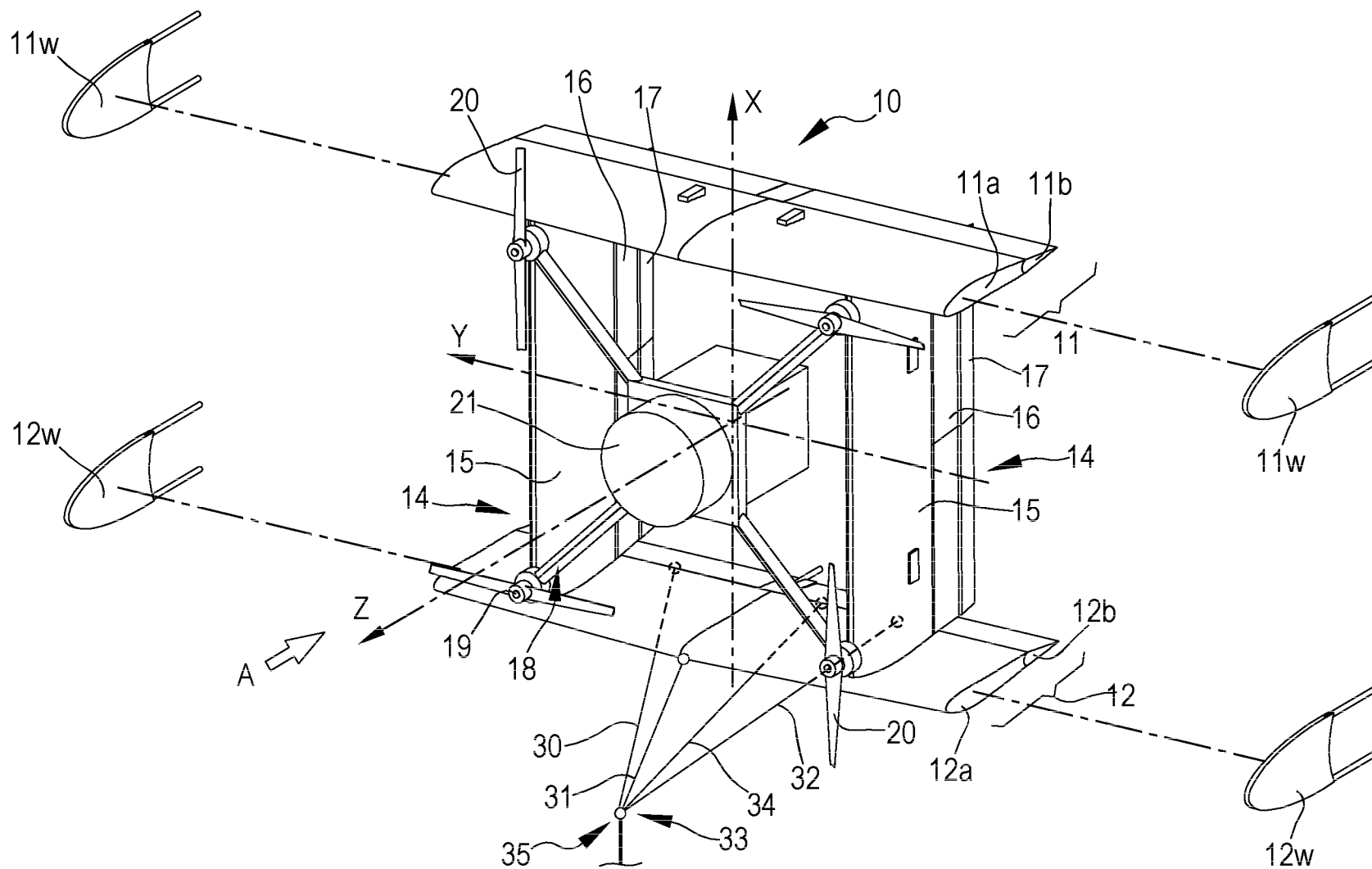


FIG.3

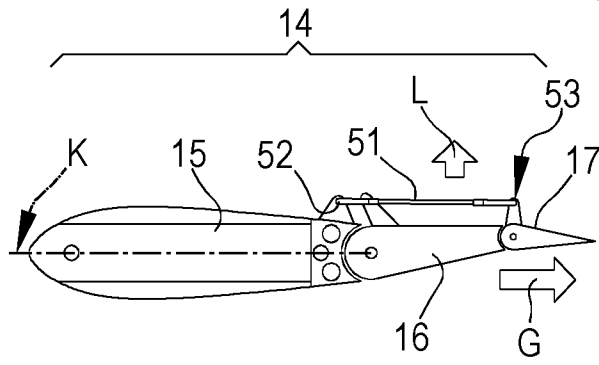


FIG. 4

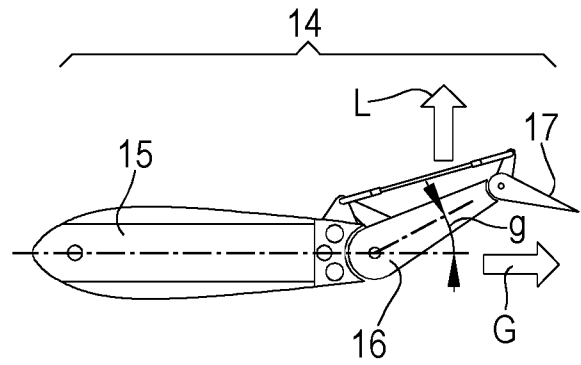


FIG. 5

FIG. 6

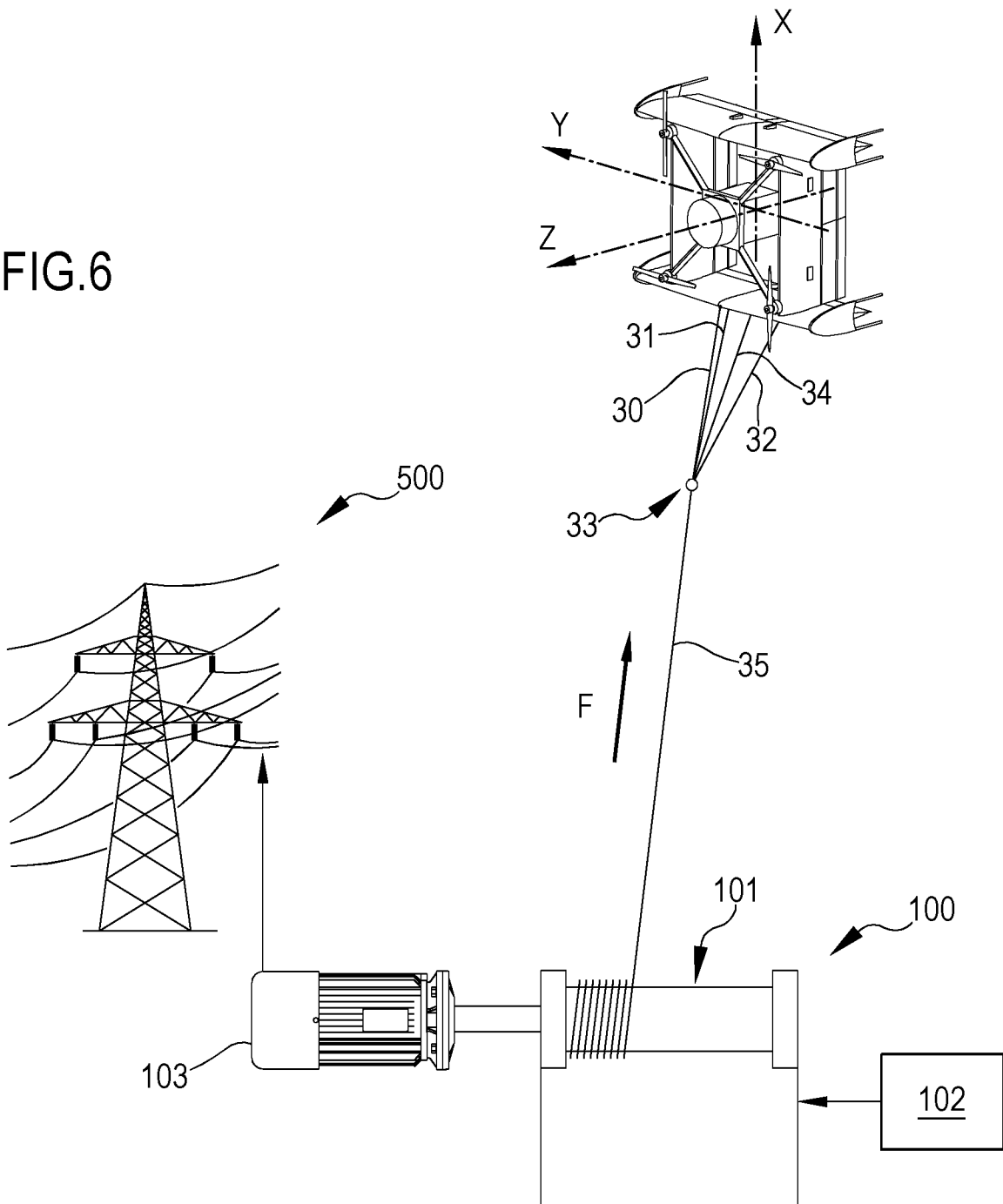


FIG.7

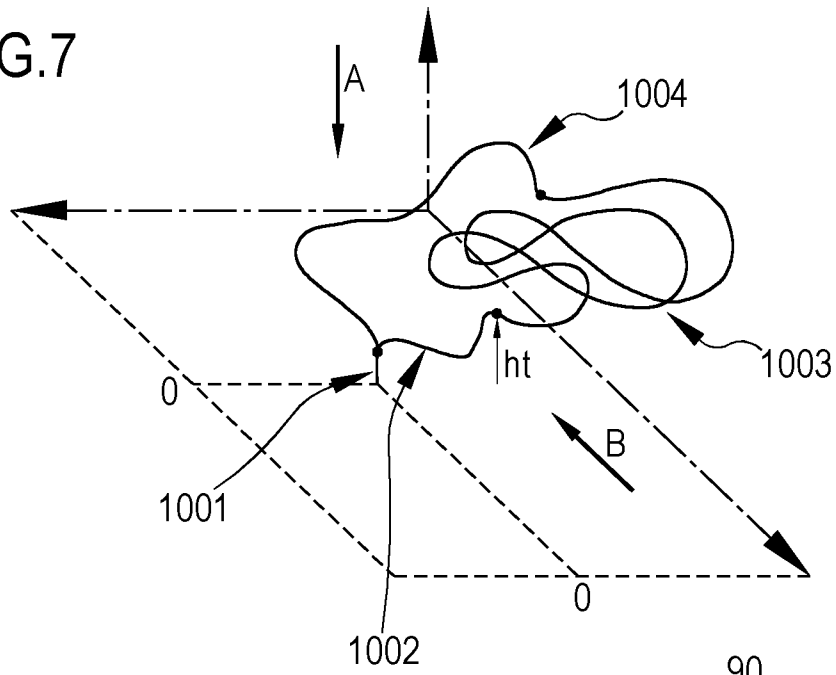


FIG.8

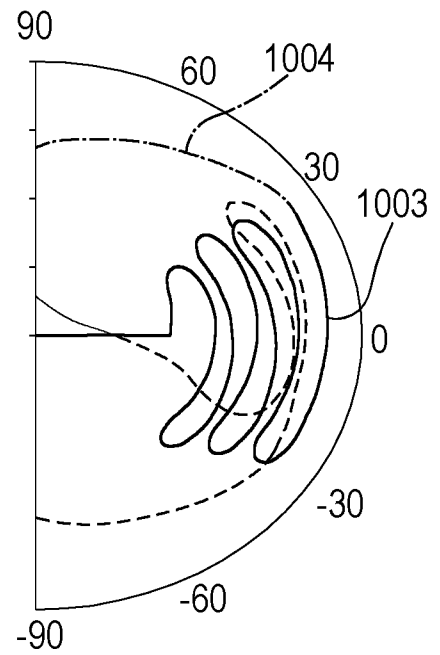
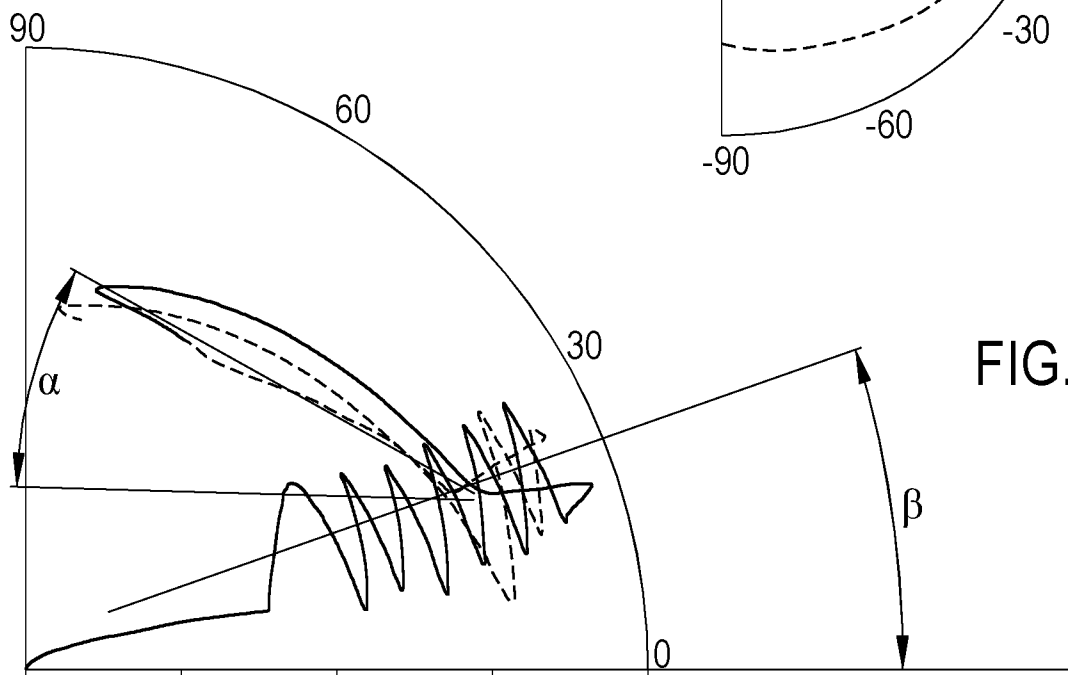
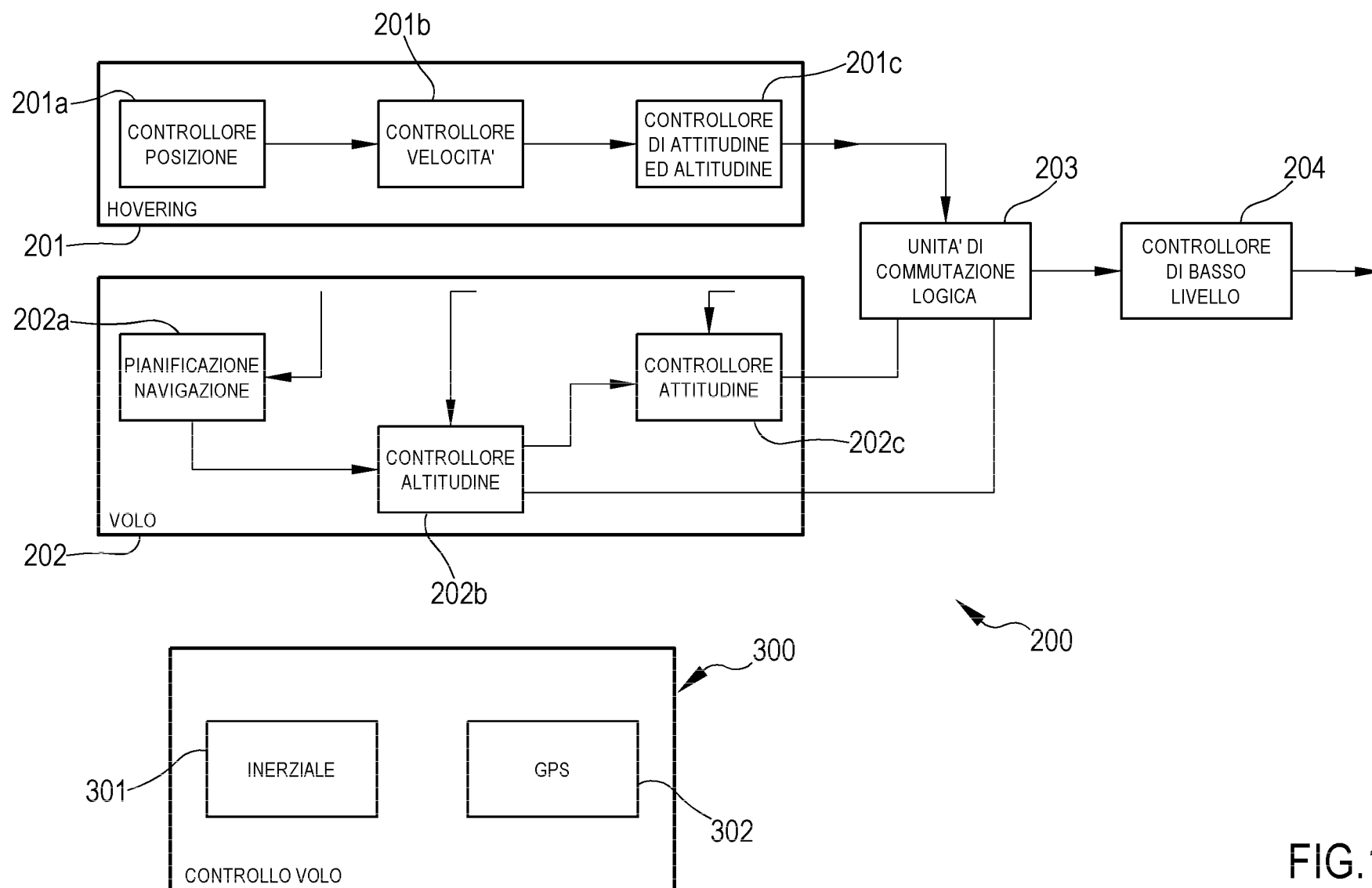


FIG.9





5 / 7

FIG.10

FIG.11

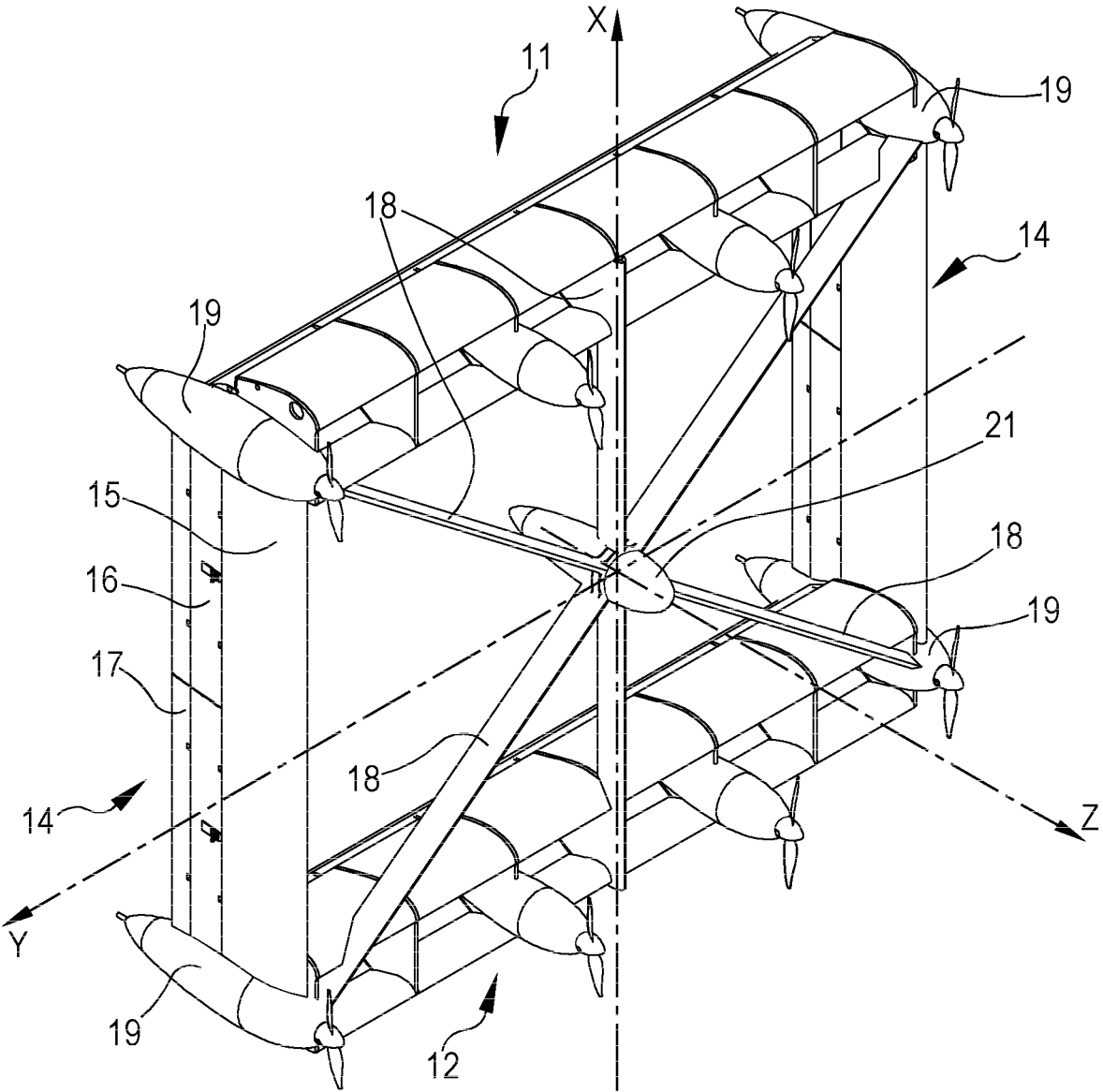


FIG.12

