

# UIBM

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102022000025392</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>12/12/2022</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>12/06/2024</b>

#### Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	Q	10	0836

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	L	53	12

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	Q	50	28

#### Titolo

Sistema e metodo per la ricarica automatica di droni, comunemente denominati UAV

## Technical Field

L'invenzione si riferisce a particolari sistemi automatici volti al miglioramento della logistica e gestione dei droni a terra e dei relativi sistemi di alimentazione all'interno o in prossimità dei vertiport

## Background

Il richiedente ha già affrontato svariate tematiche in ambito droni che qui si richiamano interamente quale background cognitivo. Ci si riferisce ai brevetti n. IT0001428668 e IT102021000005732 che con la presente invenzione completano e migliorano l'intero ecosistema.

Il mondo dei droni, nonostante tutte le varie difficoltà di tipo regolatorio che ancora limitano lo sviluppo, sta esplodendo. Le varie tecnologie che si vanno affermando, fra questi in particolare, i sistemi di guida automatica e di tracciamento assieme ai nuovi materiali avanzati utilizzati per la costruzione dei mezzi stessi, permettono sistemi sicuri che possono affrontare in maniera autonoma ed in condizione di BVLOS, in quasi tutte le condizioni climatiche, qualsiasi missione assegnata.

I droni stanno dimostrando particolari caratteristiche di flessibilità robustezza e resilienza che permettono una gamma oltremodo diversificata di missioni quali ad esempio: rilevamento, controllo, sorveglianza, trasporti di emergenza ed anche per servizi di presa e consegna di beni e cose per conto di terzi. Con la tendenza che si va a consolidare fra qualche anno la vista di un drone che vola sopra le nostre teste non sarà un fatto episodico ma altresì dovremo abituarci a vedere decine e decine di droni che sorvoleranno in ogni dove, a tutte le ore anche in ambienti densamente popolati, per eseguire una delle tante missioni loro assegnate. Il numero dei droni in volo aumenterà sorprendentemente e a parte la gestione in volo che verrà assicurata dai vari U-Space territoriali si dovrà provvedere ad organizzare i così detti vertiport, luoghi che verranno adibiti per il ricovero, lo stazionamento, il rifornimento, le manutenzioni delle flotte di droni che i vari provider dovranno attrezzare per poter operare. Le flotte non saranno più composte da qualche unità ma aumenteranno di mano in mano per raggiungere le decine, centinaia, migliaia di velivoli che con cadenze dai 30 ai 60 minuti, o più, eseguiranno un decollo ed il relativo atterraggio. Con questi numeri oltre alla gestione in volo diventa

obbligata una adeguata logistica a terra per rispettare la domanda di servizio che i providers stessi riceveranno.

### Summary

Le due precedenti applicazioni qui richiamate avevano già affrontato le tematiche relative al tracciamento, al controllo, alla guida automatica, alle metodologie di presa e consegna ed in particolare, con la seconda applicazione si era in parte affrontato anche il problema della logistica a terra creando una nuova infrastruttura. Il vertiport, definibile grossolanamente come un parcheggio automatizzato per droni dove si vengono ad implementare aree dedicate per l'esecuzione di operazioni di servizio. Il vertiport con lo scopo di gestire in maniera organizzata la risposta alle varie richieste operative e preparatorie alle missioni da parte dell'utenza. Il vertiport si compone di due aree principali esterno ed interno. All'esterno esistono aree di decollo e di atterraggio che sono collegate verso l'interno con dei nastri trasportatori utilizzati per convogliare i droni in fase di atterraggio e di decollo. All'interno della struttura delle aree adibite alle manutenzioni cui i droni vengono sottoposti vi si trovano opportuni stalli, in una struttura verticale multipiano, dove i droni vengono parcheggiati quando non utilizzati durante gli orari di chiusura o pronti, in attesa, per eseguire le missioni loro assegnate. Il vertiport così concegnato permette di pianificare correttamente le missioni fornendo una situazione chiara e pianificata al Guide & Management del provider dei servizi di volo. Il vertiport, infatti, permette al provider una conoscenza ed informazione sempre aggiornata sulla situazione della flotta droni a disposizione per corrispondere alle richieste dell'utenza.

In questo scenario si stanno affermando nuove soluzioni che vanno ad interessare le attuali modalità di alimentazione elettrica dei droni ed il tipo di batterie normalmente usate - LIPO – Polimeri di litio. Questi miglioramenti che andremo ad esaminare incidono in maniera radicale sull'intera economia ed organizzazione del sistema. Con le opportune soluzioni il vertiport può adeguarsi implementando queste nuove potenzialità aggiungendo cioè alcuni apparati all'attuale impiantistica come detto costituita principalmente da nastri trasportatori e montacarichi. Vediamo ora come attualmente si

svolge una missione e vediamo quali possano essere le soluzioni ed i miglioramenti possibili con le implementazioni di cui all'invenzione. Dopo ogni missione le batterie esauste vanno sostituite, gli addetti le sostituiscono con batterie opportunamente ricaricate. I droni, per agevolare queste operazioni, sono dotati di sistemi a slitta ad attacco rapido. Anche se veloci queste operazioni rappresentano in ogni caso, un potenziale rischio per la sicurezza visto il contatto diretto degli operatori con i droni, costi rilevanti per remunerare l'operatore addetto e per l'acquisto delle batterie di scorta. L'operazione di ricarica richiede un tempo molto lungo nell'ordine di decine e decine di minuti per arrivare al 100% della potenza disponibile. Visto che normalmente la durata massima delle missioni è nell'ordine di 30/40 minuti si evidenzia che per ogni drone devono essere acquistati almeno tre set di batterie. L'invenzione si pone proprio l'obiettivo di ottimizzare queste operazioni riducendo i costi migliorando l'efficienza e la logistica di sistema della ricarica delle batterie.

Le batterie LIPO che sono attualmente le più utilizzate nel settore, avendo una densità energetica di circa 200 Wh/kg, permettono un numero di cicli di carica limitato, nell'ordine di qualche centinaio, dopo di che vengono dismesse. Queste batterie durante i vari cicli di ricarica, per essere sfruttate al meglio, sono sottoposte a particolari metodologie di carica, denominate BMS (Battery Management System). Questa funzione è molto delicata e serve proprio per sfruttare al meglio le batterie. Infatti, un BMS non adatto porta ad un invecchiamento precoce delle batterie ed in taluni malaugurati casi sino a indesiderati incendi o addirittura ad esplosioni delle stesse. Altresì, va precisato, che gli incendi di batterie al Litio sono molto difficili da trattare esistono in questo senso particolari procedure assai complesse svolte in varie fasi che applicano diverse metodologie facendo uso di: flusso di acqua, nebbia d'acqua (water mist), schiume, CO<sub>2</sub>, polvere secca. Queste batterie, nonostante gli inconvenienti di cui sopra, hanno una buona capacità di carica e sono in grado di corrispondere alle richieste immediate di potenza del drone anche nelle situazioni più critiche (decollo, hovering, incontri improvvisi o venti contrari) ma, a conti fatti, considerando il numero massimo di ricariche possibili, costano troppo stando nell'ordine di un onere batterie che può variare da 2 a 4 euro a missione. Costi del genere, sommati al resto, pregiudicano la possibilità di eseguire servizi di presa e

consegna merci convenientemente. Queste criticità possono trovare soluzione andando a sostituire le batterie LIPO con altre batterie aventi tecnologie diverse e più performanti, parliamo di super capacitori ibridi HSCs e batterie al litio additivate con Sali metallici con particolari catodi in grafene o in silicio (AMPRIUS). Specialmente le HSCs necessitano di un tempo di ricarica molto più limitato, pochi minuti, e dimostrano una durata della batteria nell'ordine di decine di migliaia di cicli potendo fornire la stessa, o molto vicina, densità energetica delle LIPO. Le batterie ai sali metallici invece evidenziano una densità energetica di almeno due o tre volte quella delle LIPO, tempi di ricarica nell'ordine di 20/25 minuti e cicli possibili sino a 1000. Specialmente la riduzione del tempo di ricarica diventa un fattore chiave stante l'allungamento della vita operativa delle batterie visto il numero di cicli possibile da poche centinaia a decine di migliaia. Questi vantaggi possono essere quindi sfruttati, con le dovute personalizzazioni, convenientemente anche nel mondo dei droni ed in particolare nell'ecosistema del vertiport. Con questi presupposti diventa gioco forza dover ripensare al sistema di ricarica delle batterie ad innesto rapido via cavo adottato sino ad oggi e non di meno diventa ovvio il dover progettare i droni attorno alle batterie e non viceversa. Va cioè applicato anche ai droni lo stesso approccio costruttivo applicato agli smartphone dove le batterie sono parte integrante dell'apparecchio. Gli sviluppi sopra evidenziati aprono lo spazio a nuove tecniche di ricarica sostituendo i collegamenti a filo con dei sistemi wireless da implementarsi direttamente sui vertiport od opportunamente in prossimità degli stessi od opportunamente posizionati in aree strategiche per le eventuali missioni a più lungo raggio. Sul mercato vi sono diverse tecnologie che possono essere utilizzate convenientemente per lo scopo ed in questo caso tecnologie di power transmission utilizzando induzione, laser o microonde in grado di trasferire fasci di energia elettromagnetica opportunamente convogliata alla piattaforma drone che a sua volta la fa derivare alle batterie. Le tecnologie wireless si possono suddividere in due famiglie principali la prima con radiazioni e fra queste; RFTP radio frequency transmission power, MTP microwave transmission power, LTP laser transmission power – la seconda famiglia senza radiazioni e fra queste; CPT capacity power transmission, IPT inductive power transmission, ICPT inductive capacitive power

transmission. Queste tecnologie wireless permettono l'automazione della fase di ricarica che questa invenzione intende rivendicare. Questo trasferimento di energia in assenza di collegamento via cavo permetterà una sensibile diminuzione dei tempi di sosta all'interno del vertiport, una riduzione dei costi dovuti agli interventi manuali degli addetti, una minore quantità di batterie ed una minore necessità di smaltire i pacchi batterie esausti producendo, di conseguenza, un taglio radicale sui costi delle batterie stesse. Come vedremo in seguito il vertiport verrà implementato con opportune stazioni di ricarica o tunnel che al passaggio dei droni provvederanno nella ricarica mentre i droni, invece, saranno dotati di opportuni sistemi di ricezione dell'energia.

#### Brief description of the drawings

Dopo aver descritto nei suoi termini generali l'invenzione qui di seguito la lista delle figure che aiutano meglio a raffigurarne le caratteristiche:

FIG. 1a rappresenta un tipico circuito ICPT per la trasmissione di energia wireless composto da una bobina sul primario ed una bobina sul secondario accoppiate e fatte risonare opportunamente

FIG. 1b rappresenta uno schema di principio di un circuito ICPT

FIG. 2a rappresenta un tipico circuito MPT macro composto da un primario dove è piazzato un fascio di antenne (array) trasmissive che focalizzano ed inviano energia in un determinato punto, il secondario, dove è piazzato l'apparato ricevente (rectenna)

FIG. 2b rappresenta un circuito di dettaglio MPT con il relativo schema a blocchi della trasmissione

FIG. 3a rappresenta un tipico circuito LPT di dettaglio composto da un primario corrispondente ad una sorgente laser che viene puntata in un determinato punto, il secondario, dove è piazzato l'apparato ricevente costituito da una cella fotovoltaica

FIG. 3b rappresenta uno schema a blocchi macro di un circuito LPT

FIG. 4a rappresenta una visione di insieme in prospettiva di un vertiport che evidenzia le varie aree operative ed i relativi flussi di lavoro

FIG. 4b rappresenta una visione di insieme laterale di un vertiport dove si evidenzia la stazione di ricarica wireless

FIG. 5 rappresenta la vista dall'alto di un vertiport con evidenziata la postazione di ricarica wireless e le varie zone operative

FIG. 6 rappresenta un impianto di ricarica wireless utilizzato in ambito automobilistico.

FIG. 7 rappresenta uno schema a blocchi riguardante le fasi operative di ricarica cui il drone viene sottoposto

FIG. 8 rappresenta una cabina equipaggiata con il primario montato sul tetto ed i relativi nastri trasportatori di derivazione per l'ingresso e l'uscita del drone

FIG. 9a rappresenta una vista frontale di drone equipaggiato di secondario costituito da una bobina posta in prossimità e tutt'intorno dei bracci ove trovasi i motori

FIG. 9b vista dall'alto del drone ove montata bobina di primario in prossimità dei bracci di sostegno dei motori

FIG. 10a rappresenta una vista frontale di drone equipaggiato di bobina, secondario, posto in corrispondenza del carrello di sostegno del drone

FIG. 10b rappresenta una vista dall'alto del drone equipaggiato di bobina, secondario, posto in corrispondenza del carrello di sostegno

FIG. 11 rappresenta batteria tunnel predisposti per la ricarica multipla e simultanea di droni

FIG. 12 rappresenta un esempio di cabina singola ad apertura e chiusura automatica per servizi autonomi di rifornimento e composta da due semicilindri di cui il superiore, ruotabile, viene portato

in chiusura durante la fasi di ricarica. Nella posizione in figura si evidenzia la piazzola di atterraggio del drone sotto la quale piazzola vengono piazzati i primari

#### Detailed Description

Prima di descrivere meticolosamente le forme di realizzazione, relative alle fasi del metodo e del sistema di cui alla trasmissione, ricezione e trasferimento di potenza senza fili, va precisato, che queste soluzioni saranno disposte nella maniera ritenuta più opportuna ma ovviamente variazioni sull'invenzione tecniche e logiche devono essere considerate all'interno del dominio dell'invenzione stessa. Di conseguenza, i componenti del sistema sono stati rappresentati, ove appropriato, da simboli convenzionali nei disegni, mostrando dettagli specifici che sono pertinenti per la comprensione delle forme di realizzazione in modo da rendere la descrizione più intellegibile con dettagli che risulteranno facilmente evidenti all'esperto di settore.

Vengono qui descritte forme di realizzazione dettagliate; tuttavia, si deve comprendere che le forme di realizzazione descritte sono semplicemente esemplificative delle invenzioni rivendicate, che possono essere realizzate in varie forme. Pertanto, i dettagli strutturali e funzionali specifici qui descritti non devono essere interpretati come limitativi, ma semplicemente come una base per le rivendicazioni e come una base rappresentativa per insegnare all'esperto del ramo come impiegare variamente i concetti divulgati in una struttura o metodo appropriato. Inoltre, i termini e le frasi qui utilizzati non intendono essere limitativi, ma piuttosto fornire una descrizione comprensibile del trovato.

Esistono sul mercato, come precedentemente descritto, diverse tecnologie di POWER Transmission che possono essere convenientemente utilizzate. Si tratta di considerare apparati che trasferiscono ad un secondario vari tipi di energia che deve opportunamente essere trasformata in corrente elettrica. Ci soffermeremo sulle tre che vengono considerate le più affini e potenzialmente adeguate per poter corrispondere allo scopo e fra queste:

- Sistemi ad induzione magnetica risonante - ICPT
- Sistemi a microonde - MPT
- Sistemi a laser - LPT

### Sistemi ad induzione magnetica risonante ICPT

Questo sistema venne usato originariamente da Nicola Tesla (Tesla coil). Trattasi di un sistema costituito da un primario ed un secondario dove le due bobine, in risonanza, vengono accoppiate fra di loro e attraverso opportune modifiche alla corrente di pilotaggio del primario riescono a trasferire la potenza modulandola nei modi desiderati. In Fig. 1a e 1b il circuito e lo schema di funzionamento.

Applicazioni industriali di questa tecnologia possono essere ritrovate al sito <https://witricity.com/technology/> riguardo alla tecnologia e su <https://witricity.com/technology/why-magnetic-resonance/> riguardo alle caratteristiche dei circuiti risonanti. Ed ancora una panoramica della tecnologia la possiamo apprendere da Google Patents

<https://patents.google.com/patent/US8035255B2/en?assignee=witricity&oq=witricity> dove ancora più in dettaglio viene indicata approfonditamente la tecnologia. La tecnologia risonante permette rendimenti, come insegnava Witricity sino ed oltre il 90% con potenze trasferibili – oltre i 50 Kw.

### Sistemi a Microonde MPT

Questo sistema è di fatto di uso comune e quotidiano dato che trattasi applicare lo stesso principio che viene utilizzato nei normali forni a microonde casalinghi che usano la tecnologia MAGNETRON. Molto schematicamente un emettitore di microonde, una antenna di trasmissione ed un RECTENNA, definizione tecnica del sistema ricevente. Il Magnetron preso solo quale esempio descrittivo sul sistema applicato non è adatto per lo scopo, dato che le potenze raggiungibili sono nell'ordine di centinaia di Watts sino ad 1 Kw. Nel caso di potenze superiori si usano più antenne ad alto guadagno, in array, focalizzate in un medesimo punto che riescono ad esprimere potenze ben superiori nell'ordine di decine di Kw. In Fig. 2a e 2b lo schema a blocchi macro e più in dettaglio un ulteriore

schema delle varie componenti che costituiscono il sistema. Applicazioni industriali di questa tecnologia vengono promosse a livello globale da diverse aziende fra queste non ultima una società neozelandese che sta applicando questa tecnologia nel trasporto di energia tra punti diversi distanziati fra di loro da poche centinaia di metri sino a kilometri <https://emrod.energy/wireless-power/> ed, <https://patents.google.com/?assignee=emrod&oq=emrod> Le difficoltà che potrebbero risiedere consistono nella difficoltà di contenere le dimensioni dell'apparato ricevente che per consentire le potenze richieste potrebbero occupare, sul drone aree molto grandi. Questa tecnologia permette un rendimento medio nell'intorno dell'85% e potenze sino a 25Kw

### Sistemi a Laser LPT

Questo sistema ha trovato anche recentemente la sua più promettente applicazione in ambito militare. Come per le microonde può essere utilizzato per fornire energia direttamente al veicolo preso in considerazione in real-time. In questo modo il veicolo riceve la potenza riducendo le dimensioni della batteria a bordo di quest'ultimo o addirittura permettere al mezzo di evitare le operazioni di rifornimento specialmente per i droni in volo. Anche in questo caso trattasi di un apparato composto da un'origine trasmittente cui corrisponde un apparato ricevente che semplicemente è costituito da celle fotovoltaiche. In Fig. 3a e 3b uno lo schema a blocchi di un sistema LPT - Laser Power transmittor.

Qui di seguito il link relativo alle applicazioni realizzabili con la su detta tecnologia. [https://www.researchgate.net/publication/253609485\\_Laser\\_power\\_beaming\\_for\\_defense\\_and\\_security\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/253609485_Laser_power_beaming_for_defense_and_security_applications) . Come per la tecnologia a Microonde anche la tecnologia a Laser per avere delle potenze adeguate ha bisogno di dimensioni sufficienti per contenere le cavità risonanti che similamente a delle celle fotovoltaiche, in ricezione, è in grado di convertire i fotoni in corrente continua. Questa tecnologia permette rendimenti sino al 50% per potenze sino a 20 Kw.

Le tecnologie appena elencate sono tutte utilizzabili allo scopo per eseguire la ricarica delle batterie direttamente sui droni. Facendo fra di loro le opportune valutazioni sui vantaggi e gli svantaggi le tre

soluzioni considerate possono dirsi potenzialmente fra di loro equivalenti ma a detta del richiedente almeno per ora risulta di più agevole attuazione il trasferimento di energia mediante induzione magnetica risonante ICPT.

Le tecnologie di cui sopra sono principalmente pensate per scenari in campo aperto e ciò, la distanza fra il primario ed il secondario, ha una grande influenza sulle effettive capacità trasmissive. Le rese sopra riportate possono quindi migliorare fortemente quando le distanze fra primario e secondario vengono ridotte al minimo. Nel caso del trovato in questione, la ricarica viene approntata subito prima del percorso a carosello del vertiport andando ad adibire dei luoghi precisi e delimitati dove l'operazione di ricarica avviene in completa sicurezza e ciò facendo, come detto, particolare attenzione nel ridurre il più possibile le distanze fra gli apparati riceventi ed apparati emittenti. La costruzione a tunnel permette, mantenendo le opportune distanze fra le varie sorgenti energetiche ed i droni, fra un drone e l'altro e questi ultimi con gli apparati radio di comando accesi, di ricaricare automaticamente i droni che alla fine del percorso, all'uscita del tunnel, sono pronti per la missione successiva limitando al minimo l'entità delle perdite trasmissive. Il tunnel può essere costruito in varie forme e misure, quale parallelepipedo o a forma cilindrica o semicilindrica con una porta di ingresso ed una di uscita che possono essere opportunamente chiuse durante le fasi di ricarica. Il tunnel, ulteriormente, viene schermato adottando sul corpo dell'impianto e sulle porte di ingresso ed uscita pannelli, gabbie, e quant'altro per schermare opportunamente l'esecuzione delle ricariche stesse rispetto all'ambiente circostante salvaguardando altresì gli operatori da campi o raggi indesiderati. Anche le cabine di ricarica possono essere dei parallelepipedi o avere una forma cilindrica o semicilindrica dove in questo caso l'ingresso in area del drone può essere eseguito mediante opportuni nastri di derivazione che vanno a convogliare verso una porta di ingresso/uscita od eventualmente la cabina in questa ulteriore condizione può essere composta da due semicilindri, il primo semicilindro contenente secondo, quando la postazione è in ricezione atterraggio di un drone che una volta atterrato fa in modo che uno dei due semicilindri ruoti coassialmente andando a ricoprire il drone appena atterrato che deve essere ricaricato.

La tecnologia di ricarica dei droni mediante sistema ICPT non è una novità. Si veda, ad esempio, Plekhanov et al. che con US9979239 insegna un sistema di ricarica per droni che fa uso di circuiti risonanti. In questo caso i droni, che vengono equipaggiati a loro volta di bobine risonanti, vanno in volo attivo, a posizionarsi in un volume sovrastante un traliccio alla cui sommità è opportunamente posta la bobina di cui al circuito primario risonante. Anche se questo sistema potrebbe dirsi adatto allo scopo a detta dello scrivente evidenzia alcune debolezze che fanno propendere per la soluzione a cabina o tunnel da posizionarsi opportunamente all'interno del VERTIPORT o quale postazione singola di ricarica. La ricarica con drone in volo, in campo aperto, obbliga il sistema ad un continuo e minuzioso controllo riguardo al posizionamento che deve mantenere il più possibile, nello spazio, lo stesso punto di ricarica. Il mancato rispetto del posizionamento fa scendere drammaticamente la resa del sistema. Inoltre, cariche eseguite su più droni simultaneamente, proprio per il movimento dei droni stessi, è sconsigliata assumendo che lo scenario si presta a potenziali rischi di incidenti fra i droni stessi. Queste bobine creano in campo aperto, non opportunamente schermate, campi elettromagnetici che possono andare a disturbare trasmissioni ed apparati radio posti nelle vicinanze ed anche pericolosamente influenzare gli eventuali astanti. Le ricariche in ambienti aperti avvengono su distanze non sempre precise che variano e che vanno a compromettere la resa trasmissiva di sistema.

La tecnologia a, Micro-onde, è particolarmente adatta per creare dei ponti trasmissivi in ambienti impervi o difficili da collegare dove le due antenne, trasmittente e ricevente sono piazzate fra di loro in vista diretta. Questa tecnologia può coprire distanze anche di km ed è soggetta nella sua efficienza alle variabili situazioni meteorologiche, pioggia – nebbia – vapore ed alla precisione di puntamento delle antenne. Questi aspetti, come noto, incidono fortemente sul rendimento trasmissivo. Anche il Laser viene impiegato per trasportare energia a distanze molto elevate come per le microonde ma trova la sua principale applicazione per alimentare costantemente veicoli a terra o in volo. Questo sistema permette di ridurre il peso delle batterie a bordo, aumentando di conseguenza, l'autonomia ed addirittura le stesse batterie potrebbero essere eliminate. Anche in questo caso gli apparati riceventi e trasmittenti devono essere fra di loro in vista, anche la tecnologia laser è soggetta nel suo rendimento

alla situazione meteorologica dell'ambiente circostante. La tecnologia Laser altresì trova il suo miglior impiego da parte di forze armate su scenari operativi ostili ove non presenti infrastrutture per l'alimentazione dell'energia elettrica. Questa soluzione ha una sua caratteristica duale dato che, in detto modo, il sistema oltre ad alimentare i vari apparati presenti elettrici elettronici nel campo operativo quali ad esempio: strumentazioni, wereables, veicoli, velivoli etc. permette di tracciare in tempo reale la posizione di ognuno dei devices presenti sul campo. In questo modo si ottiene da parte delle unità operative di comando la così detta Global Awareness che permette la migliore conduzione possibile delle operazioni. A detta dello scrivente anche se le trasmissioni a laser o a microonde trovano la miglior collocazione negli ambiti appena descritti queste tecnologie possono trovare utilizzo conveniente anche nel trovato. A detta del richiedente, infatti, questi sistemi di ricarica possono essere utilizzati in ambienti delimitati in tunnel o in opportune postazioni fisse, cabine, nei pressi o integrati all'interno del vertiport dove, il raggio laser portante o l'antenna in array sono puntate verso gli apparati riceventi di cui i droni sono equipaggiati. La trasmissione, quindi la ricarica, avviene su distanze minimali fra apparati riceventi e trasmissenti nell'ordine di poche decine di cm. La conformazione fisica di queste postazioni fisse dove sono installati gli apparati trasmissenti e riceventi (sui droni) non soggetti alle distanze chilometriche ed alle condizioni climatiche riescono, in questo scenario, a fornire trasmissione di energia con la massima resa possibile. Oltre a ciò, gli apparati con le opportune schermature, ivi predisposte, sono in grado di evitare qualsiasi potenziale disturbo danno all'ambiente ed alle persone nell'intorno. A valle di tutte le considerazioni fatte in precedenza si ritiene il sistema ad induzione il più adatto e performante al momento attuale anche perché mutuando le esperienze nell'automotive si è visto che il sistema, nonostante il trovato venga dislocato in maniera diversa rispetto alle esigenze dell'automotive, riesce agevolmente a trasferire correnti di decine e decine di ampere rendendo possibile una ricarica veloce dei droni. A supporto ulteriore si veda anche lo studio di ENEA che ha affrontato il problema della ricarica wireless con bobine ad induzione, ed i documenti relativi al progetto ed alla creazione di un prototipo intitolati rispettivamente PROGETTO DI UN SISTEMA DI BOBINE PER IL TRASFERIMENTO

DI POTENZA DINAMICO SENZA CONTATTO (Report RdS/PAR2015/208) e PROTOTIPO DI UN SISTEMA DI BOBINE PER IL TRASFERIMENTO DINAMICO SENZA CONTATTO: PROGETTO, REALIZZAZIONE E VERIFICA SPERIMENTALE (Report RdS/PAR2027/244).

Quanto indicato precedentemente nella presente domanda possono convenientemente rappresentare una soluzione per i sistemi di ricarica per droni. Le soluzioni possono adattarsi ad applicazioni singole per la ricarica di un drone che, come vedremo applicate ai vertiport, a flotte di droni.

Il vertiport come accennato in precedenza lo si può descrivere sinteticamente come un parcheggio meccanizzato dove oltre allo stazionamento insistono operatori che sovrintendono le manutenzioni cui i droni vengono sottoposti. Si tratta come nelle figure di insieme Fig. 4a e 4b di un carosello dove l'ingresso all'impianto corrisponde all'area di atterraggio da dove il drone inizia il suo percorso sino all'area di decollo pronto per la successiva missione. L'impianto, che si compone di svariati nastri trasportatori e di montacarichi viene dimensionato in base alle esigenze e della quantità di droni da doversi contenere. Il modulo, prototipo, preso in esame evidenzia una capacità di contenimento sino a 12 droni. Trattasi di un sistema scalabile dove al primo modulo per aumentarne la sua capienza si aggiungono piani e relative aree di decollo e atterraggio affiancando uno o più moduli identici. I moduli in questione sono comunque sincronizzati fra di loro ed in ogni caso eseguono la propria movimentazione interna guidati dal PLC e dal Guide & Management del gruppo di volo.

In Fig. 5 la visione del vertiport dall'alto di uno dei nastri di appoggio dove i droni vanno a posizionarsi per ricevere in situazione di movimento o posizionati nell'area predisposta, la ricarica mediante una delle tecnologie di cui sopra. Detto nastro sormontato da un tunnel, opportunamente schermato, di lunghezza determinata in base alle esigenze ed al numero di droni ospitati nel vertiport, nel quale si trovano installati i vari primari trasmissivi. Il drone in questo caso viene movimentato opportunamente verso l'uscita, mantenendo attiva la ricarica wireless. Quale alternativa al tunnel possono essere usate convenientemente delle cabine nel numero necessario. In questo caso le ricariche non avvengono in continuo come nel tunnel ma una in una soluzione denominata in batch,

uno alla volta. Questa soluzione anche se più complessa in termini costruttivi e gestionali risulta essere più performante in quanto gli accoppiamenti fra bobine sorgenti e riceventi risultano essere migliori senza perdite di carico dovute agli spostamenti. Come nel tunnel sul soffitto interno della cabina viene installata la relativa bobina relativa al primario e sempre all'interno vengono predisposti degli apparati di comunicazione per mantenere sempre il contatto radio fra il drone e l'esterno. Sistemi per dette trasmissioni possono essere scelti fra come Bluetooth, NFC, RFID, WiFi, LTE. Il drone entra automaticamente nella cabina stessa e rimane lì posizionato, viene esposto alla ricarica ed una volta terminato il ciclo esce automaticamente dalla cabina stessa a batterie ricaricate. Ovviamente l'impianto di ricarica WIRELESS può essere utilizzato disaccoppiato dal vertiport quando ad esempio l'esigenza di stalli di parcheggio è minore. Infatti, per flotte di dimensioni limitate non si presenta la necessità di un parcheggio meccanizzato ed inoltre detta esigenza non si presenta quando l'impianto di ricarica può essere utilizzato per aumentare il raggio di azione del vertiport. In questo caso l'impianto può diventare un semplice centro di rifornimento così da ricreare una rete distributiva che può essere posizionata strategicamente sul territorio servendo droni che presentano esigenza di ricarica.

Lo schema di un generico impianto di ricarica WIRELESS per automobili ad induzione risonante accoppiato lo possiamo trovare in Fig. 6. In questo caso il sistema di alimentazione, collegato alla rete elettrica trasmette energia al primario, la bobina, piazzata opportunamente nel pavimento mentre, la stessa, viene accoppiata alla bobina del secondario, una volta che il veicolo si è piazzato in corrispondenza nella posizione designata. A detta fase segue il trasferimento di energia e quindi la ricarica delle batterie. Lo schema appena descritto può essere opportunamente aggiustato per gli usi e le necessità in ambito droni. Con il trovato in questione, infatti, l'automatismo della fase di ricarica abbinato al tempo di ricarica ed al numero di cicli possibile con le nuove batterie HSCs permetterà un grande vantaggio in termini di economicità e resilienza dell'intero sistema.

In un esempio tipico di utilizzo come schematizzato nella tabella 100 di Fig. 7 il drone via telemetria comunica il suo status dopo aver eseguito l’atterraggio nella piazzola a lui riservata dal Fleet Management. Il drone si pone in situazione motori off e comunica la percentuale di carica delle batterie. Il PLC fa arrivare il drone alla cabina, opportunamente schermata, a lui assegnata. La cabina, dotata di pannelli di chiusura, provvede a chiudere gli ingressi con opportuni pannelli schermati. Il drone si pone in funzione ricarica, il sistema di ricarica viene acceso ed i 2 circuiti induttivi risonanti si accoppiano, il sistema di ricarica modula e compensa eventuali sfasamenti. Il sistema inizia la ricarica attraverso i due circuiti risonanti. Il sistema di ricarica controlla costantemente la percentuale di carica delle batterie sino al raggiungimento del 100% e a tale risultato spegne il primario, sorgente di energia. Le porte si aprono ed il drone appena ricaricato viene fatto uscire e distribuito ai successivi servizi cui è assegnato. La cabina si pone in posizione di attesa per altri successivi cicli di ricarica.

L’assenza di contatto fisico fra connettori e conduttori evidenzia una serie di vantaggi ulteriori, e fra questi, nessun cavo di collegamento e quindi nessuna manutenzione ai cavi stessi. La trasmissione di energia può avvenire anche in ambienti e su soggetti polverosi ed umidi. Sicuramente l’assenza dei cavi permette l’ulteriore automazione dell’intero sistema e quindi l’insieme si presenta di più facile utilizzo. Il sistema così concegnato permette un sicuro vantaggio economico dovuto al migliore utilizzo della piattaforma drone che ne riceve vantaggio anche in termine di ulteriore payload disponibile, dato che le batterie sono inglobate nello chassis del drone stesso permettendo un considerevole risparmio di peso. Il sistema altresì rende possibile un minore dispendio di batterie che in precedenza dovevano essere acquistate in un numero di almeno due o tre volte la flotta di droni coinvolta. Il sistema altresì si presenta più sicuro limitando ulteriormente il contatto delle persone con le eliche dei droni mentre l’intero sistema ne guadagna ulteriormente in flessibilità ed organizzazione del servizio cui il vertiport deve corrispondere.

Legenda dei termini

Vertiport: area o impianto costituito a moduli, scalabile, adibito per la gestione organizzata ed automatizzata di droni

Lipo: Sistema di accumulo, Batteria ai polimeri di Litio

Bvlos: Operazioni di volo eseguite oltre la vista dell'operatore

PLC: Controllore Logico Programmabile

Witricity: Società USA specializzata nella tecnologia di trasmissione energetica per la ricarica di autoveicoli

U-SPACE: provider centrale per i servizi autorizzativi delle missioni di droni

HSCs: Sistemi di accumulo ibridi basati su supercapacitori

Global awareness: Conoscenza globale dello scenario operativo

Fleet management: Gestione della flotta droni riferibile al vertiport

Guide management: Gestione delle missioni della flotta del vertiport

UAV: Aeromobile guidato da remoto senza equipaggio a bordo

Per queste motivazioni si descrivono le seguenti rivendicazioni

## RIVENDICAZIONI

- 1) Sistema di gestione, ricarica senza fili, per droni, denominato vertiport che comprende:  
un'area di atterraggio, un'area di decollo, un'area di ricarica quest'ultima caratterizzata dall'installazione di un sistema di ricarica senza fili, ed opzionalmente: un'area di parcheggio e/o un'area di manutenzione;
  - dove il sistema di ricarica è collegato con le aree operative del vertiport tramite nastri trasportatori che movimentano a carosello i droni fra le varie aree,
  - dove il sistema di ricarica, il primario, è alloggiato all'interno di cabine e/o tunnel dimensionati in base alle specifiche dei droni da ospitare,
  - dove le cabine o tunnel sono schermate contro gli effetti elettromagnetici, di frequenza e di calore causati dalle sorgenti energetiche,
  - dove le cabine o i tunnel sono dotati di apparati trasmissivi bidirezionali atti a far comunicare i droni ospitati con il sistema di guida e controllo esterno,
  - dove il vertiport è controllato e comandato con un sistema PLC, o sistema equivalente, che guida i droni al suo interno per essere parcheggiati, stivati, mantenuti, sovrintendendo alle fasi di ricarica di detti veicoli,
  - dove i droni, atterrati nelle aree riservate vengono inviati alle cabine / tunnel in modalità motori spenti ma con gli apparati radio trasmissivi di comunicazione operativi collegati con il Fleet management system,
  - dove gli apparati trasmissivi di comunicazione possono essere scelti fra Bluetooth, NFC, RFID, WiFi, LTE, LoRa,
  - dove i droni vengono comandati dal fleet management e l'impianto viene comandato da un sistema informatico PLC o equivalente interfacciato al Fleet Management.
- 2) Sistema secondo la rivendicazione precedente caratterizzato da un apparato di ricarica wireless dove:

- la ricarica delle batterie comprende un sottosistema costituito da un sistema di trasmissione dell'energia, il primario, ed un sottosistema di ricezione dell'energia, il secondario;
  - dove il primario è montato a terra o su relativi supporti,
  - dove il secondario è montato sul drone,
  - dove il drone, non in fase di volo, viene ricaricato a terra o nell'area designata,
  - dove la ricarica avviene a distanza fissa e predeterminata fra il primario ed il secondario,
  - dove il sottosistema, il primario, è alimentato dalla rete elettrica e provvede al pilotaggio del trasmettitore di energia,
  - dove il sottosistema, il secondario, sul drone riceve l'energia e la utilizza per la ricarica delle batterie mediante un sistema di controllo che monitora e sovrintende alle operazioni di ricarica,
  - dove il sistema di trasmissione della energia elettrica senza fili fra primario e secondario avviene: mediante bobine primaria e secondaria che vengono fatte risonare e/o mediante antenne che irradiano a radio-frequenza energia in maniera focalizzata verso una antenna ricevente e/o un raggio laser puntato sull'apparato ricevente costituito da cellule fotovoltaiche.
- 3) Sistema secondo le precedenti rivendicazioni dove il sistema per l'invio e la ricezione di energia senza fili è costituito da due bobine, una montata sul drone, il secondario, ed una installata nello spazio dedicato, a terra nella cabina o nel tunnel, il primario,
- dove le due bobine vengono accoppiate e fatte risonare a frequenze variabili fra 20 e 140 kHz e preferibilmente a 85kHz
  - dove i droni vengono posizionati esattamente nel punto dove è massima la resa trasmittiva di energia e dove il sistema di controllo minimizza le perdite di trasferimento di energia.

- 4) Sistema secondo una delle rivendicazioni precedenti dove il circuito di compensazione delle perdite di trasferimento energia può essere scelto fra circuiti così detti: Serie-Serie, Serie-Parallelo, Parallelo-Serie, Parallelo-Parallelo e LCC.
- 5) Sistema secondo una delle rivendicazioni precedenti dove le cabine o tunnel sono dotati di porte comandate da apparati dinamici automatici per l'apertura e la chiusura della cabina o del tunnel durante le operazioni di ricarica.
- 6) Sistema secondo una delle rivendicazioni precedenti dove i sistemi di trasferimento e ricezione di energia wireless possono essere di diverso tipo e fra questi: RTP Radio Frequency Transmission Power, MPT Microwave Power Transmission, LPT Laser Power Transmission, CPT Capacity Power Transmission, IPT Inductive Power Transmission ed ultimo ICPT Inductive Capacitive Power Transmission.
- 7) Metodo per la gestione di droni soggetti alla ricarica automatica senza fili all'interno di vertiport caratterizzato dalle seguenti fasi operative:
  - Il drone come da missione in coordinamento con il fleet management si predisponde per le operazioni di ricarica,
  - Il drone atterra nell'area designata e si pone in stand-by con l'apparato di propulsione spento e l'apparato di comunicazione e telemetria acceso,
  - Il sistema di controllo esterno riceve le informazioni relative allo status del drone,
  - Il drone mediante i nastri trasportatori arriva all'interno della cabina o tunnel,
  - Il due sottosistemi primario e secondario vengono sincronizzati fra di loro,
  - Il primario collegato alla sorgente energetica viene innescato dall'apparato di controllo ed inizia a trasmettere energia verso il secondario,
  - Il sistema attua le operazioni di adattamento fra il sistema emittente ed il sistema ricevente,
  - Il secondario montato sul drone riceve l'energia che va a ricaricare le batterie il cui livello di carica viene comunicato all'esterno,

- La trasmissione di energia continua sino a quando non viene raggiunta la percentuale di ricarica delle batterie desiderata,
- A fine ciclo di ricarica il drone viene trasferito ad una delle aree operative.

FIG. 1a

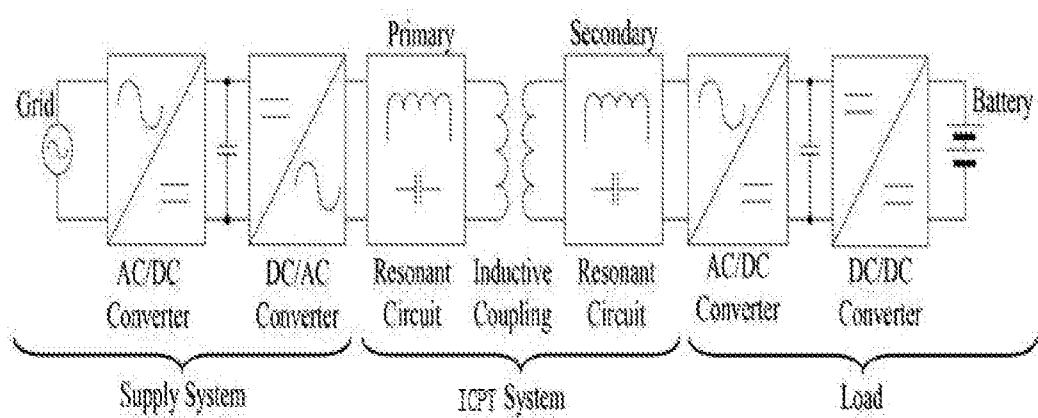


FIG. 1b

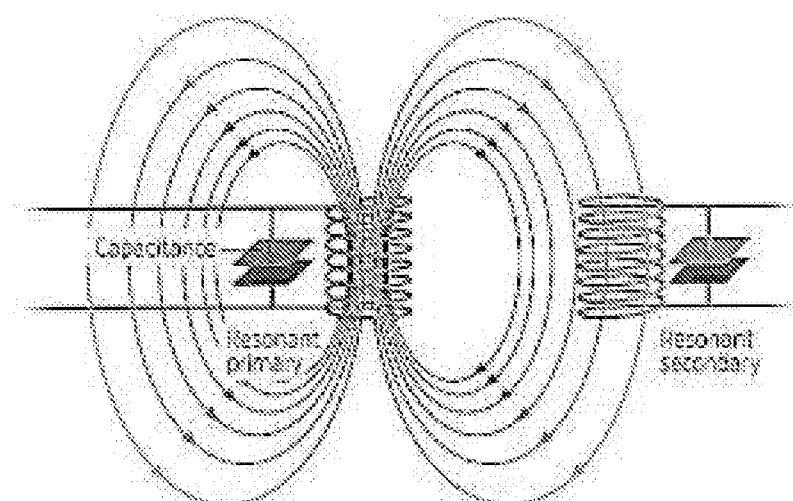


FIG. 2a

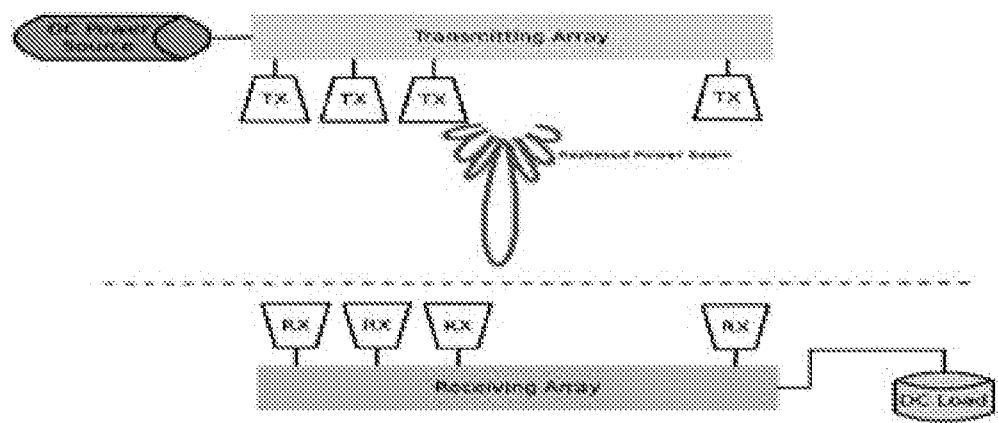


FIG. 2b

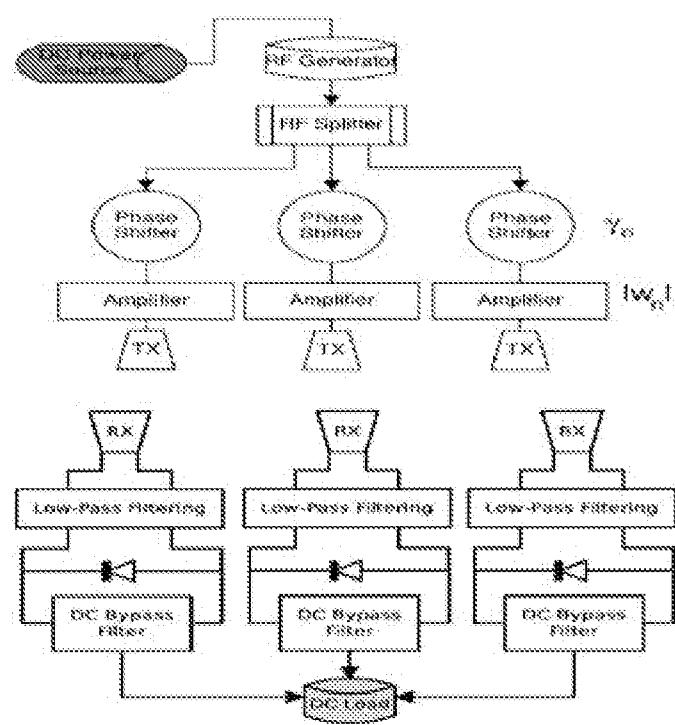


FIG. 3a

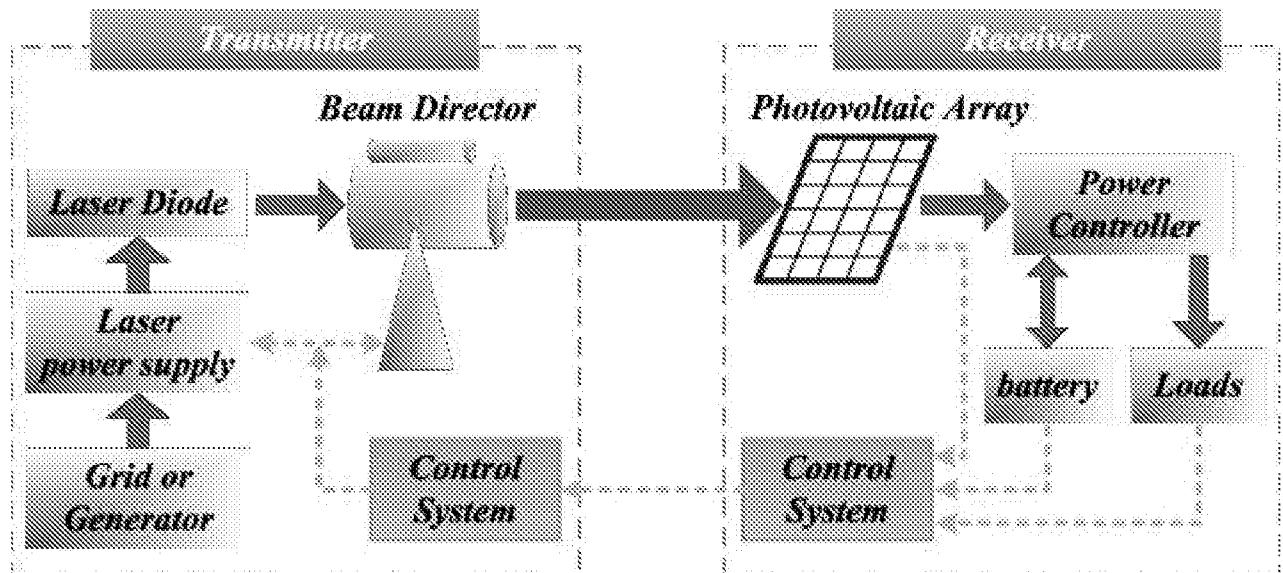


FIG. 3b

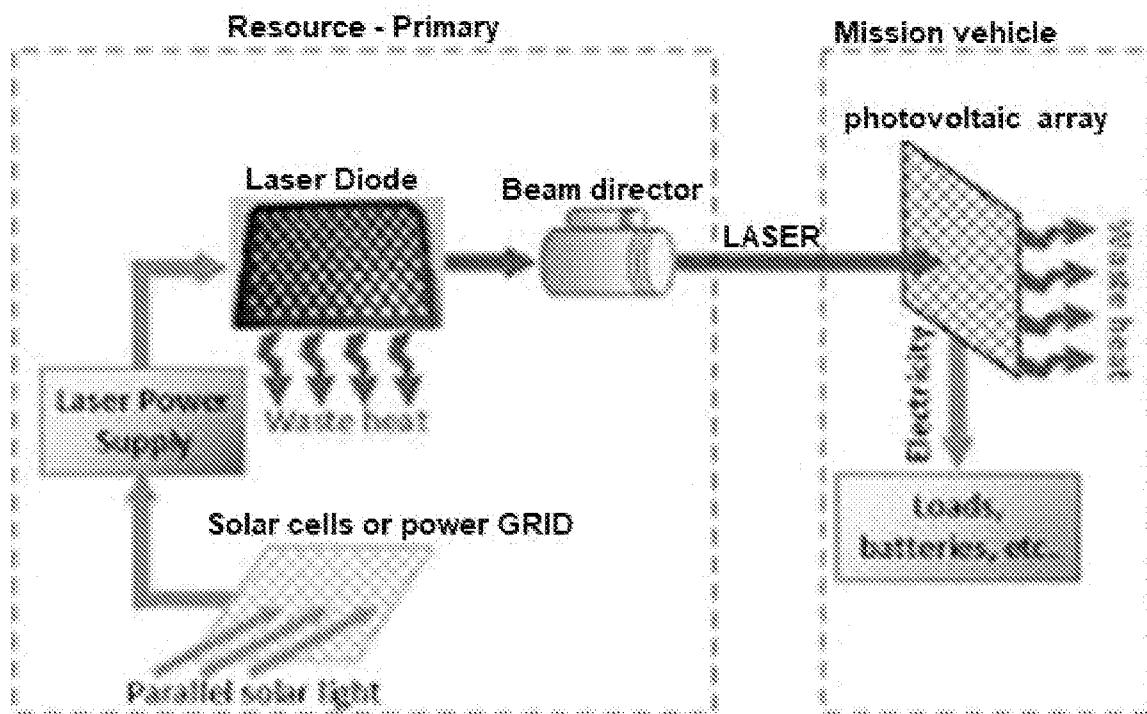


FIG. 4a

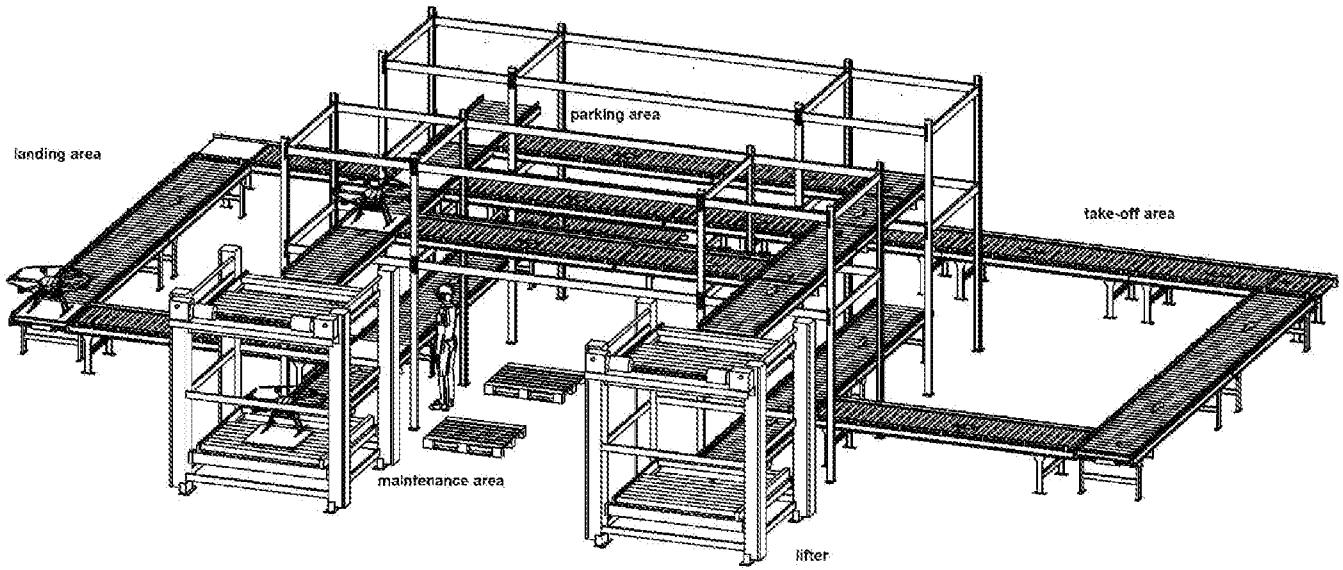


FIG. 4b

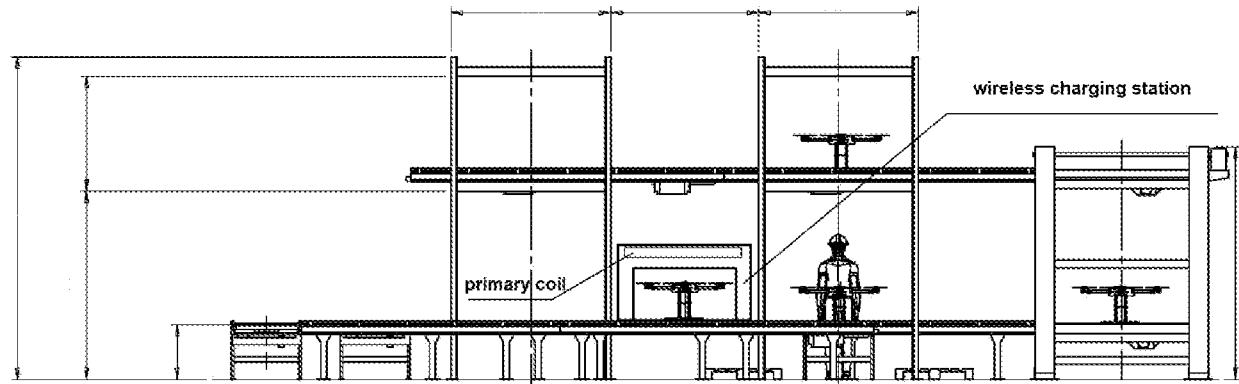


FIG. 5

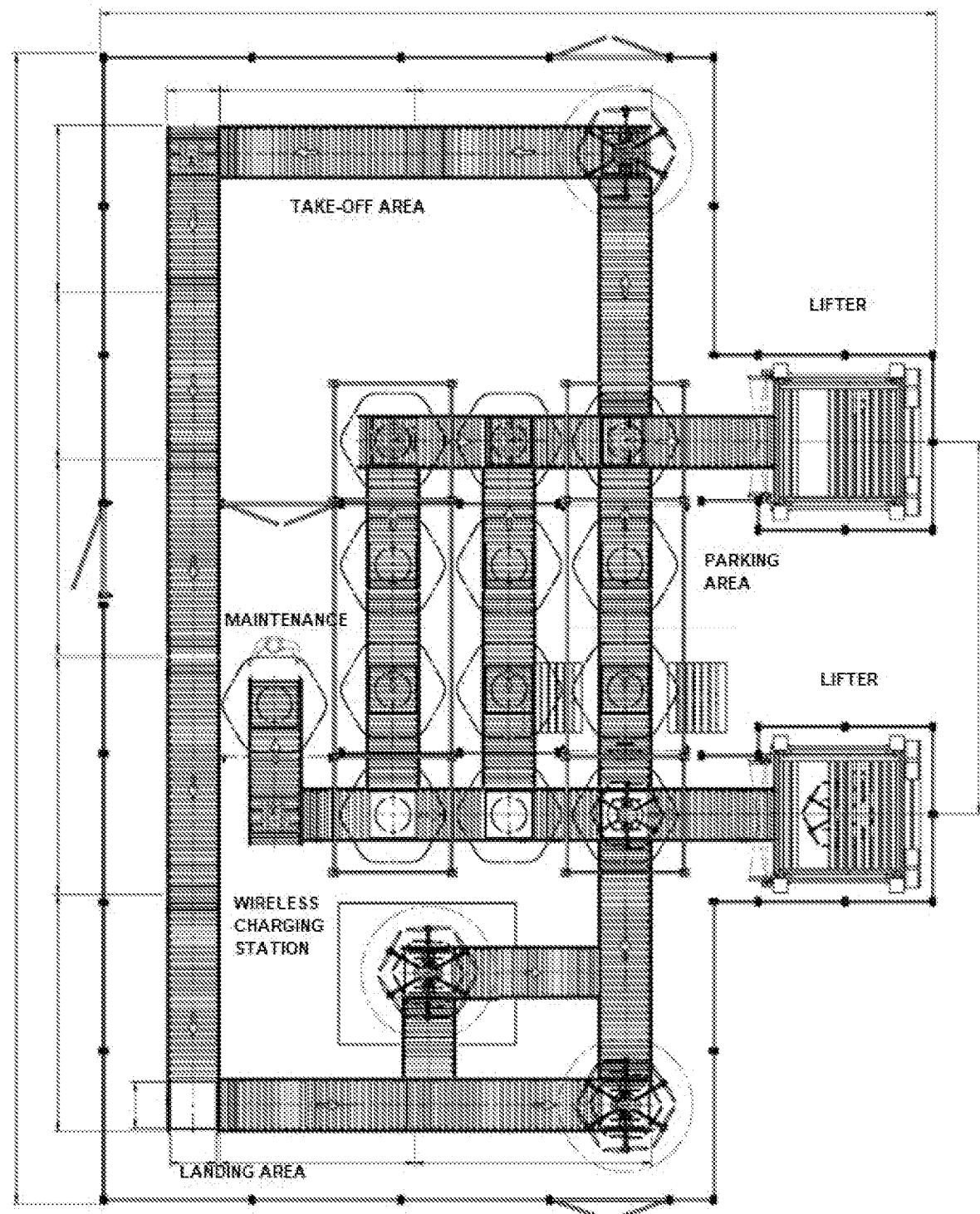
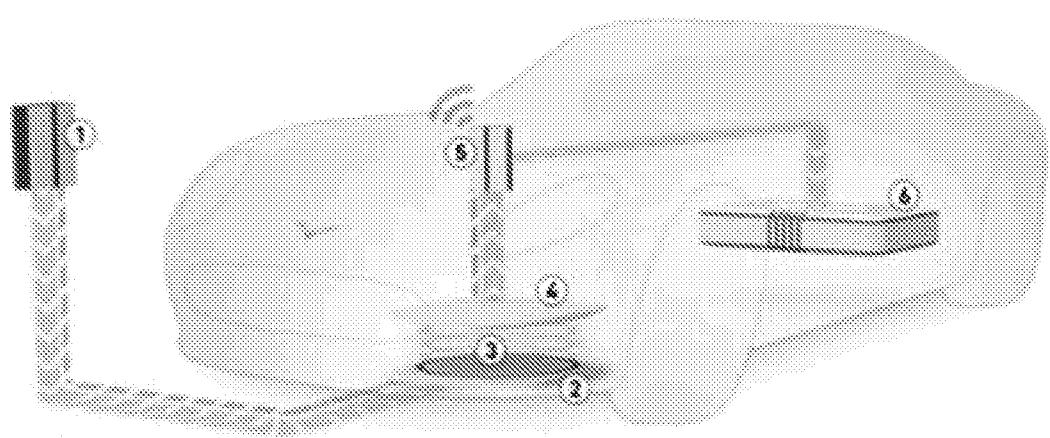


FIG. 6



- 
- ① Power Supply
  - ② Transmitter Pad
  - ③ Wireless Electricity & Data Transfer
  - ④ Receiver Pad
  - ⑤ System Controller
  - ⑥ Battery

FIG. 7

TABELLA 100

MISSION ACCOMPLISHED DRONE LANDED	-101
DRONE TRANSMIT REQUEST TO BE CHARGED	-102
TRIGGER OF THE ENERGY GENERATOR	-103
TRANSMISSION OF ENERGY TRANSDUCER	-104
RECEIVER OF ENERGY TRANSDUCER	-105
POWER FACTOR CORRECTION	-106
POWER WIRELESS PROCESSOR	-107
LOAD - DRONE BATTERIES	-108

FIG. 8

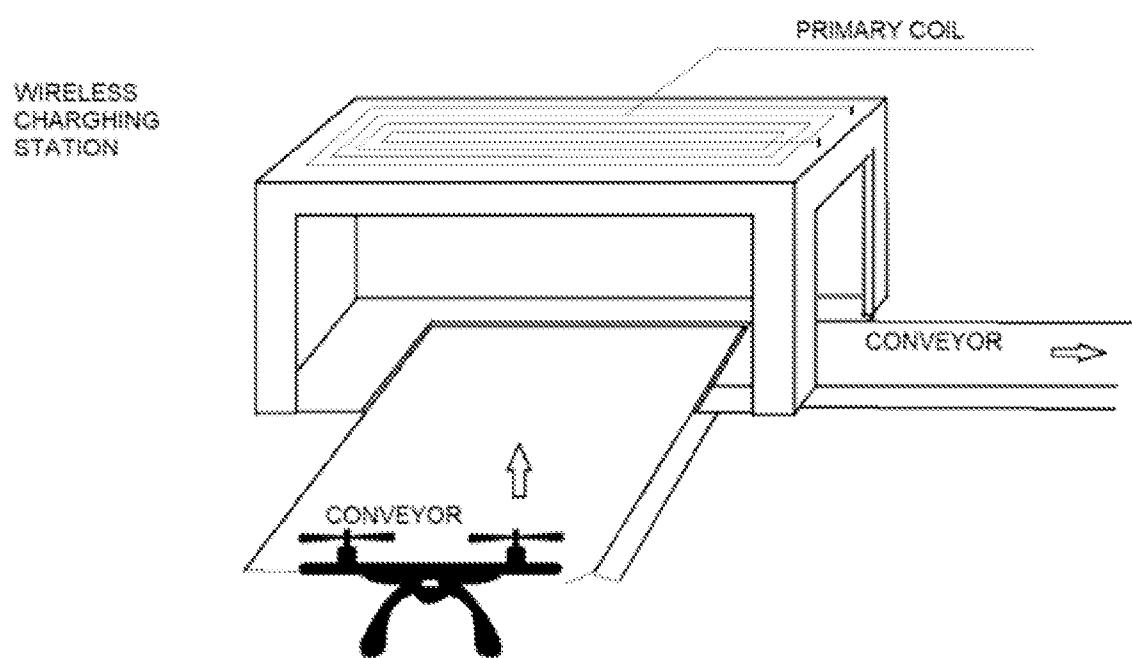


FIG. 9a

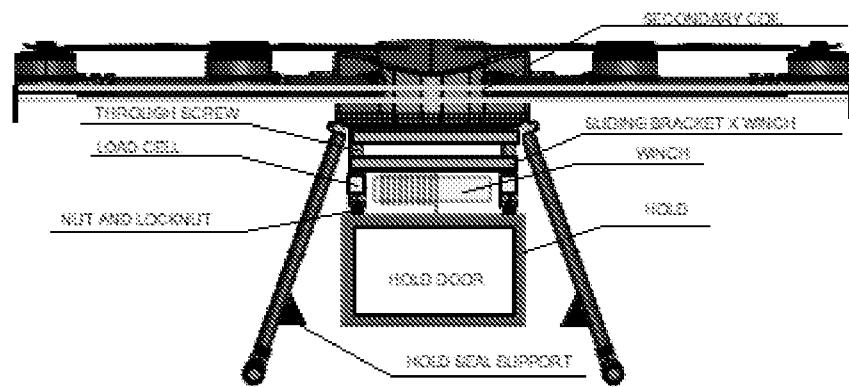


FIG. 9b

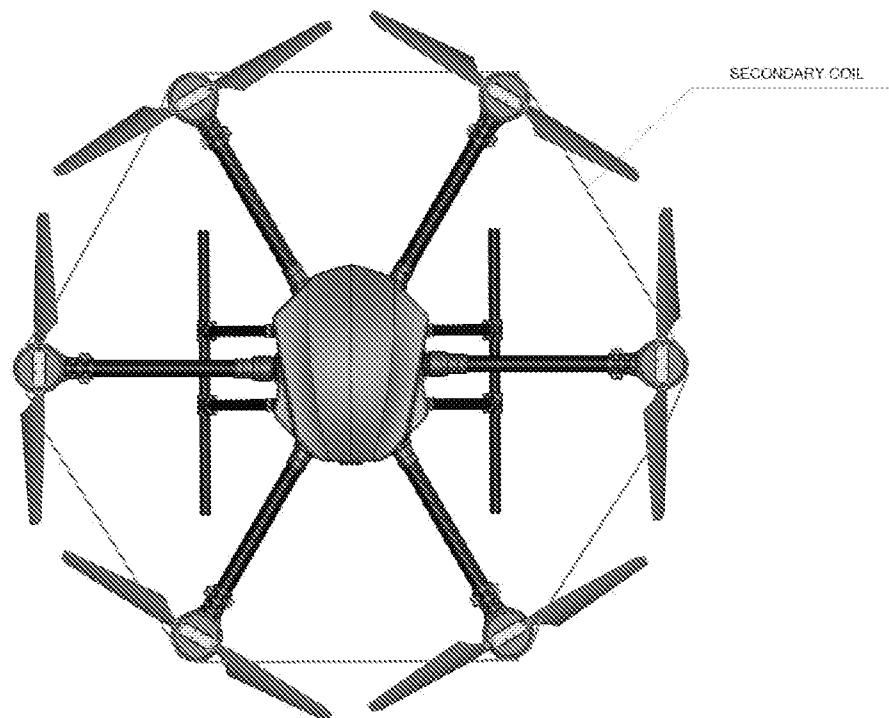


FIG. 10a

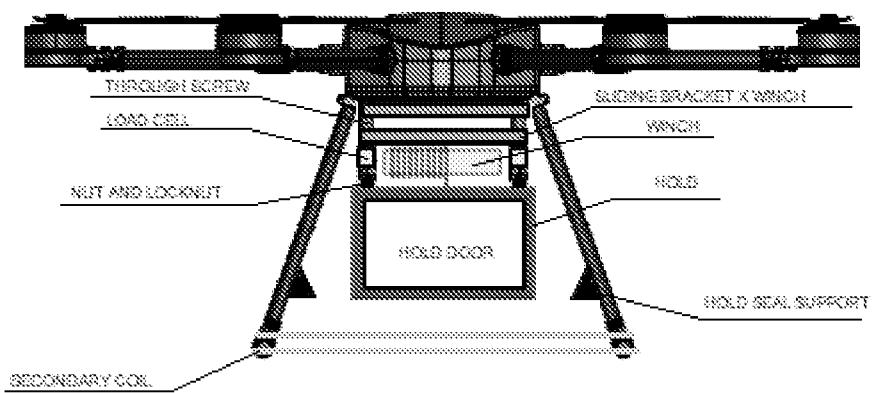


FIG. 10b

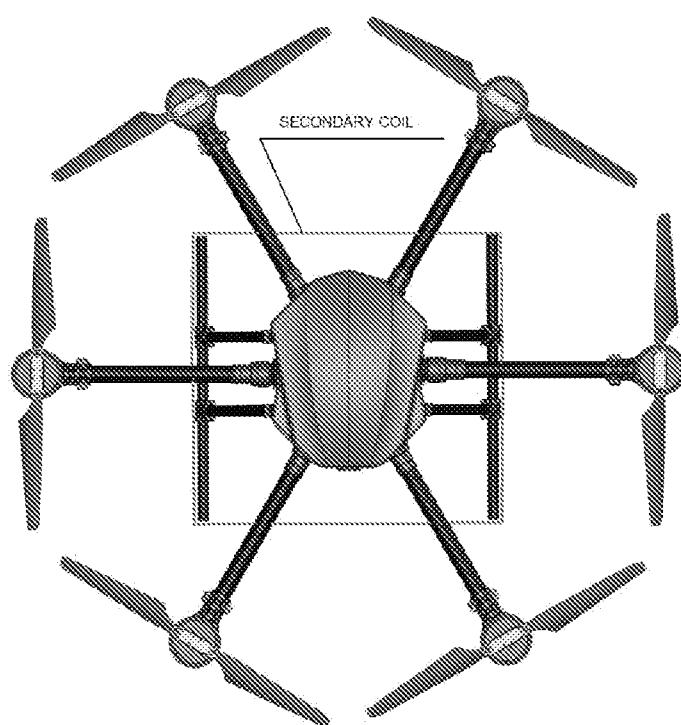


FIG. 11

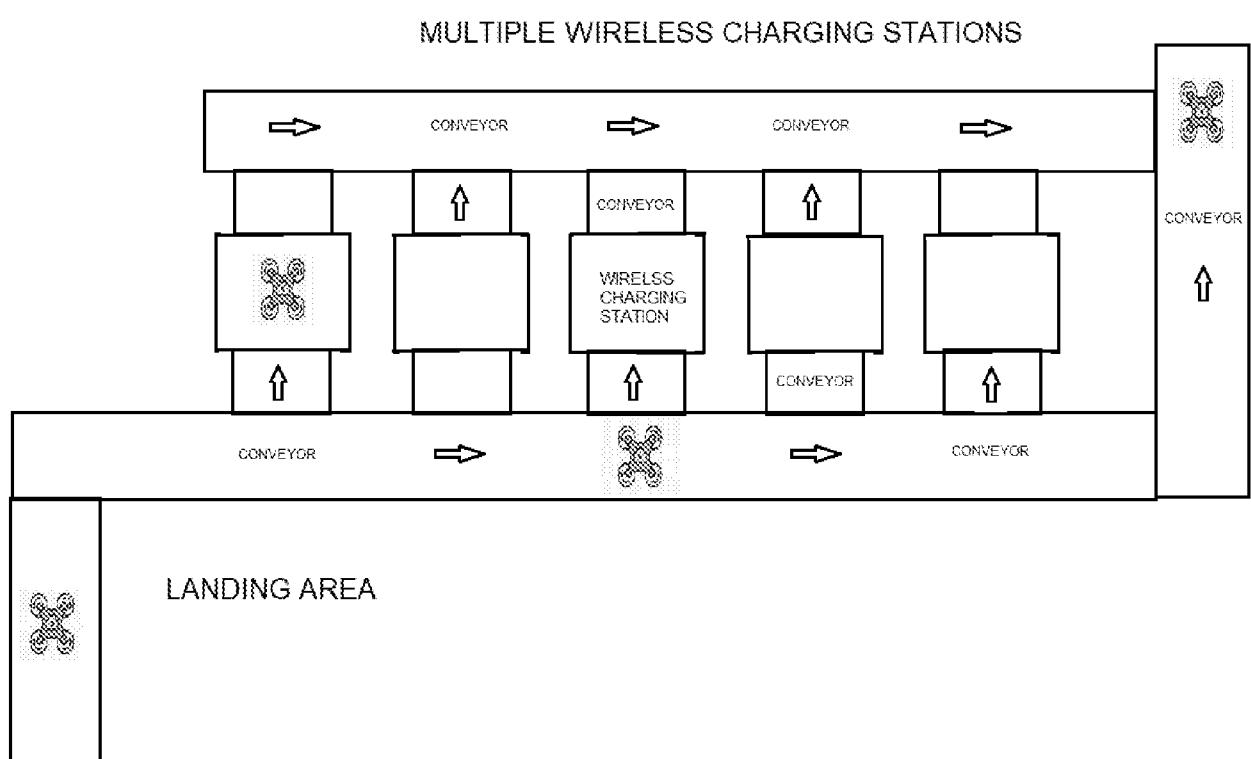


FIG. 12

