



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102006901423395
Data Deposito	15/06/2006
Data Pubblicazione	15/12/2007

Titolo

METODO DI GESTIONE DELLE MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DI UN GRUPPO MOTOPROPULSORE IBRIDO IMPIEGANTE LO STESSO
--

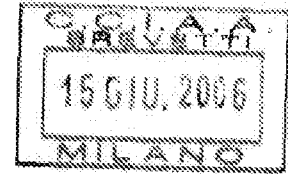
MI 2006A 001157

DESCRIZIONE del brevetto per invenzione industriale:

a nome: PIAGGIO & C. S.p.A.

di nazionalità: italiana

con sede a: PONTEDERA (PI)



La presente invenzione si riferisce ad un metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido per veicoli, in particolare scooter, e ad un gruppo motopropulsore ibrido impiegante lo stesso.

Come è noto, esistono già dei veicoli stradali, in particolare autoveicoli, impieganti sistemi a propulsione ibrida, ossia veicoli in cui vengono impiegati in maniera combinata un motore a combustione interna (nel seguito per brevità "motore termico") ed un motore elettrico.

Le soluzioni ibride note consentono l'uso alternativo o combinato dei due sistemi propulsivi: secondo una prima configurazione combinata nota, detta "ibrido serie", il motore termico ha il solo scopo di trascinare un generatore di corrente elettrica, il quale ricarica le batterie che alimentano il motore elettrico; la propulsione è pertanto effettuata esclusivamente dal motore elettrico.

Questa soluzione offre il vantaggio di ridurre i

consumi in modo sostanziale poiché il motore termico deve fornire solo la potenza media e può quindi essere fatto funzionare in condizioni stazionarie ed ottimizzate.

In una seconda configurazione, nota come configurazione "ibrido parallelo", entrambi i motori termico ed elettrico sono collegati alle ruote motrici attraverso opportuni cinematismi di trasmissione.

I gruppi motopropulsori ibridi noti presentano lo svantaggio di avere strutture complesse, essere costosi e richiedere un ingombro elevato, cosicché esistono solo poche applicazioni di un tale sistema ibrido su autoveicoli di dimensioni ridotte quali scooter.

In particolare, dal brevetto italiano con numero di domanda TO2002A001088, è noto un gruppo motopropulsore ibrido per scooter che impiega una macchina elettrica coassiale alla frizione centrifuga dell'unità di trasmissione interposta tra l'albero motore del motore termico e l'albero di trasmissione. Nella fattispecie il rotore della macchina elettrica è solidale alla campana della frizione.

Il gruppo motopropulsore ibrido per scooter noto viene pilotato secondo un metodo che prevede le

seguenti modalità operative:

- "termico", in cui la propulsione è fornita esclusivamente dal motore termico;
- "elettrico", in cui la propulsione è fornita esclusivamente dalla macchina elettrica;
- "ibrido parallelo", in cui il motore termico e la macchina elettrica concorrono ad erogare la potenza motrice; e
- "ibrido serie", in cui il motore termico viene utilizzato esclusivamente per il trascinamento di un generatore elettrico per ricaricare le batterie, mentre la coppia propulsiva alla ruota motrice viene fornita dalla sola macchina elettrica.

Le modalità operative combinate oggi giorno note per il pilotaggio di un gruppo motopropulsore ibrido per scooter non sono in grado di ottimizzare il consumo energetico del veicolo e garantire un livello di carica delle batterie ad un valore predefinito. Esse prevedono infatti solo la possibilità di erogare le coppie di entrambi i motori alla ruota motrice oppure caricare le batterie attraverso il motore termico mentre il motore elettrico eroga la coppia richiesta. In questo secondo caso è inoltre necessario l'impiego di un generatore di corrente apposito, in quanto la macchina elettrica è impegnata a funzionare da

motore, cosicché non risulta possibile sfruttare la sua caratteristica di reversibilità.

Il compito che si propone la presente invenzione è quello di eliminare gli inconvenienti sopra lamentati in tipi noti di metodi di gestione delle modalità di funzionamento di gruppi motopropulsori ibridi, escogitando un metodo che sia in grado di garantire un elevato rendimento di funzionamento in termini di ottimizzazione della gestione energetica.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo della presente invenzione è quello di realizzare un metodo di gestione delle modalità di funzionamento di gruppi motopropulsori ibridi in grado di controllare, durante il funzionamento in modalità combinata, il livello di carica delle batterie, al fine di mantenerlo ad un livello prestabilito.

Non ultimo scopo della presente invenzione è quello di ideare un gruppo motopropulsore ibrido impiegante tale metodo di gestione delle modalità operative.

Questo compito ed altri scopi vengono raggiunti dal metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido per un veicolo, in particolare uno scooter, secondo la rivendicazione 1. Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente dalla

descrizione di una forma di esecuzione preferita ma non esclusiva del metodo di gestione delle modalità di funzionamento di gruppi motopropulsori ibridi secondo il trovato, illustrato a titolo indicativo e non limitativo nei disegni annessi di cui:

- la figura 1 è una rappresentazione schematica di una prima realizzazione del gruppo motopropulsore ibrido per scooter impiegante il metodo secondo il trovato;
- la figura 2 è uno schema dei flussi di potenza scambiati tra il sistema di accumulo e la macchina elettrica in dipendenza delle modalità operative selezionate;
- la figura 3 è una rappresentazione schematica di una seconda realizzazione del gruppo motopropulsore ibrido per scooter impiegante il metodo secondo il trovato;
- la figura 4 è uno schema del sistema di controllo a gestione energetica ottimizzata del gruppo motopropulsore;
- la figura 5a è una rappresentazione schematica di una prima architettura di comunicazione tra i moduli di gestione e controllo del gruppo motopropulsore ibrido secondo il trovato;
- la figura 5b è una rappresentazione schematica di

- una seconda architettura di comunicazione tra i moduli di gestione e controllo del gruppo motopropulsore ibrido secondo il trovato;
- la figura 5c è una rappresentazione schematica di una terza architettura di comunicazione tra i moduli di gestione e controllo del gruppo motopropulsore ibrido secondo il trovato;
 - la figura 5d è una rappresentazione schematica di una quarta architettura di comunicazione tra i moduli di gestione e controllo del gruppo motopropulsore ibrido secondo il trovato;
 - la figura 6 è una rappresentazione grafica dell'elaborazione dei comandi in ingresso al dispositivo di gestione energetica.

Con riferimento alle citate figure, il gruppo motopropulsore ibrido 1 per scooter impiegante il metodo secondo l'invenzione comprende un motore termico 3 provvisto di un albero motore 4 collegato mediante un'unità di trasmissione 5 ad un albero di trasmissione del moto 6 a sua volta accoppiato ad una ruota motrice 2 mediante un riduttore 28.

L'unità di trasmissione 5 comprende una puleggia motrice 10, una puleggia condotta 11 ed una cinghia 12 avvolta intorno alle pulegge 10,11. La puleggia condotta 11 è selettivamente collegabile all'albero

di trasmissione 6 mediante una frizione centrifuga 8. Il gruppo motopropulsore ibrido 1 comprende inoltre una macchina elettrica 32 coassiale alla frizione 8 ma disposta in una posizione assiale differente sull'albero di trasmissione 6.

In particolare, la macchina elettrica 32 presenta uno statore 33 calettato su un carter fisso 34 in modo coassiale all'albero di trasmissione 6, ed un rotore 35 calettato direttamente sull'albero della trasmissione 6.

Tale disposizione innovativa della macchina elettrica 32 garantisce il contenimento degli ingombri in senso radiale rispetto alle macchine elettriche di tipo noto e riduce le inerzie della parte rotorica della macchina elettrica 32.

Non ultimo, nella disposizione descritta, il rotore 35 della macchina elettrica 32 non è soggetto a sollecitazioni dovute al calore prodotto dalla frizione centrifuga 8.

La macchina elettrica 32 impiegata nella forma di realizzazione esemplificativa descritta, è costituita da uno statore 33 con avvolgimenti di tipo trifase e da un rotore 35 a magneti permanenti, posizionati all'interno del rotore 35 stesso. La disposizione dei magneti è tale da produrre un'asimmetria nel circuito

magnetico di rotore.

Per il suo funzionamento la macchina elettrica 32 è in grado di sfruttare sia il contributo dei magneti presenti sul rotore sia l'anisotropia del circuito magnetico di rotore. Essa è dunque in grado di ruotare in entrambi i sensi ed assorbire o erogare coppia. Viene così impiegata sia per fornire coppia propulsiva allo scooter prelevando energia da un sistema di accumulo 36 o per prelevare coppia di frenatura recuperando energia nel sistema di accumulo 36.

A tal fine l'elettronica di pilotaggio 50 della macchina elettrica 32 è costituita da un primo dispositivo elettronico 51 per alimentare le fasi della macchina elettrica (inverter) e da un secondo dispositivo elettronico 52 con trasformatore ad alta frequenza per elevare la tensione di ingresso (booster).

Tale secondo dispositivo 52 è in grado di regolare la tensione di uscita indipendentemente dalle variazioni della tensione di ingresso, dovute al sistema di accumulo 36, attraverso l'uso di una induttanza in ingresso.

Come mostrato in figura 2 entrambi i dispositivi 51, 52 consentono il passaggio della potenza nelle due

direzioni: dal sistema di accumulo 36 alla macchina elettrica 32 e viceversa.

Quale sistema di accumulo 36 è previsto l'utilizzo di batterie di vario genere quali ad esempio batterie al piombo, piombo-gel, nickel-metallo idruro, litio e così via, in accoppiamento o meno con supercondensatori e di una opportuna elettronica di gestione e controllo (non raffigurata).

Il sistema di accumulo di energia ha la possibilità di essere ricaricato per il tramite di un caricabatterie esterno, come normalmente accade. Ulteriore caratteristica della suddetta elettronica di pilotaggio 50 è quella di permettere di ricaricare il sistema di accumulo di energia direttamente attraverso la macchina elettrica 32, evitando l'utilizzo di un caricabatterie esterno.

In una seconda forma di realizzazione illustrata in figura 3, è previsto l'utilizzo di una frizione comandata 21 in sostituzione della frizione a masse centrifughe 8. Tale soluzione consente di accoppiare e disaccoppiare in modo permanente il motore termico 3 alla ruota motrice 2 e al motore elettrico 32 ad essa solidale soltanto quando il sistema lo richiede. Con l'adozione della frizione comandata 21 si ha il vantaggio di poter avviare il motore termico 3

attraverso il motore elettrico 32 realizzando la strategia "idle-stop": quando il veicolo è fermo il motore termico 3 viene spento e, dopo essere ripartiti con la sola propulsione elettrica, può essere riacceso sfruttando la macchina elettrica 32, utilizzata per la propulsione, che viene resa solidale all'albero 4 del motore termico 3 tramite la frizione comandata.

Tale seconda forma realizzativa consente anche di configurare il propulsore come "ibrido-serie" con il motore elettrico che provvede alla propulsione ed il motore termico che, quando in funzione, lavora sempre nei punti di massima efficienza e attraverso un generatore elettrico montato sul un asse di uscita del motore termico ricarica le batterie.

Il sistema costituito dal motore termico 3, dal sistema di accumulo 36 e dalla macchina elettrica 32 comprensiva della relativa elettronica di pilotaggio 50, è gestito in modo tale da garantire un elevato rendimento di funzionamento.

Il sistema di accumulo 36 a bordo del veicolo viene infatti utilizzato per fornire energia o ricaricato attraverso la stessa elettronica di pilotaggio 50 della macchina elettrica 32 in maniera ottimizzata a seconda della strategia di gestione energetica

selezionata.

A tal fine è prevista un'unità di gestione energetica 38 in grado di pilotare la macchina elettrica 32 ed il motore termico 3 in maniera opportuna, attraverso appositi dispositivi di pilotaggio 39, 50, sulla base di una pluralità di parametri e/o comandi ricevuti in ingresso. L'unità di gestione energetica 38 è difatti in grado di interpretare le richieste del pilota in termini di modalità di funzionamento e di coppia di propulsione, gestendo così in maniera ottimizzata il funzionamento integrato del motore termico 3 e della macchina elettrica 32 e lo stato di carica del sistema di accumulo 36.

Per la realizzazione fisica dei dispositivi elettronici di controllo 38, 50, 39, 36 sono state previste differenti soluzioni.

La soluzione definita "compatta" prevede l'alloggiamento delle varie elettroniche di controllo 38, 50, 39, 36 descritte in precedenza su uno stesso dispositivo elettronico. Nella soluzione definita "distribuita", invece, le varie elettroniche di controllo 38, 50, 39, 36 sono alloggiate su differenti dispositivi alloggiati in vari punti sul veicolo.

Sono previste anche soluzioni intermedie in cui sono

presenti sul veicolo due o più dispositivi che implementano al loro interno una o più elettroniche di controllo.

Per le soluzioni che prevedono due o più dispositivi distribuiti sul veicolo, per un corretto funzionamento del sistema, si presenta il problema di scambio di informazioni tra le varie elettroniche di controllo. Per questo scopo è previsto l'utilizzo di una linea di comunicazione 75 che utilizzi il protocollo CAN (Control Area Network).

Nella figura 5a è illustrata la rete di comunicazione 75 CAN, con i relativi nodi, utilizzata in una forma di realizzazione preferita del veicolo provvisto di un gruppo motopropulsore ibrido impiegante il metodo secondo l'invenzione.

Ad ogni nodo CAN è associato un dispositivo elettronico con le funzionalità di seguito riportate:

- Nodo "Controllo Macchina Elettrica": corrisponde all'elettronica di pilotaggio 50 della macchina elettrica 32. Il dispositivo invia sulla linea CAN 75 informazioni riguardanti l'azionamento elettrico e riceve dalla linea stessa i vari segnali di comando dell'azionamento;
- Nodo "Controllo Motore Termico": corrisponde all'elettronica di controllo 39 del funzionamento

del motore termico. Il dispositivo invia sulla linea CAN 75 informazioni riguardanti il motore termico e riceve dalla linea stessa i vari segnali di comando;

- Nodo "Cruscotto Digitale": corrisponde ad un dispositivo di visualizzazione 74 al pilota delle informazioni sullo stato di funzionamento del veicolo. Il dispositivo riceve in ingresso i segnali da visualizzare e può eventualmente inviare informazioni su alcuni segnali che potrebbe acquisire, come ad esempio la posizione della manopola dell'acceleratore 44 ed altri definiti in seguito nel dettaglio (figura 4);
- Nodo "Controllo Sistema di Accumulo": corrisponde al sistema di accumulo 36 presente sul veicolo, il quale invia sulla linea CAN le informazioni riguardanti il proprio stato di carica e riceve in ingresso i vari segnali di comando e controllo;
- Nodo "Sistema Gestione Energetica": corrisponde all'unità di gestione energetica 38. Tale dispositivo riceve dalla linea CAN 75 i segnali inviati dagli altri dispositivi 50,39,74,36 e invia i vari segnali di comando e controllo ai differenti dispositivi.

Il dispositivo di visualizzazione 74 può essere

sostituito con un equivalente cruscotto a segnali analogici, con conseguente eliminazione del nodo "*Cruscotto Digitale*" sulla linea CAN 75. Un esempio di tale soluzione è rappresentato in figura 5b.

Se per realizzare il sistema di accumulo 36 si utilizza ad esempio una soluzione con batterie al piombo, il nodo "*Controllo Sistema di Accumulo*" può non essere presente sulla linea 75. In questo caso sarà uno degli altri dispositivi presenti sul veicolo ad acquisire le grandezze caratteristiche del sistema di accumulo 36 ed eventualmente a trasmettere i dati via CAN 75. Un esempio di tale soluzione è riportato in figura 5c.

Nel caso in cui l'unità di gestione energetica 38 sia implementata sullo stesso supporto hardware di uno dei dispositivi di controllo 50, 39 presenti sul veicolo, il nodo "*Sistema Gestione Energetica*" potrà essere eliminato. In questo caso il dispositivo di controllo 50, 39 che implementa le funzionalità dell'unità di gestione energetica 38 assolverà ai relativi compiti di gestione. Un esempio di tale soluzione è riportato in figura 5d.

Il metodo implementato dall'unità di gestione energetica 38 per la gestione delle modalità di funzionamento del gruppo motopropulsore ibrido viene

descritto qui di seguito.

In termini generali, l'unità di gestione energetica 38, al fine di selezionare la modalità di funzionamento del gruppo motopropulsore ibrido 1 ottimale da un punto di vista energetico, esegue i seguenti passi:

- a) l'unità di gestione energetica 38 riceve in ingresso una pluralità di parametri e/o comandi, tra cui la strategia di gestione impostata dal pilota attraverso i selettori A, B, C, D, la rotazione della manopola dell'acceleratore 44, lo stato del freno 45, la velocità di rotazione del rotore 35 della macchina elettrica 32, la posizione angolare della valvola a farfalla 40, la coppia erogata dal motore termico 3, la velocità di rotazione del motore termico 3 e lo stato di carica del sistema di accumulo 36;
- b) in base ai parametri e/o comandi ricevuti in ingresso, l'unità di gestione energetica 38 determina lo stato del veicolo e la richiesta di coppia del pilota;
- c) in base ai valori determinati al passo b) vengono pilotati sia il motore termico 3 sia la macchina elettrica 32 in modo tale che la somma della coppia fornita da entrambe le motorizzazioni equivalga a quella richiesta dal pilota.

Il metodo di gestione delle modalità di funzionamento del gruppo motopropulsore ibrido secondo l'invenzione prevede che il pilota possa selezionare tra le seguenti strategie di gestione:

- *Puro elettrico*, in cui la sola macchina elettrica è utilizzata per la propulsione;

- *Ibrido standard*, in cui sia la macchina elettrica sia il motore termico sono utilizzati per la propulsione e l'unità di gestione energetica 38 mantiene lo stato di carica delle batterie ad un prefissato livello;

- *Ibrido alta carica*, in cui l'unità di gestione energetica 38 gestisce le due macchine in modo da soddisfare la richiesta di coppia del pilota e cercare di caricare quanto più possibile il sistema di accumulo;

- *Ibrido bassa carica*, in cui l'unità di gestione energetica 38 gestisce le due macchine in modo da soddisfare la richiesta di coppia del pilota e minimizzare i consumi di combustibile utilizzando l'energia contenuta nel sistema di accumulo.

Nella strategia di gestione *puro elettrico* la frizione 8 disaccoppia meccanicamente, in modo permanente, il motore termico 3 dalla macchina elettrica 32 e dunque anche la ruota motrice 2 del

veicolo ad essa solidale. In tale modalità quando la coppia richiesta è positiva, essa viene fornita dalla sola macchina elettrica 32, mentre in caso la coppia richiesta sia negativa, alla macchina elettrica 32 viene richiesta una coppia frenante.

Con particolare riferimento alle strategie di gestione combinate del sistema di accumulo e/o trazione, l'unità di gestione energetica 38 è in grado, a seconda della strategia di gestione selezionata dal pilota, di operare nei seguenti modi operativi:

- I) utilizzare parte della potenza fornita dal motore termico per ricaricare le batterie attraverso la macchina elettrica, che funzionerà da generatore;
- II) utilizzare la macchina elettrica in sostituzione di parte della potenza necessaria alla propulsione fornita dal motore termico, utilizzando l'energia contenuta nel sistema di accumulo;
- III) utilizzare in contemporanea alla massima potenza erogabile dal motore termico quella erogabile dalla macchina elettrica;
- IV) gestire le due macchine in modo tale da mantenere un determinato livello di carica nel sistema di accumulo.

Con riferimento alla figura 6 viene ora spiegato in

maniera esemplificativa come il dispositivo di gestione energetica 38 determini, a seconda della strategia di gestione combinata selezionata, in quale modalità operativa pilotare il motore termico 3 e la macchina elettrica.

In figura 6 con il numero di riferimento 61 è indicata la coppia massima disponibile risultante dalla somma della coppia massima erogabile dal motore termico e quella massima erogabile dal motore elettrico; la curva relativa alla coppia massima disponibile del solo motore termico è indicata col numero di riferimento 62; il numero 63 si riferisce alla coppia assorbita dalla macchina elettrica in decelerazione; la coppia frenante assorbita dalla macchina elettrica in frenatura è identificata col numero 64; il numero 65 indica la coppia massima che la macchina elettrica può assorbire funzionando da generatore; infine il numero 66 si riferisce alla corsa totale dell'acceleratore in percento.

Durante il funzionamento del veicolo, il segmento verticale 66 della corsa dell'acceleratore rimane compreso tra la coppia propulsiva massima 61 e la coppia frenante assorbita dalla macchina elettrica in decelerazione 63, ma si sposta in corrispondenza della velocità di rotazione della puleggia condotta

11.

Per ogni istante di tempo t , l'unità di gestione energetica 38 posiziona il segmento verticale 66 in corrispondenza del valore del numero di giri di rotazione della puleggia condotta 11 e riporta su tale segmento l'attuale posizione in percento della manopola dell'acceleratore 44.

Il punto così fissato corrisponde sull'asse delle ordinate ad un valore di coppia. Tale valore è interpretato come una richiesta di coppia da parte del pilota.

Nel caso di strategia di gestione combinata ibrido standard, la richiesta di coppia viene soddisfatta in maniera differente a seconda della zona, tra le seguenti tre, in cui ricade:

- tra la linea 63 identificante la coppia frenante assorbita dalla macchina elettrica in decelerazione e l'asse orizzontale. In questo caso la coppia richiesta è negativa: l'unità di gestione energetica 38 comanda la chiusura della valvola a farfalla 40 ed, eventualmente, chiude l'erogazione del combustibile attraverso il dispositivo di controllo 39 e, al di sopra di una determinata velocità, invia un riferimento di coppia negativo alla macchina elettrica 32 che sarà chiamata a funzionare da

generatore, recuperando energia in batteria;

- tra l'asse orizzontale e la linea 62 identificante la coppia propulsiva massima disponibile del solo motore termico. La coppia richiesta in questo caso è positiva e minore della massima coppia erogabile del motore termico: l'unità di gestione energetica 38 comanda l'apertura della valvola a farfalla 40 attraverso il dispositivo di controllo 39 in modo da regolare l'afflusso di miscela aria-benzina all'interno della camera di combustione e invia un riferimento alla macchina elettrica 32 (positivo o negativo) in modo tale da soddisfare la richiesta di coppia, controllare il livello dello stato di carica e ottimizzare il funzionamento del motore termico 3.

- tra la linea 62 e la linea 61 relativa alla coppia propulsiva massima disponibile. In questo caso la coppia richiesta è maggiore della massima coppia erogabile del motore termico 3: l'unità di gestione energetica 38 comanda l'apertura della valvola a farfalla 40 attraverso il dispositivo di controllo 39 in modo tale che il motore termico 3 eroghi la massima coppia e invia un riferimento di coppia positivo alla macchina elettrica 32 per soddisfare la maggiore richiesta di coppia da parte del pilota.

Infine, se il pilota aziona la leva del freno 45,

l'unità di gestione energetica 38 invia un riferimento di coppia negativo alla macchina elettrica 32 uguale al corrispondente valore di coppia sulla curva 64 alla data velocità di rotazione della puleggia condotta 11.

La strategia di gestione combinata *ibrido alta carica* ha lo scopo di permettere una quanto più veloce ricarica del sistema di accumulo 36 ed un successivo mantenimento dello stato di carica al valore massimo raggiunto.

Quando la coppia richiesta si trova tra la linea 62 identificante la coppia massima disponibile del solo motore termico 3 e la linea 61 relativa alla coppia massima disponibile, il valore di coppia massima in funzione del numero di giri è determinato in modo da non compromettere sensibilmente le prestazioni del veicolo in accelerazione. In questo modo si limiterà la coppia propulsiva fornita dalla macchina elettrica e di conseguenza l'energia prelevata dalle batterie. Quando invece la coppia richiesta è compresa tra l'asse orizzontale e la linea 62, il motore termico fornirà tutta la coppia necessaria alla propulsione. Inoltre, nel caso in cui esso operi in zone di massima efficienza, il sistema utilizzerà la sua coppia in eccesso rispetto a quella richiesta, per

ricaricare il sistema di accumulo, facendo lavorare la macchina elettrica da generatore.

Nelle fasi di decelerazione e frenata il sistema si comporterà nello stesso modo della modalità *ibrido standard*, facendo funzionare la macchina elettrica da generatore, ricaricando energia nel sistema di accumulo.

Nella modalità *ibrido bassa carica*, lo scopo è quello di privilegiare l'uso dell'energia presente nella macchina elettrica 32 piuttosto che quella proveniente dal combustibile, in modo da ridurre il consumo di carburante.

La differenza sostanziale con il controllo utilizzato nella modalità *ibrido standard* si riscontra quando la richiesta di coppia del pilota cade all'interno della zona compresa tra l'asse orizzontale e la linea 62: la macchina elettrica 32 fornisce una parte della coppia richiesta, mentre la restante parte è fornita dal motore termico 3. La coppia richiesta alla macchina elettrica 32 deve essere comunque tale da mantenere il funzionamento del motore termico 3 all'interno di una zona a massima efficienza.

Nel caso il motore termico 3 non sia a carburatore ma a iniezione, per il pilotaggio dell'erogazione della coppia è previsto l'utilizzo di un dispositivo

elettronico 39 in grado di regolare l'afflusso di aria all'interno del motore e gestire i parametri caratteristici dell'iniezione in modo automatico.

Si è in pratica constatato come il metodo secondo il trovato così descritto, garantisca una gestione delle modalità di funzionamento di gruppi motopropulsori ibridi tale da raggiungere un elevato rendimento di funzionamento in termini di ottimizzazione della gestione energetica.

Si è infatti accertato come la macchina elettrica venga pilotata come motore o come generatore di corrente a seconda delle esigenze di ottimizzazione del consumo energetico. La particolare gestione inventiva permette alla macchina elettrica di mantenere lo stato di carica ad un valore prefissato, il quale può corrispondere al massimo della carica o ad un altro valore preimpostato, oppure di contribuire all'erogazione della coppia propulsiva in modo tale da far lavorare il motore termico in maniera ottimizzata.

Non ultimo si è verificato come il gruppo motopropulsore ibrido per scooter descritto sia in grado di implementare il metodo di gestione delle modalità operative secondo l'invenzione.

L'invenzione così concepita è suscettibile di

numerose modifiche, aggiunte e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo.

Perciò, l'ambito di protezione definito dalle rivendicazioni non deve essere limitato dalle forme di realizzazione preferite illustrate nella descrizione e nelle figure sotto forma di esempi, ma piuttosto deve comprendere tutte le caratteristiche di novità brevettabile che risiedono nella presente invenzione, compreso le caratteristiche che sarebbero considerate come equivalenti dal tecnico del ramo.

Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido per un veicolo, in particolare uno scooter, comprendente almeno un motore a combustione interna (3) ed una macchina elettrica (32), il metodo comprendendo le fasi che consistono nel:

a) determinare una coppia richiesta e uno stato di veicolo sulla base di una pluralità di parametri e/o comandi ricevuti in ingresso;

e si caratterizza per il fatto di comprendere le fasi che consistono nel:

b) pilotare il motore a combustione interna (3) di modo tale che non eroghi coppia e comandare la macchina elettrica (32) in modo che funzioni da generatore per la carica di un dispositivo di accumulo (36), quando detta coppia richiesta è negativa;

c) comandare detto motore a combustione interna (3) e/o detta macchina elettrica (32) in modo tale da

- soddisfare detta coppia richiesta; e/o
- portare detto dispositivo di accumulo (36) ad un livello di carica prestabilito e/o operare detto motore a combustione interna (3) in regime di massima efficienza,

quando detta coppia richiesta è positiva ed inferiore alla massima coppia erogabile da detto motore a combustione interna (3);

d) comandare detto motore a combustione interna (3) e/o detta macchina elettrica (32) in erogazione di coppia propulsiva, in modo tale da soddisfare detta coppia richiesta, quando detta coppia richiesta è positiva e superiore alla massima coppia erogabile da detto motore a combustione interna (3).

2. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 1, in cui detta pluralità di parametri e/o comandi impiegati nella determinazione di detta coppia richiesta e di detto stato di veicolo è scelta dal gruppo costituito da:

- la strategia di gestione di detto veicolo;
- la rotazione di una manopola dell'acceleratore (44) di detto veicolo;
- lo stato di almeno un freno (45) di detto veicolo;
- la velocità di rotazione di un rotore (35) di detta macchina elettrica (32);
- la coppia erogata dal motore a combustione interna (3);
- la velocità di rotazione del motore a combustione interna (3);

- la posizione angolare di una valvola a farfalla (40) di detto motore a combustione interna (3);
- l'afflusso di aria all'interno di detto motore a combustione interna (3);
- lo stato di carica di detto sistema di accumulo (36)

e loro combinazioni.

3. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 2, in cui detto comando relativo alla strategia di gestione di detto veicolo può essere scelto dal gruppo costituito da:

- modo operativo puro elettrico in cui la sola macchina elettrica (32) è utilizzata per la propulsione;
- modo operativo ibrido standard in cui sia la macchina elettrica (32) sia il motore a combustione interna (3) sono utilizzati per la propulsione e lo stato di carica del dispositivo di accumulo (36) è mantenuto ad un livello prefissato;
- modo operativo ibrido alta carica in cui sia la macchina elettrica (32) sia il motore a combustione interna (3) operano in modo da soddisfare la coppia richiesta e caricare quanto

più possibile il sistema di accumulo (36);

- modo operativo *ibrido bassa carica* in cui sia la macchina elettrica (32) sia il motore a combustione interna (3) operano in modo da soddisfare la coppia richiesta minimizzando i consumi di combustibile.

4. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 3, in cui, quando detta strategia di gestione è il modo operativo *ibrido standard*:

- in detta fase c) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da fornire tutta la coppia richiesta, utilizzando inoltre una coppia in eccesso per la ricarica di detto sistema di accumulo (36) ad un livello di carica prestabilito, in caso detto sistema di accumulo (36) presenti un livello di carica inferiore a detto livello prestabilito; e
- in detta fase d) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da erogare la massima coppia erogabile e detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da soddisfare la maggiore richiesta di coppia.

5. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 3 in cui, quando detta strategia di

gestione è il modo operativo *ibrido standard*:

- in detta fase c) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da lavorare in regime di massima efficienza, detto sistema di accumulo (36) essendo sostanzialmente ad un livello di carica prestabilito, e detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da soddisfare la maggiore richiesta di coppia; e

- in detta fase d) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da erogare la massima coppia erogabile e detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da soddisfare la maggiore richiesta di coppia.

6. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 3 in cui, quando detta strategia di gestione è il modo operativo *ibrido alta carica*:

- in detta fase c) detto motore termico (3) è comandato in modo tale da erogare tutta la coppia richiesta, utilizzando una coppia in eccesso per la ricarica di detto sistema di accumulo (36), in caso detto motore a combustione interna (3) operi in regime di massima efficienza; e

- in detta fase d) detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da fornire una coppia

propulsiva limitata e detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da fornire la massima coppia erogabile.

7. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 3 in cui, quando detta strategia di gestione è il modo operativo *ibrido bassa carica*:

- in detta fase c) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da lavorare in regime di massima efficienza e detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da soddisfare la maggiore richiesta di coppia; e

- in detta fase d) detto motore a combustione interna (3) è comandato in modo tale da erogare la massima coppia erogabile e detta macchina elettrica (32) è comandata in modo tale da soddisfare la maggiore richiesta di coppia.

8. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento di un gruppo motopropulsore ibrido secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre la fase che consiste nell'inviare un riferimento di coppia negativo alla macchina elettrica (32) in corrispondenza dell'azionamento dell'almeno un freno (45).

9. Metodo di gestione delle modalità di funzionamento

di un gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 3 in cui, quando detta strategia di gestione è il modo operativo *puro elettrico*:

- in detta fase b) detta macchina elettrica (32) eroga una coppia frenante;
- in dette fasi c) e d) solo detta macchina elettrica (32) è comandata in erogazione di coppia propulsiva.

10. Gruppo motopropulsore ibrido per veicoli, in particolare scooter, comprendente almeno un motore a combustione interna (3) ed almeno una macchina elettrica (32) azionabile in alternativa o in combinazione con detto motore a combustione interna (3) caratterizzato dal fatto di comprendere un'unità di gestione energetica (38) per il pilotaggio di detti almeno un motore a combustione interna (3) e almeno una macchina elettrica (32) in risposta ad una pluralità di segnali di ingresso secondo il metodo definito nella rivendicazione 1.

11. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 10 caratterizzato dal fatto che detta pluralità di segnali in ingresso corrisponde a uno o più parametri scelti dal gruppo costituito da:

- la strategia di gestione di detto veicolo;
- la rotazione di una manopola dell'acceleratore (44) di detto veicolo;

- lo stato di almeno un freno (45) di detto veicolo;
- la velocità di rotazione di un rotore (35) di detta macchina elettrica (32);
- la posizione angolare di una valvola a farfalla (40) di detto motore a combustione interna (3);
- la coppia erogata dal motore a combustione interna (3);
- la velocità di rotazione del motore a combustione interna (3);
- l'afflusso di aria all'interno di detto motore a combustione interna (3);
- lo stato di carica di detto sistema di accumulo (36).

12. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni 10 o 11 caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (32) è di tipo reversibile.

13. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 12 caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (32) comprende uno statore (33) con avvolgimenti di tipo trifase ed un rotore (35).

14. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 13 caratterizzato dal fatto che detto rotore (35) è a magneti permanenti, detti magneti essendo posizionati all'interno del rotore

(35) in modo tale da produrre un'asimmetria nel circuito magnetico di rotore.

15. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 13 o 14 caratterizzato dal fatto che detto statore (33) è calettato su un carter fisso (34) in modo coassiale ad un albero di trasmissione (6) di detto veicolo, e detto rotore (35) è calettato direttamente su detto albero della trasmissione (6).

16. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 15 caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (32) presenta un'elettronica di pilotaggio (50) comprendente un primo dispositivo elettronico (51) atto ad alimentare le fasi di detta macchina elettrica (32) e/o un secondo dispositivo elettronico (52) atto ad elevare la tensione di ingresso.

17. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 16 caratterizzato dal fatto che detto secondo dispositivo elettronico (52) è realizzato con trasformatore ad alta frequenza.

18. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 16 o 17 caratterizzato dal fatto che detto primo dispositivo elettronico (51) è un *inverter* e detto secondo dispositivo elettronico (52) è un *booster*.

19. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 18 caratterizzato dal fatto che detto motore a combustione interna (3) è pilotato in erogazione della coppia da una elettronica di pilotaggio (39).

20. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 19 caratterizzato dal fatto che detta unità di gestione energetica (38) è implementata su almeno uno tra detta elettronica di pilotaggio (50) di detta macchina elettrica (32) e detto dispositivo di pilotaggio (39) di detto motore a combustione interna (3).

21. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 19 o 20 caratterizzato dal fatto che detta unità di gestione energetica (38) invia segnali di pilotaggio ad almeno uno tra

- detta elettronica di pilotaggio (50) di detta macchina elettrica (32);
- detto dispositivo di pilotaggio (39) di detto motore a combustione interna (3);
- detto sistema di accumulo (36);
- un cruscotto digitale (74).

22. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 21 caratterizzato dal fatto che detta unità di gestione energetica (38) comunica con detti

elettronica di pilotaggio (50), dispositivo di pilotaggio (39), sistema di accumulo (36) e cruscotto digitale (74) attraverso una linea di comunicazione (75).

23. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che detta linea di comunicazione (75) utilizza il protocollo di comunicazione CAN (Control Area Network).

24. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 23, caratterizzato dal fatto che detto motore a combustione termica (3) è accoppiato ad una frizione a masse centrifughe (8).

25. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una delle rivendicazioni da 10 a 23, caratterizzato dal fatto che detto motore a combustione termica (3) è accoppiato ad una frizione comandata (21).

26. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 25 caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (32) è utilizzata per l'accensione del motore a combustione termica (3) realizzando la strategia "idle-stop".

27. Gruppo motopropulsore ibrido secondo la rivendicazione 25 o 26 caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (32) è pilotata in modo tale da erogare la propulsione richiesta e detto motore a

combustione interna (3) è pilotato in modo tale da lavorare nei punti di massima efficienza, ricaricando detto sistema di accumulo (36) attraverso un generatore elettrico montato sul un asse di uscita di detto motore a combustione interna (3).

28. Gruppo motopropulsore ibrido secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 15 a 27 caratterizzato dal fatto che detta elettronica di pilotaggio (50) è utilizzata per ricaricare detto sistema di accumulo (36).

29. Un prodotto per calcolatore direttamente caricabile nella memoria interna di un calcolatore digitale comprendente porzioni di codice atte ad implementare le fasi delle rivendicazioni da 1 a 9 quando tale prodotto è eseguito su detto calcolatore.

Barzanò & Zanardo Milano SpA

/FS/SIM

I MANDATARI
(firma) 
(per sé e per gli altri)

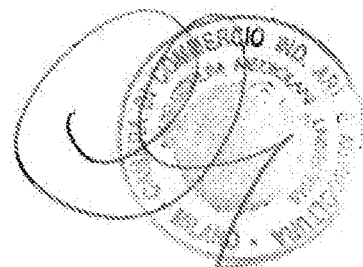


Fig. 1

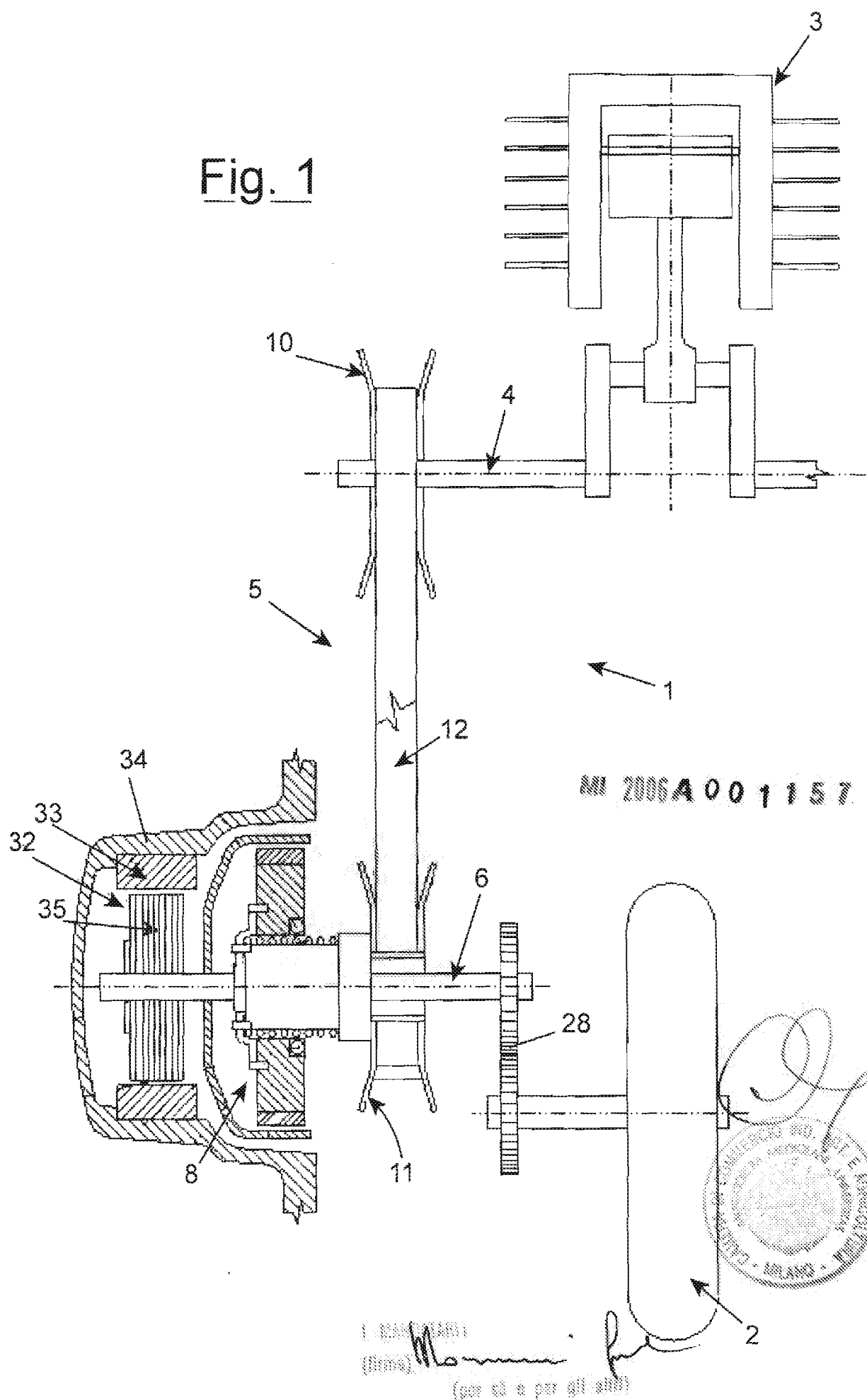


Fig. 2

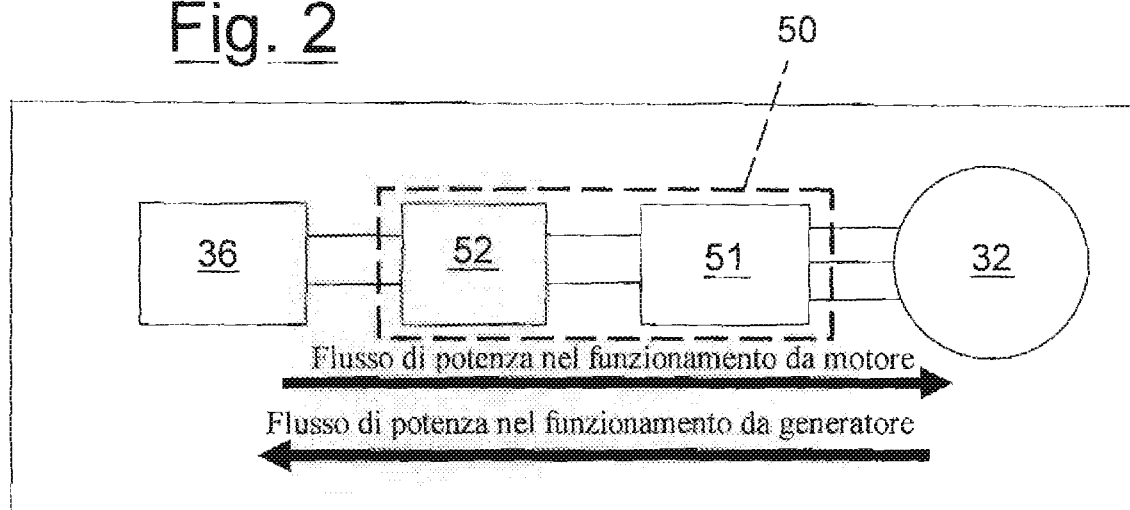


Fig. 3

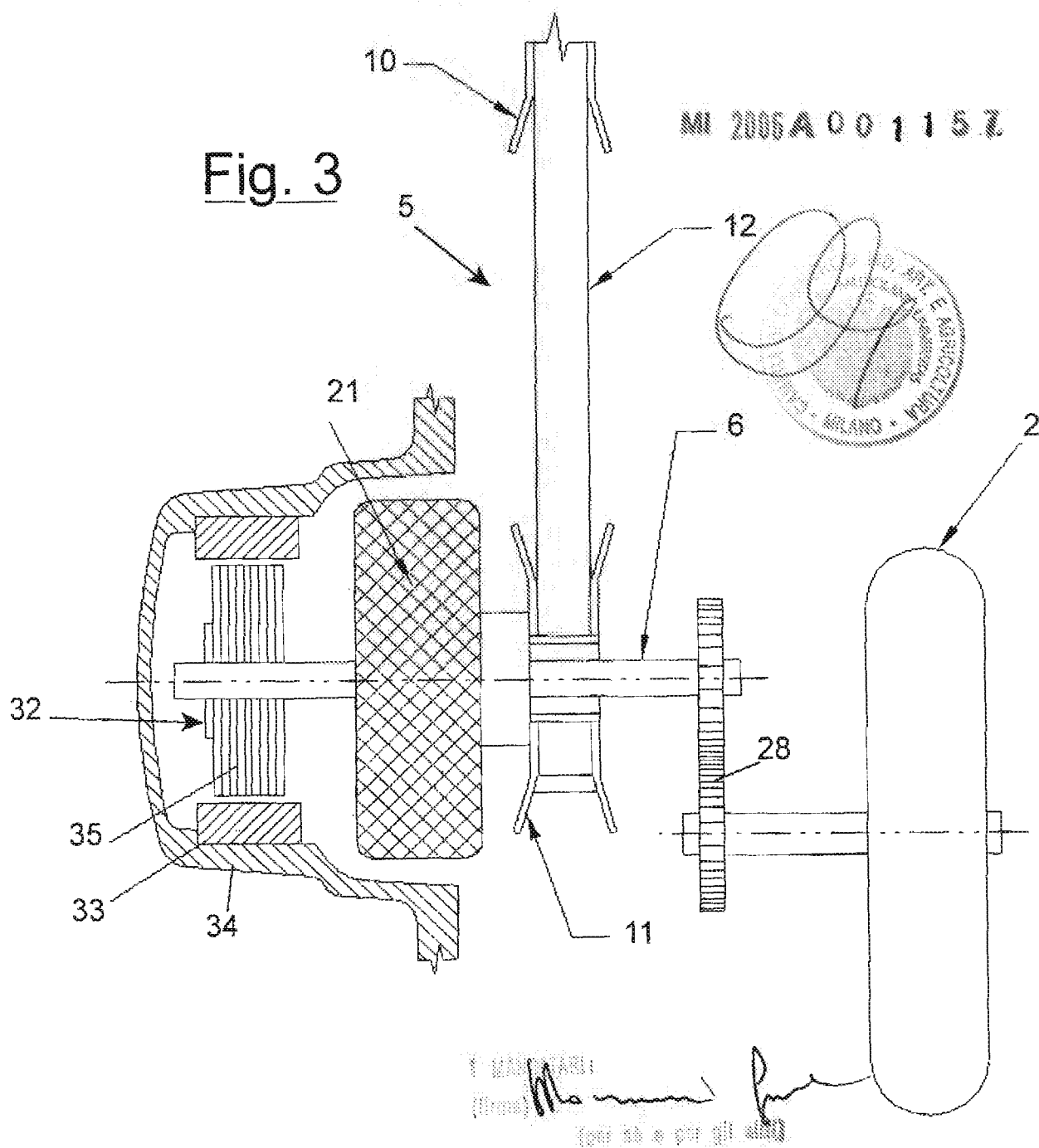
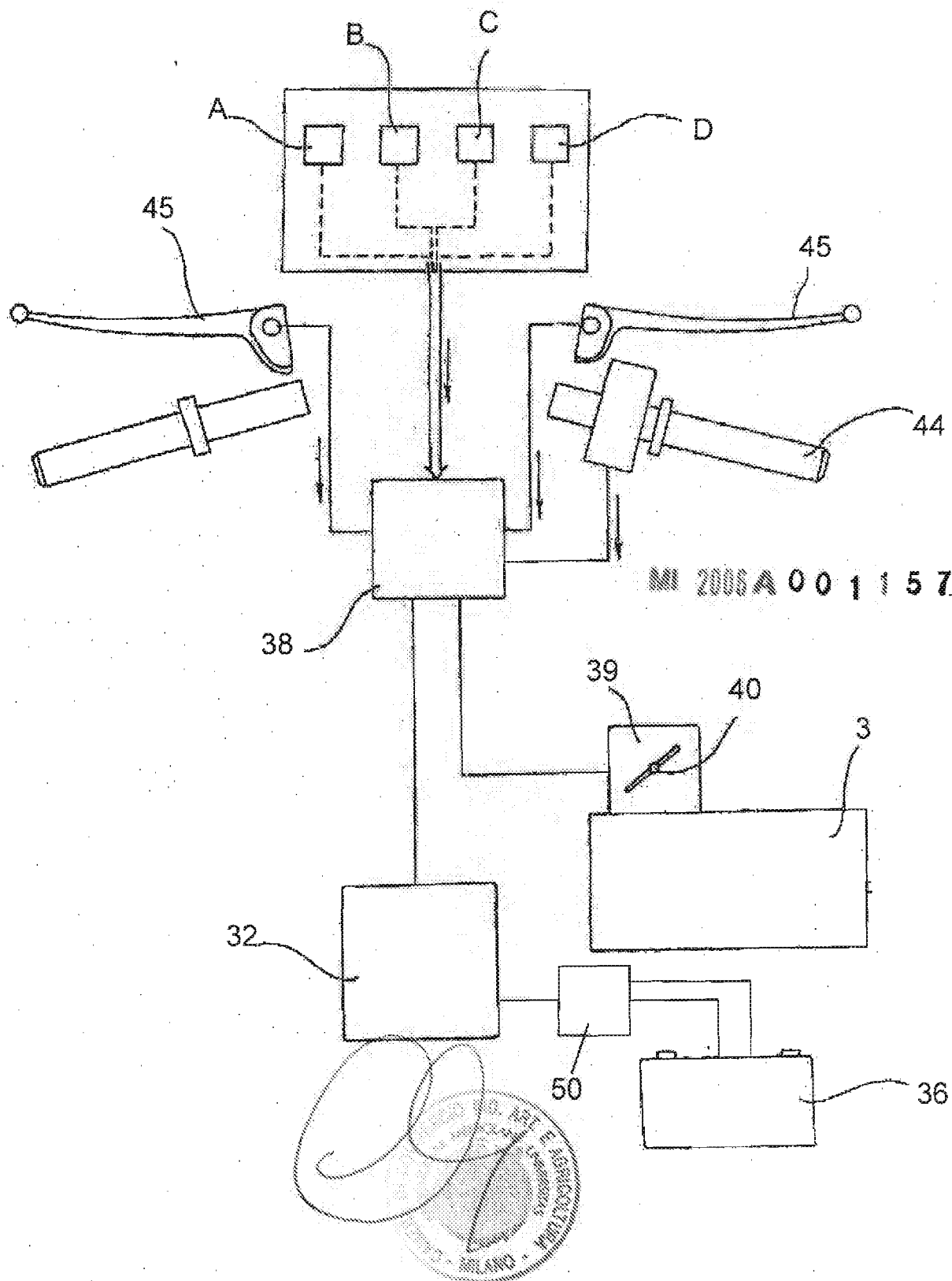
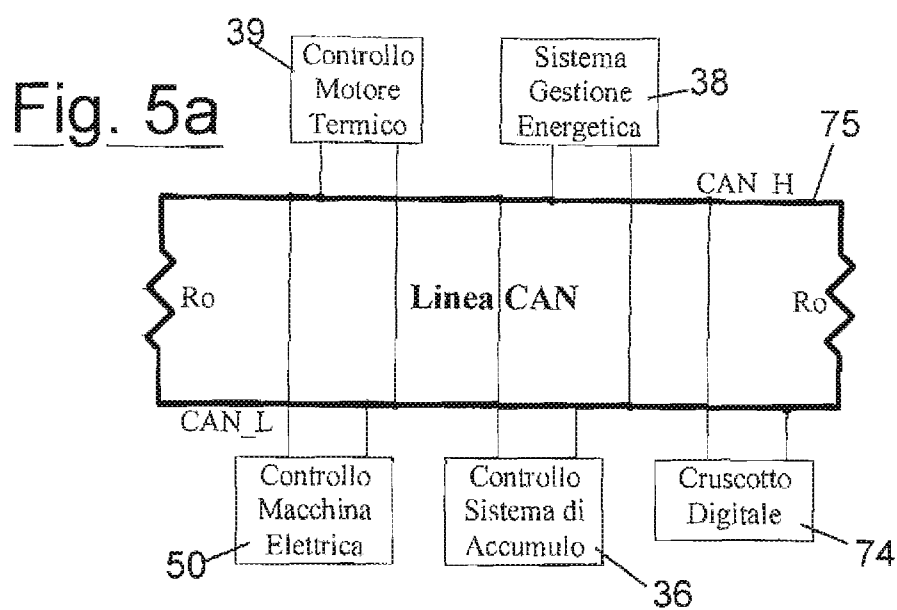


Fig. 4

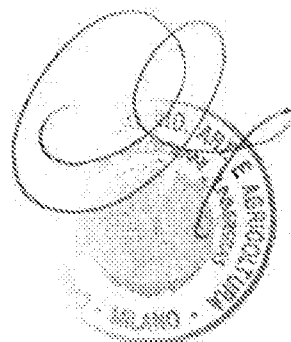
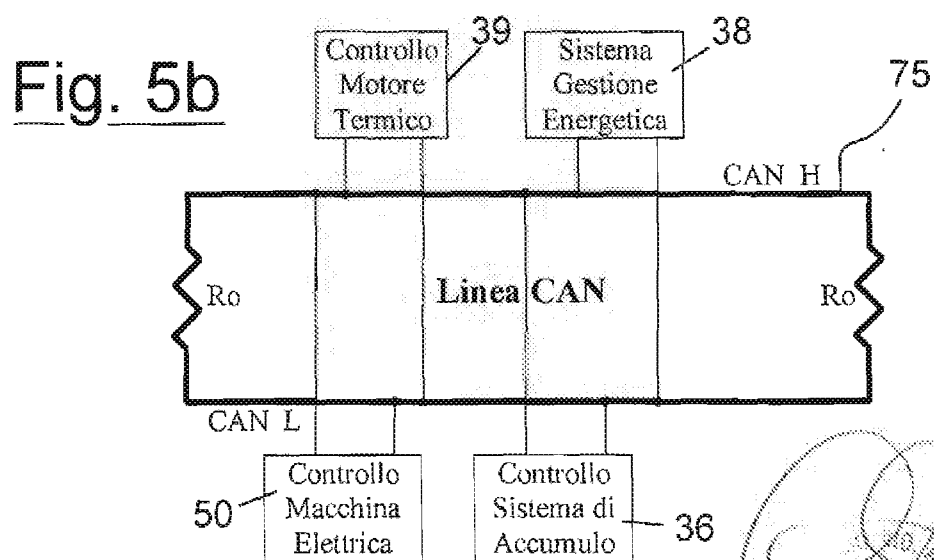


2006A001157

Mo...
 (Date) ...
 (Signature)



MI 2006A 001152



[Firma]
 [Data]
 [Luogo]

Fig. 5c

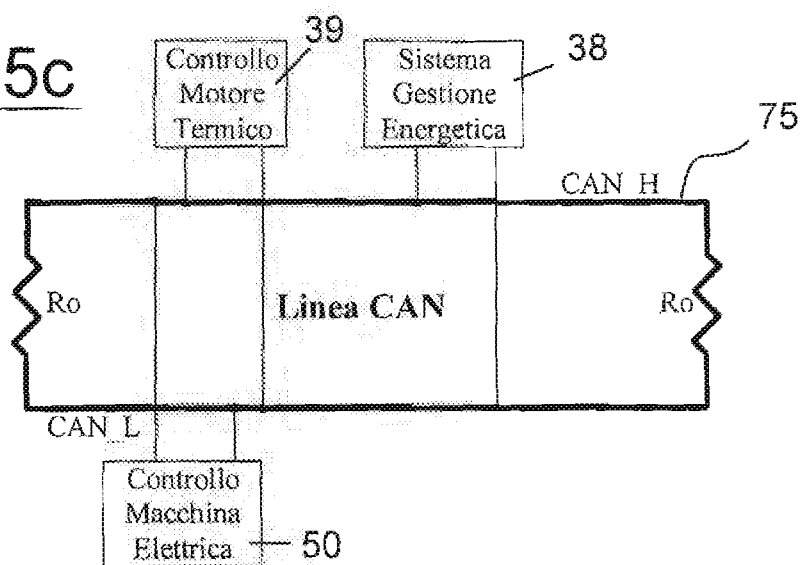
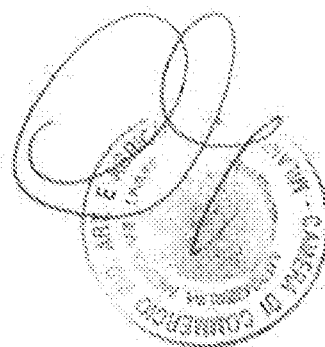
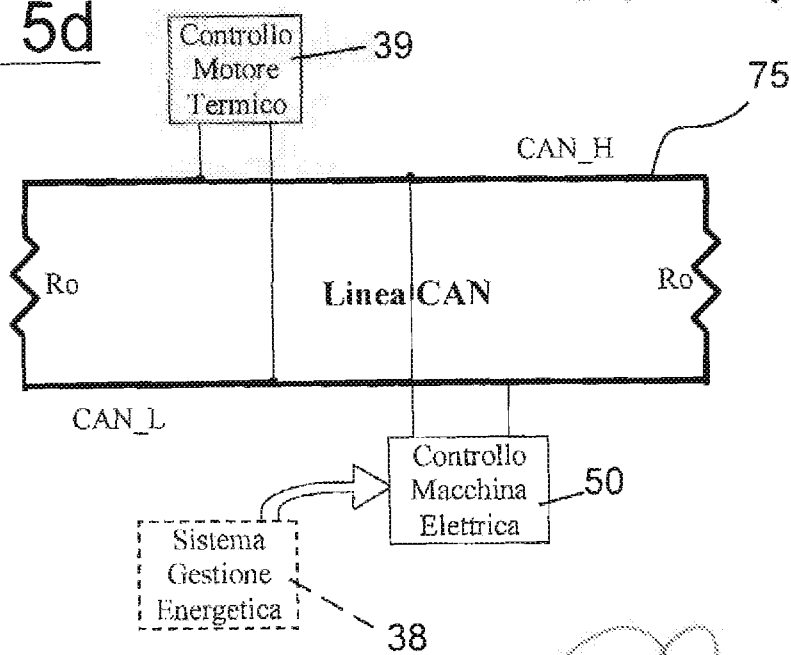


Fig. 5d

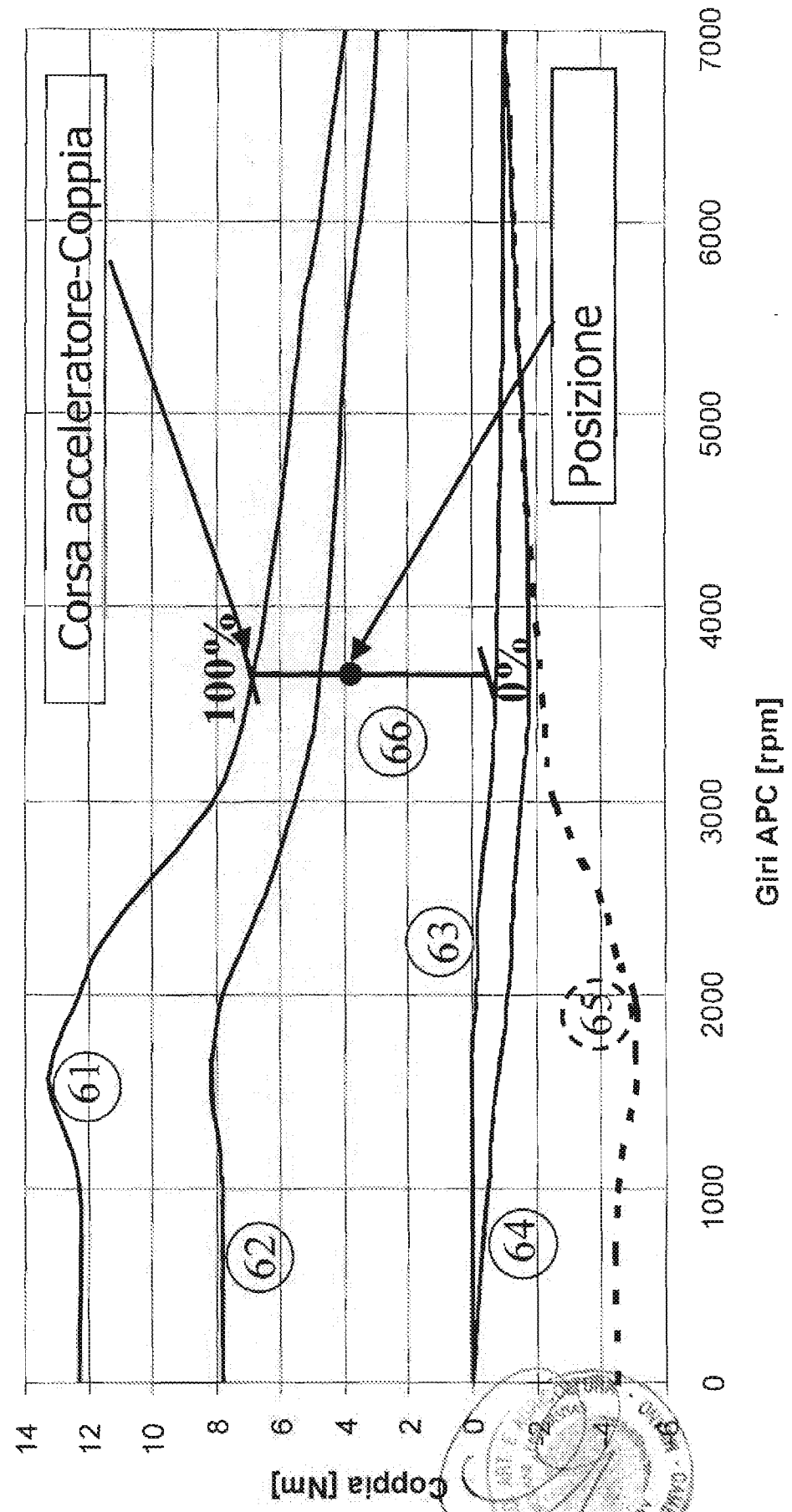
MI 2006A 001152



Il presente documento è depositato in data 10/01/2006
 (10) 2006A 001152

Fig. 6

Andamenti delle coppie utilizzate nel controllo



(per sé e per gli altri)
[Signature]
[Stamp]