



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900411983
Data Deposito	29/12/1994
Data Pubblicazione	29/06/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	62	D		

Titolo

METODO DI CONTROLLO DI UN GRUPPO MOTOPROPULSORE DI UN VEICOLO.

DESCRIZIONE

di brevetto per invenzione industriale

di IVECO FIAT S.p.A.

di nazionalità italiana,

a 10156 TORINO - Via Puglia, 35

Inventori: TIHANYI Katalin

10 948091091

PRATA Massimo

CUZZUCOLI Giuseppe

*** **

La presente invenzione si riferisce ad un metodo di controllo di un gruppo motopropulsore automatizzato di un veicolo, ad esempio un veicolo industriale.

Sono noti dei gruppi motopropulsori automatizzati comprendenti un motore, una frizione ed un cambio di velocità meccanico automatizzato, i quali sono controllati da un'unità di controllo elettronica. Più in particolare, l'unità di controllo è atta a calcolare la marcia ottimale da inserire secondo logiche di controllo memorizzate, sulla base delle condizioni operative del veicolo rilevate mediante sensori di bordo del veicolo; una volta calcolata la marcia ottimale, l'unità di controllo ne comanda l'innesto, e provvede a gestire la frizione ed a controllare l'alimentazione del motore durante il cambio-marcia.

Le logiche di calcolo della marcia ottimale

consistono generalmente nell'associare in modo univoco una data marcia ad un dato insieme di valori dei parametri operativi rilevati (normalmente soltanto il numero di giri e la posizione del pedale acceleratore); il controllo così ottenuto può essere soddisfacente in situazioni operative medie ma, dal momento che non tiene conto delle condizioni dinamiche di guida, risulta in genere del tutto inadeguato in situazioni operative particolari.

In alcuni casi l'unità di controllo può operare secondo più logiche, selezionabili da parte del guidatore, adatte a diversi stili di guida (economica, dinamica) o a diverse condizioni della strada o di carico; in ogni caso, la marcia viene scelta dall'unità di controllo in modo rigido, per ottimizzare di volta in volta un parametro prefissato (ad esempio il consumo di carburante o la potenza erogata), senza tenere in alcun conto scostamenti volontari del guidatore dallo stile di guida selezionato.

Scopo della presente invenzione è l'elaborazione di un metodo di controllo di un gruppo motopropulsore il quale sia privo degli inconvenienti sopra specificati e consenta, in particolare, di calcolare la marcia ottimale da inserire in modo da tenere conto delle condizioni stradali e delle prestazioni richieste dal

guidatore, allo scopo di ottenere il miglior compromesso tra economia di esercizio e prestazioni dinamiche.

Il suddetto scopo è raggiunto dalla presente invenzione in quanto essa è relativa ad un metodo di controllo di un gruppo motopropulsore di un veicolo comprendente un motore, una frizione ed un cambio di velocità automatizzato dotato di una pluralità di marce, il metodo essendo caratterizzato dal fatto di comprendere una prima fase di determinazione del valore di una pluralità di parametri operativi correlati con le condizioni di guida, una seconda fase di calcolo di una prima grandezza rappresentativa della marcia da inserire per raggiungere una condizione di ottimizzazione del consumo e di una seconda grandezza rappresentativa della marcia da inserire per raggiungere una condizione di ottimizzazione delle prestazioni, ed una terza fase di calcolo di una marcia ottimale in base ad una funzione della detta prima grandezza e della detta seconda grandezza dipendente dai detti parametri operativi.

Per una migliore comprensione della presente invenzione viene descritta nel seguito un forma preferita di attuazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 illustra schematicamente un gruppo

motopropulsore automatizzato di un veicolo, provvisto di un'unità di controllo operante secondo i dettami della presente invenzione;

la figura 2 è un diagramma illustrante un esempio di calcolo di grandezze caratteristiche del metodo di controllo secondo l'invenzione;

le figure da 3 a 8 sono diagrammi relativi a funzioni utilizzate per il calcolo di grandezze caratteristiche del metodo di controllo secondo l'invenzione.

Con riferimento alla figura 1, è indicato nel suo complesso con 1 un gruppo motopropulsore per un veicolo, ad esempio un veicolo commerciale.

Il gruppo motopropulsore 1 comprende essenzialmente un motore 2 endotermico, un cambio di velocità 3 meccanico automatizzato, ed una frizione 4 interposta tra un albero di uscita 5 del motore 2 ed un albero di ingresso 6 del cambio 3.

Il motore 2 è provvisto di un regolatore 7 elettronico della quantità di carburante introdotta. Il cambio 3 e la frizione 4 sono provvisti di rispettivi attuatori 8, 9 pneumatici, azionabili elettricamente tramite rispettivi gruppi valvolari non illustrati.

Al gruppo 1 è associata un'unità di controllo 10 elettronica, la quale è collegata al regolatore 7 ed

agli attuatori 8,9 per inviare agli stessi segnali di comando e ricevere segnali di retroazione. L'unità di controllo è collegata inoltre con una pluralità di sensori di bordo dai quali riceve segnali di ingresso correlati con le condizioni operative del veicolo stesso e con gli azionamenti del guidatore.

Più in particolare, all'unità 10 sono collegati:

- un sensore 14 di velocità angolare dell'albero motore 5 (definita nel seguito, per brevità, "giri motore");
- un sensore 15 di velocità angolare dell'albero di uscita del cambio, il quale genera segnali proporzionali alla velocità del veicolo;
- un potenziometro 16 associato al pedale acceleratore 17 ed atto a generare un segnale elettrico proporzionale alla depressione del pedale stesso;
- un interruttore 18 associato al pedale acceleratore 17 ed atto a generare un segnale attivo quando il pedale stesso è rilasciato;
- un interruttore 19 associato al pedale freno 20 ed atto a commutare quando tale pedale viene premuto: si tratta convenientemente dello stesso interruttore utilizzato convenzionalmente per comandare l'accensione delle luci posteriori di "stop";
- un interruttore 21 associato al comando freno motore (non illustrato);

- un pulsante 22 per l'inserimento/disinserimento della gestione automatica del gruppo motopropulsore;
- mezzi trasduttori 24 associati ad una leva 25 di selezione delle marce; quest'ultima è convenientemente del tipo "up/down".

L'unità 10 può operare secondo un programma memorizzato nell'unità stessa ed atto a gestire in modo automatico tutte le operazioni connesse con il cambio-marcia, indipendentemente dalle condizioni della strada e dal tipo di guida; la gestione automatica, che all'accensione del veicolo è convenientemente disattivata, può essere attivata agendo sul pulsante 22; ogni successivo azionamento del pulsante 22 determina la commutazione dello stato di attivazione/disattivazione dell'automatismo.

Quando il programma è disattivato, il sistema si comporta come un gruppo motopropulsore automatizzato di tipo convenzionale; i cambi di marcia vengono eseguiti sulla base di richieste manuali del guidatore, ed il controllo della frizione è automatico.

Anche quando l'automatismo è attivato è prevista la facoltà di eseguire cambi-marcia in modo manuale; a seguito della richiesta manuale, l'unità di controllo 10 sospende temporaneamente la gestione automatica ed esegue tale richiesta.

Il programma di controllo automatico del gruppo motopropulsore 1 è strutturato in tre moduli:

- A. Calcolo delle grandezze fondamentali per la strategia di cambio-marcia;
- B. Calcolo della marcia ottimale e gestione del cambio-marcia;
- C. Controllo del motore nella fase immediatamente successiva al cambio-marcia.

Tali moduli e le relative interrelazioni vengono descritti in dettaglio nel seguito.

A. CALCOLO DELLE GRANDEZZE FONDAMENTALI PER LA STRATEGIA DI CAMBIO-MARCIA.

Sulla base dei segnali di ingresso ricevuti dai sensori di bordo, con una frequenza di campionamento pari ad esempio ad alcune decine di Hz, sono noti istante per istante i dati relativi ai giri motore, alla posizione del pedale acceleratore ed alla velocità del veicolo. Sulla base dei dati suddetti e di mappe di funzionamento del motore 2 e del regolatore 7 memorizzate in un'unità di memoria 11 dell'unità di controllo 10, quest'ultima è in grado di ricavare, istante per istante, i dati relativi alla coppia ed alla potenza erogate dal motore. Inoltre, dal rapporto incrementale della posizione del pedale acceleratore e della velocità del veicolo rispetto al tempo, calcolato

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

tra due istanti di campionamento successivi, sono note la derivata della posizione del pedale acceleratore e la derivata della velocità, cioè l'accelerazione del veicolo.

Infine, per la determinazione della marcia ottimale di cui al successivo punto B, l'unità di controllo 10 calcola preliminarmente, sulla base dei dati acquisiti direttamente ed indirettamente come sopra descritto, la massa del veicolo e la resistenza alla guida.

Tale calcolo viene effettuato sulla base dell'equazione dinamica del veicolo:

$$k_M \cdot M = m \cdot \theta + m \cdot a + k_j \cdot a + k_v \cdot v^2,$$

in cui M è la coppia erogata dal motore, m la massa del veicolo, θ è la resistenza alla guida, a è l'accelerazione e v è la velocità del veicolo, essendo inoltre:

$$k_M = e \cdot \tau_g \cdot \tau_h / r$$

(e = efficienza totale trasmissione, τ_g = rapporto di marcia, τ_h = rapporto al ponte, r = raggio della ruota);
 $\theta = g' (f \cos \alpha + \sin \alpha)$ (g = accelerazione di gravità; f = coefficiente di attrito strada - ruote; α = angolo di pendenza della strada);

$k_j = J / r^2$ (J = inerzia masse rotanti ridotta all'asse delle ruote motrici; r = raggio della ruota)

$k_v = C_x \cdot d / 2 \cdot A$ (C_x = coefficiente di resistenza alla

penetrazione nell'aria; d = densità dell'aria; A = area frontale del veicolo).

Applicando l'equazione (1) in due istanti di campionamento successivi, distanziati tra loro ad esempio di 30 ms, essendo la massa costante e potendo ragionevolmente ipotizzare che la anche la resistenza alla guida si mantenga costante durante tale intervallo di tempo, si ottiene:

$$m = [k_M \cdot \delta M - k_j \cdot \delta a - k_v \cdot \delta(v^2)] / \delta a, \quad (2)$$

in cui il simbolo δ anteposto ad una variabile ne indica l'incremento rilevato durante l'intervallo di campionamento.

A causa dei bassi valori che in generale si riscontrano sia nell'accelerazione a che nel suo incremento δa , il calcolo della massa fornito dall'equazione (2) può scostarsi sensibilmente dal valore reale; per ovviare a questo inconveniente, l'unità di controllo 10 ripete ciclicamente il calcolo della massa secondo l'equazione (2) per un intervallo di tempo prefissato, ad esempio 2 minuti, e considera come valore valido della massa la media aritmetica dei valori calcolati. Convenientemente, il calcolo della massa viene temporaneamente sospeso al verificarsi di una delle condizioni seguenti:

a) il valore assoluto del prodotto $m \cdot \theta$, calcolato

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

dall'equazione 1, è minore di un valore di soglia prefissato: si è infatti verificato sperimentalmente che questa è la condizione in cui l'equazione (2) può dare maggiori errori;

b) durante le fasi di frizione non chiusa, cioè spunto e cambio marcia, non essendo facilmente determinabile la coppia fornita dal motore;

c) quando il pedale freno è premuto, perché non si può assumere che la resistenza alla guida sia costante; e

d) in caso di brusca variazione dell'introduzione di carburante, con conseguente incertezza nella determinazione della potenza e quindi della coppia istantanea.

Dopo l'accensione del veicolo e finché il calcolo della massa non è stato effettuato (in particolare il permanere della condizione a) di cui sopra può impedire il completamento del calcolo in tempi brevi), l'unità 10 assume per la massa un valore di riferimento memorizzato, pari ad esempio alla massa del veicolo in condizioni medie di carico.

Sulla base del valore calcolato della massa del veicolo, o del valore di riferimento sopra citato, l'unità di controllo 10 è in grado di calcolare istante per istante, dall'equazione 1, il valore della resistenza alla guida θ . Poiché, a differenza della

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

massa, la resistenza alla guida ϱ è una grandezza variabile nel tempo, non può essere utilizzato il metodo della media per assicurare l'attendibilità dei dati ottenuti; i dati vengono quindi filtrati mediante un filtro passa-basso digitale, ad esempio di tipo Butterworth, avente convenientemente una risposta in frequenza con un doppio polo a 0.2 Hz.

B. CALCOLO DELLA MARCIA OTTIMALE E GESTIONE DEL CAMBIO-MARCIA.

Il calcolo della marcia ottimale viene effettuato mediante un unico algoritmo di ottimizzazione, valido in qualsiasi condizione di guida, operante in base a regole di logica sfumata ("fuzzy").

Tale algoritmo considera due situazioni di guida opposte:

- 1.- Guida economica, cioè ricerca del minimo consumo.
- 2.- Guida dinamica, cioè ricerca della massima accelerazione/decelerazione.

Il primo passo consiste nel calcolare gli incrementi o decrementi teorici G_e , G_d del numero di marcia (anche non interi) necessari per raggiungere, a partire dalla condizione attuale, i valori di giri motore n_{econ} , n_{dyn} corrispondenti rispettivamente alle due condizioni limite sopra citate (figura 2).

Il calcolo, descritto analiticamente nel seguito,

tiene conto della perdita di velocità durante il transitorio di cambio marcia. In condizioni normali, si ottiene un valore positivo nel calcolo relativo al minimo consumo e negativo in quello relativo alla guida dinamica.

L'incremento/decremento effettivo del numero di marcia per ottenere la nuova marcia ottimale a partire dalla marcia attuale è definito da una media dei valori G_d e G_e sopra definiti, pesati mediante coefficienti di peso K_d e K_e che tengono conto delle condizioni effettive di guida in relazione alle due situazioni estreme sopra descritte, ed arrotondata all'intero più vicino; questo risultato, se diverso da 0, determina il numero di marce e la direzione del cambio.

Vengono ora descritte in dettaglio le modalità di calcolo di K_d , K_e , G_d , G_e .

I coefficienti (K_d e K_e) sono calcolati separatamente in base alle condizioni di guida; mentre le condizioni che identificano la guida dinamica sono chiaramente definite (frenata e richiesta di massima accelerazione), quelle che identificano le condizioni di guida economica lo sono assai meno; pertanto, la guida economica viene identificata in modo indiretto, valutando l'incidenza di condizioni che limitano l'economia, come sarà descritto nel seguito.

Le condizioni operative prese in considerazione per il calcolo di K_e sono le seguenti:

- E1. Richiesta di accelerazione
- E2. Attivazione freni
- E3. Coda
- E4. Rallentamento
- E5. Rilascio del pedale acceleratore

Le condizioni operative prese in considerazione per il calcolo di K_d sono le seguenti:

- D1. Frenata
- D2. Richiesta di massima accelerazione (Kick-down).

Il riconoscimento di queste condizioni particolari di guida è ottenuto considerando le seguenti variabili:

- V1. Posizione del pedale acceleratore, espressa ad esempio in percentuale della corsa e pertanto variabile tra 0 (rilasciato) e 100% (premuto a fondo corsa).
- V2. Derivata della posizione del pedale acceleratore
- V3. Giri motore
- V4. Velocità del veicolo
- V5. Accelerazione del veicolo
- V6. Tempo di attivazione del freno di servizio e/o freno motore

Le regole di logica sfumata (fuzzy) o asserzioni che associano condizioni di guida, variabili coinvolte ed insiemi (sfumati) di valori di tali variabili sono

riportate nella tabella 1 sottostante:

Condizioni	Variabili	Valori
E1	V1	premuto
	V2	positiva
	V3	bassi
	V5	negativa
E2	V1	rilasciato
	V2	negativa
	V4	alta
	V5	negativa
	V6	alto
E3	V1	poco premuto
	V4	bassa
E4	V1	poco premuto
	V5	negativa
E5	V2	negativa
	V4	alta
D1	V1	rilasciato
	V2	negativa
	V4	alta
	V5	negativa
	V6	alto
D2	V1	premuto a fondo
	V2	positiva
	V3	bassi
	V5	negativa

Le funzioni che esprimono, per ciascun valore delle variabili V1 ... V6, il grado di appartenenza agli insiemi sfumati indicati nella colonna "valori" della tabella sono illustrate nei diagrammi delle figure da 3 a 8.

Il calcolo di ciascun fattore Kd, Ke viene eseguito

nel seguente modo:

- 1.- Per ognuna delle sei variabili viene ricavato il valore di ciascuna funzione associata (grado di appartenenza).
- 2.- Per ciascuna condizione E1, ..., D2 si considera il prodotto di ciascuna variabile coinvolta e del relativo grado di appartenenza.
- 3.- Si individua il prodotto massimo relativamente alle condizioni di guida dinamica D1, D2; tale prodotto costituisce Kd.
- 4.- Si individua il prodotto massimo relativamente alle condizioni rilevanti per la guida economica E1, ..., E5; Ke è definito dal complemento a 1 di tale numero in quanto, come si è detto in precedenza, le condizioni prese in considerazione indicano degli scostamenti dalla condizione di guida economica, in sé non definibile.

Per il calcolo di Ge e di Gd, vengono preliminarmente calcolati i valori di giri motore corrispondenti ad incrementi/decrementi interi di marcia rispetto a quella attuale, tenendo conto della perdita di velocità durante il transitorio di cambio marcia, mediante relazioni del tipo:

$$n_{e(i)} = f_{\tau i}(v - \delta v)$$

in cui $n_{e(i)}$ è il valore atteso dei giri motore al

termine della cambiata, nelle varie marce corrispondenti ad un incremento intero di valore i del numero di marcia (essendo $i = -3, \dots, +3$),

$f_{\tau i}$ sono funzioni dipendenti dai rapporti di trasmissione delle varie marce, non esplicitate per brevità in quanto ovvie per il tecnico del ramo;

v è la velocità attuale del veicolo; e

δv è il decremento di velocità del veicolo durante il cambio marcia, calcolabile in base alla resistenza alla guida nota e al tempo di cambiata, mediante leggi fisiche note.

Il calcolo di G_e viene effettuato imponendo che al termine della cambiata i giri motore siano pari ad un valore obiettivo n_{econ} che è l'ascissa del punto E della curva di minimo consumo avente come ordinata un valore di potenza obiettivo maggiorato rispetto alla potenza attuale in base al valore di K_d secondo l'espressione:

$$P_t = P \cdot [1 + K_d \cdot (n/n_e - 1)], \quad (3)$$

in cui:

P_t = potenza obiettivo

P = potenza attuale

n = giri motore attuali

n_e = giri motore previsti dopo la cambiata ($< n$), tenendo conto della perdita di velocità del veicolo durante il transitorio di cambio marcia.

CERTIFICAZIONE
(Iscrizione Albo n. 426)

Per effettuare tale calcolo, si considerano le potenze obiettivo $P_t(i)$ corrispondenti agli incrementi interi (i) del numero di marcia. Per ciascuna di tali curve si considera il punto $E(i)$ avente come ascissa il corrispondente valore $n_{e(i)}$; infine, individuata la coppia di punti $E(i)$ corrispondenti ad incrementi interi consecutivi e situati da parti opposte della curva di minimo consumo C (E_1 ed E_2 nell'esempio di figura 2), il punto E viene individuato come intersezione tra la retta congiungente tali punti e la curva C di minimo consumo.

Noto n_{econ} , che è l'ascissa del punto E , il valore dell'incremento teorico G_e che porterebbe al termine della cambiata al raggiungimento di tale valore di giri motore viene ottenuto mediante interpolazione lineare tra i valori degli incrementi interi i (valori pari a 1 e 2 nell'esempio di figura 2) a cui corrispondono i due valori $n_{e(i)}$ che incapsulano n_{econ} (rispettivamente $n_{e(+1)}$ e $n_{e(+2)}$ nell'esempio di figura 2) .

Per il calcolo di G_d viene invece presa in considerazione la condizione di guida dinamica prevalente.

Se prevale la condizione dinamica di frenata, cioè K_d deriva dalla condizione D_1 , allora il valore obiettivo dei giri motore viene calcolato con la

formula:

$$n_{dyn} = n_{LIM} + a/a_{MAX} \cdot (n_{MAX} - n_{LIM}) \quad (4)$$

essendo:

n_{LIM} : limite inferiore dei giri motore obiettivo, scelto ad esempio pari a 2200 giri/l';

a : decelerazione del veicolo;

a_{MAX} : decelerazione massima del veicolo;

n_{MAX} : giri motore massimi (ad esempio 3050 giri/l').

La decelerazione del veicolo è pertanto utilizzata come parametro di rilevamento dell'azione frenante; dalla formula precedente si osserva che n_{dyn} cresce al crescere di a : ciò allo scopo di portare il punto di funzionamento del motore verso gli alti giri, ove è maggiore la coppia frenante erogata dal motore stesso.

Se è invece prevalente la condizione dinamica di "kick-down", allora si usano come valore obiettivo i giri motore che garantiscono la massima potenza, cioè:

$$n_{dyn} = n_{Pmax} \quad (5)$$

Il calcolo di G_d viene effettuato mediante interpolazione lineare tra i decrementi corrispondenti alla coppia di valori $n_{e(i)}$ che approssimano per eccesso e per difetto n_{dyn} (nell'esempio di figura 2, tale coppia è $n_{e(-1)}$, $n_{e(-2)}$).

L'incremento effettivo del numero di marcia, cioè il numero di marce che deve essere aggiunto o sottratto

alla marcia attuale per ottenere la marcia ottimale, è definito dall'arrotondamento all'intero più vicino della media di G_e e G_d pesati rispettivamente con K_e e K_d , cioè dalla seguente espressione:

$$I = \text{trunc} [G_e \cdot K_e + G_d \cdot K_d + 0,5 \cdot \text{sign}(G_e \cdot K_e + G_d \cdot K_d)] \quad (6)$$

Quando l'unità di controllo 10 rileva un incremento I non nullo e stabile per un intervallo di tempo prefissato, pari ad esempio a 300 ms, provvede ad avviare la sequenza di cambio marcia, controllando in modo noto e pertanto non descritto in dettaglio gli attuatori 8,9 del cambio 3 e della frizione 4, e l'alimentazione del motore 2 in modo tale da determinare l'apertura della frizione 4, il disinnesto della marcia presente, la sincronizzazione del cambio 3 e la richiusura opportunamente modulata della frizione 4.

Per evitare cambi marcia troppo frequenti, con conseguente eccessiva discontinuità della trasmissione di coppia, l'algoritmo di scelta della marcia migliore viene sospeso durante un cambio marcia e riavviato dopo un tempo prefissato, ad esempio 3 secondi. Inoltre, in un intervallo di tempo prefissato (ad esempio nei primi 10 secondi) dopo la cambiata si considera la direzione dell'ultimo cambio-marcia e di quello eventualmente necessario a raggiungere una nuova marcia migliore. Se le direzioni sono contrarie e il pedale freno non è

CERRATO
Albo n. 426

premuto, l'equazione (6) viene sostituita dalla seguente:

$$I = \text{trunc} [G_e \cdot K_e + G_d \cdot K_d + 0.5 \cdot t/T \cdot \text{sign}(G_e K_e + G_d K_d)] \quad (7)$$

in cui t è il tempo trascorso dall'ultima cambiata e T è una costante pari all'ampiezza dell'intervallo suddetto (ad esempio 10 secondi); l'incremento di marcia viene pertanto calcolato almeno inizialmente mediante semplice troncatura (e non arrotondamento) della media pesata di G_e e G_d , la transizione dall'uno all'altro criterio di approssimazione all'intero essendo lineare durante il citato intervallo. In questo modo, qualora il rapporto di trasmissione ottimale sia compreso tra due marce adiacenti, si evitano cambi ripetuti tra le marce stesse.

C. CONTROLLO DEL MOTORE NELLA FASE IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVA AL CAMBIO-MARCIA.

Dopo una cambiata automatica, l'unità di controllo 10 controlla l'alimentazione del motore 2, in modo che questo eroghi la potenza obiettivo P_t definita nel seguito. Per fare questo si agisce sull'introduzione di carburante, in base alla mappa del regolatore ed essendo noto il numero dei giri motore. Il calcolo della potenza obiettivo P_t è effettuato in modi differenti a seconda della direzione della cambiata.

Per le cambiate verso una marcia superiore si

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

considera il fattore K_d , benché minoritario rispetto a K_e : se K_d deriva dalla condizione di frenata della guida dinamica (D1), allora la potenza obiettivo è il valore stesso della potenza attuale; se invece K_d deriva dalla richiesta di massima accelerazione (condizione di guida D2) allora la potenza obiettivo è maggiorata rispetto al valore della potenza attuale in base alla formula:

$$P_t = P \cdot [1 + K_d \cdot (n/n_e - 1)], \quad (3)$$

essendo

P_t : potenza obiettivo;

P : potenza attuale;

n : giri motore (prima della cambiata);

n_e : giri motore previsti dopo la cambiata ($< n$).

Anche per le cambiata verso una marcia inferiore si considera il fattore K_d , che in questo caso è però preponderante rispetto a K_e : se K_d risulta dalla condizione di frenata (D1), la potenza obiettivo viene posta pari a 0; se invece K_d deriva dalla richiesta di massima accelerazione (D2), allora la potenza è forzata ad un valore obiettivo determinato in base alla mappa del regolatore e ai valori di posizione del pedale acceleratore e di giri motore previsti, ricavati al momento della richiesta di cambiata.

In base alla potenza obiettivo ed alla mappa del regolatore viene individuata la posizione obiettivo

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

del pedale acceleratore (p_t) imposta negli istanti successivi alla cambiata.

La potenza viene mantenuta costante e pari al valore della potenza obiettivo per un primo intervallo di tempo prefissato, pari ad esempio a 3 secondi, a partire dal termine della cambiata, e quindi durante un secondo intervallo di tempo, pari ad esempio a 7 secondi, l'unità di controllo restituisce gradualmente il controllo dell'introduzione carburante al guidatore, convenientemente con legge lineare; in pratica, l'unità di controllo invia al regolatore un segnale corrispondente ad una posizione fittizia del pedale acceleratore, pari dapprima alla posizione p_t che darebbe luogo alla potenza obiettivo, e quindi ad un valore che passa linearmente da p_t a p_{acc} (valore di posizione effettivo dell'acceleratore, indicativo della potenza richiesta dal guidatore) durante il secondo intervallo.

Tuttavia, per ragioni di sicurezza, qualora sia premuto il pedale del freno oppure il pedale acceleratore sia completamente rilasciato, il controllo viene immediatamente restituito all'autista. Inoltre, nei primi 3 secondi dopo la cambiata l'introduzione viene modificata in misura tanto maggiore quanto più è alta la differenza tra il valore richiesto e quello

calcolato. La formula utilizzata per ottenere tale modifica è la seguente:

$$P_{\text{mod}} = P_t + (P_{\text{acc}} - P_t) \cdot (1 - e^{-t/T}) \quad (7),$$

in cui p_{mod} è la posizione fittizia del pedale modificata per tenere conto delle particolari condizioni di guida, p_t è la posizione del pedale corrispondente alla potenza obiettivo, p_{acc} è la posizione del pedale acceleratore, t è il tempo trascorso dalla fine della cambiata, T è il tempo calcolato secondo l'espressione

$$T = T_1 - (|P_{\text{acc}} - P_t|) \cdot (T_1 - T_2) / P_{\text{max}} \quad (8),$$

essendo T_1 e T_2 costanti, pari ad esempio a 20 secondi e a 3 secondi, rispettivamente, e p_{max} la posizione massima del pedale acceleratore.

Da un esame delle caratteristiche del metodo di controllo del gruppo motopropulsore 1 secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

In particolare, tale metodo consente di calcolare la marcia ottimale da inserire per ottenere il miglior compromesso tra economia di esercizio e prestazioni dinamiche, tenendo conto delle condizioni stradali e delle prestazioni richieste dal guidatore. La logica di calcolo della marcia ottimale è unica e valida per qualunque condizione di guida.

Il metodo, inoltre, consente un controllo

particolarmente accurato del gruppo motopropulsore in quanto tiene conto della perdita di velocità del veicolo durante i cambi-marcia prevista in base al calcolo di parametri caratteristici del veicolo (in particolare la massa) e delle condizioni del percorso (in particolare la resistenza alla guida). Anche la potenza del motore viene controllata in modo automatico dopo le cambiate, in modo da adeguarla alle condizioni di guida rilevate. Poiché il controllo della potenza viene restituito al guidatore in modo graduale, dopo il cambio marcia, non si avvertono durante la guida anomalie o discontinuità nella progressione.

Risulta infine chiaro che al metodo descritto possono essere apportate modifiche e varianti, che non escono dall'ambito di tutela delle rivendicazioni.

In particolare, la marcia ottimale può essere calcolata sulla base di una diversa funzione di G_e e G_d ; possono essere diverse le funzioni che intervengono nel calcolo di K_e e K_d .

Possono inoltre essere previsti casi particolari di cambiate in cui la scelta della marcia migliore è effettuata secondo una logica diversa da quanto descritto in precedenza; tali casi particolari possono essere ad esempio lo spunto automatico, l'innesto di una marcia per uscire dal folle e il caso di rallentamento.

In tali casi, riconosciuti dall'unità di controllo in base ad una opportuna combinazione dei parametri operativi rilevati dai sensori di bordo, la marcia ottimale può essere inserita sulla base di logiche memorizzate.

Convenientemente, nel caso di spunto dal folle e di uscita dal folle con veicolo in movimento, l'inserimento della marcia può essere subordinato ad un azionamento manuale di consenso, ad esempio un comando "UP" sulla leva di selezione, per ragioni di sicurezza.

Nel caso di rallentamento, può essere prevista una limitazione del numero di scalate sequenziali che, se eseguite, potrebbero pregiudicare la qualità della frenata ed il comfort di guida.

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Metodo di controllo di un gruppo motopropulsore (1) di un veicolo comprendente un motore (2), una frizione (4) ed un cambio di velocità (3) automatizzato dotato di una pluralità di marce, il metodo essendo caratterizzato dal fatto di comprendere una prima fase di determinazione del valore di una pluralità di parametri operativi correlati con le condizioni di guida, una seconda fase di calcolo di una prima grandezza (G_e) rappresentativa della marcia da inserire per raggiungere una condizione di ottimizzazione del consumo e di una seconda grandezza (G_d) rappresentativa della marcia da inserire per raggiungere una condizione di ottimizzazione delle prestazioni, ed una terza fase di calcolo di una marcia ottimale in base ad una funzione della detta prima grandezza e della detta seconda grandezza dipendente dai detti parametri operativi.

2.- Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la detta prima e la detta seconda grandezza rappresentano gli incrementi/decrementi teorici (G_e , G_d) del numero di marcia necessari per passare dalla condizione operativa attuale del veicolo alla condizione di minimo consumo mantenendo un valore di potenza (P_t) correlato con il valore

CERBATO Elena
(Iscrizioni: Albo n. 426)

attuale e, rispettivamente, alla condizione di giri motore di massima dinamica (n_{dyn}).

3.- Metodo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la detta funzione per il calcolo della marcia ottimale è una media dei detti incrementi/ decrementi teorici pesata mediante fattori di peso (K_e , K_d) calcolati in base ai detti parametri operativi.

4.- Metodo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che i detti fattori di peso (K_e , K_d) sono calcolati mediante regole di logica sfumata (fuzzy).

5.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta seconda fase comprende l'operazione di calcolare i giri motore ($n_{e(i)}$) per una pluralità di incrementi/decrementi interi del numero di marcia tenendo conto della perdita di velocità durante il cambio marcia, i detti incrementi/decrementi teorici (G_e , G_d) essendo calcolati mediante interpolazione tra coppie di incrementi/decrementi interi a cui corrispondono valori dei giri motore ($n_{e(i)}$) approssimanti per difetto e per eccesso i giri motore di minimo consumo (n_{econ}) e, rispettivamente, di massima dinamica (n_{dyn}).

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo n. 426)

6.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase preliminare di determinazione della massa del detto veicolo sulla base dell'equazione dinamica del veicolo.

7.- Metodo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che la detta prima fase comprende il calcolo della resistenza alla guida, la detta perdita di velocità durante il cambio marcia essendo calcolata sulla base del valore della resistenza alla guida.

8.- Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una quarta fase di controllo della potenza del motore dopo il cambio di marcia.

9.- Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che la detta quarta fase comprende l'operazione di mantenere la potenza costante e pari ad un valore dipendente dalle condizioni di guida per un primo intervallo di tempo, e di restituire linearmente il controllo della potenza al guidatore durante un secondo intervallo di tempo.

10.- Metodo per il controllo di un gruppo motopropulsore, sostanzialmente come descritto ed illustrato nei disegni allegati.

CERBAPO Elèna
(Iscrizione Albo n. 426)

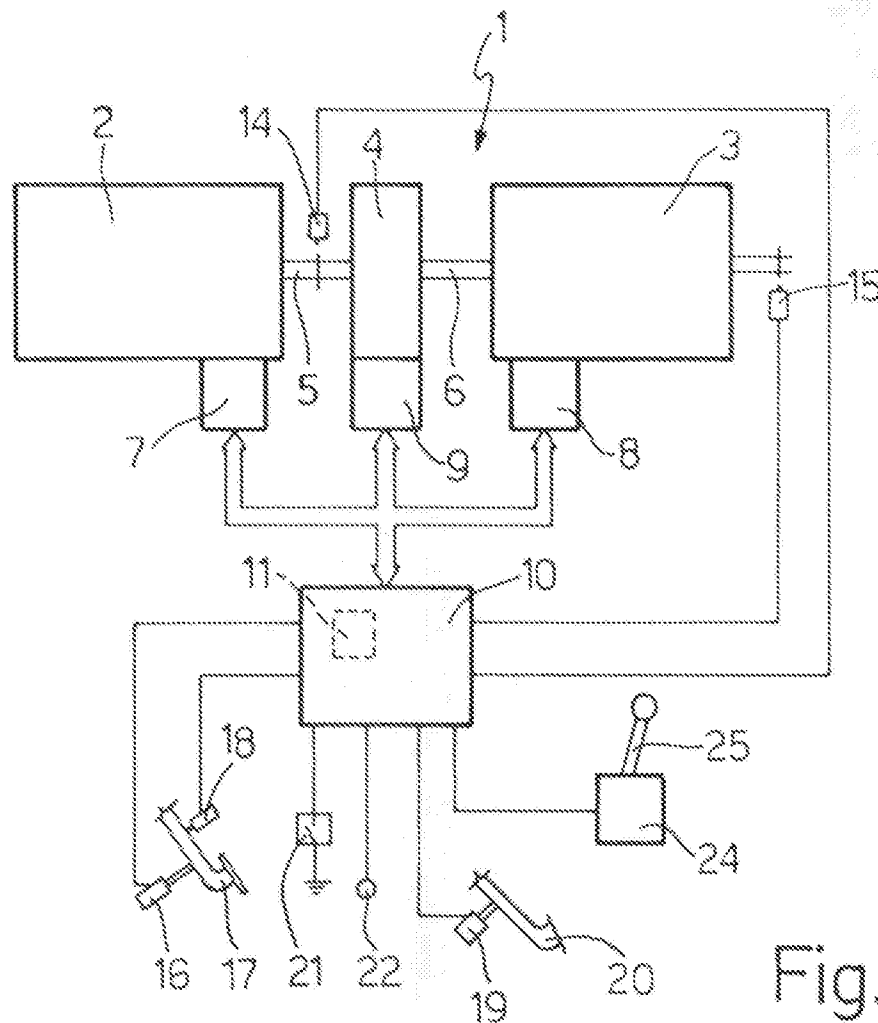


Fig. 1

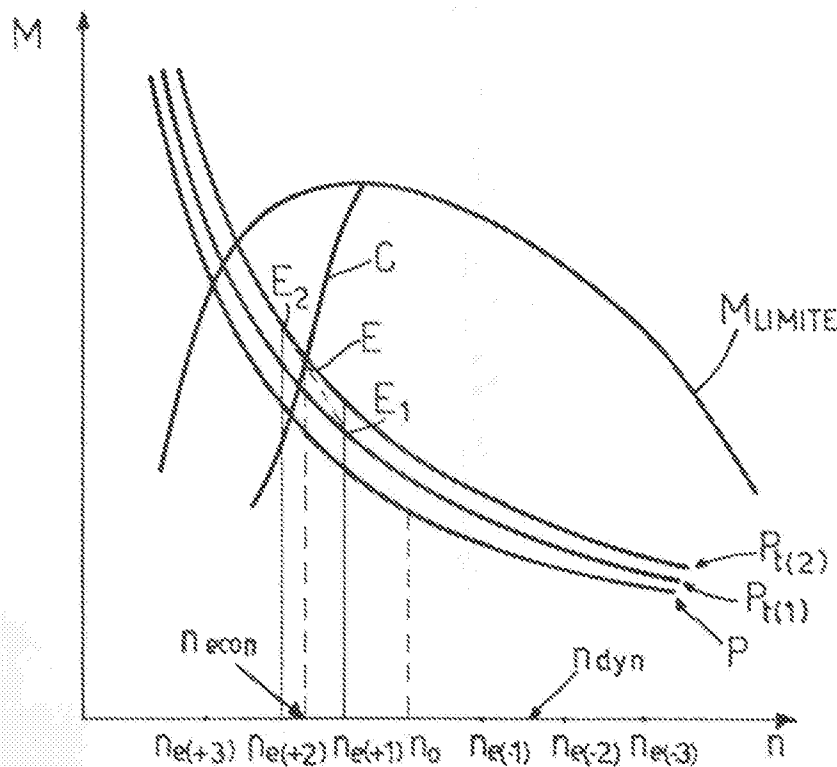


Fig. 2

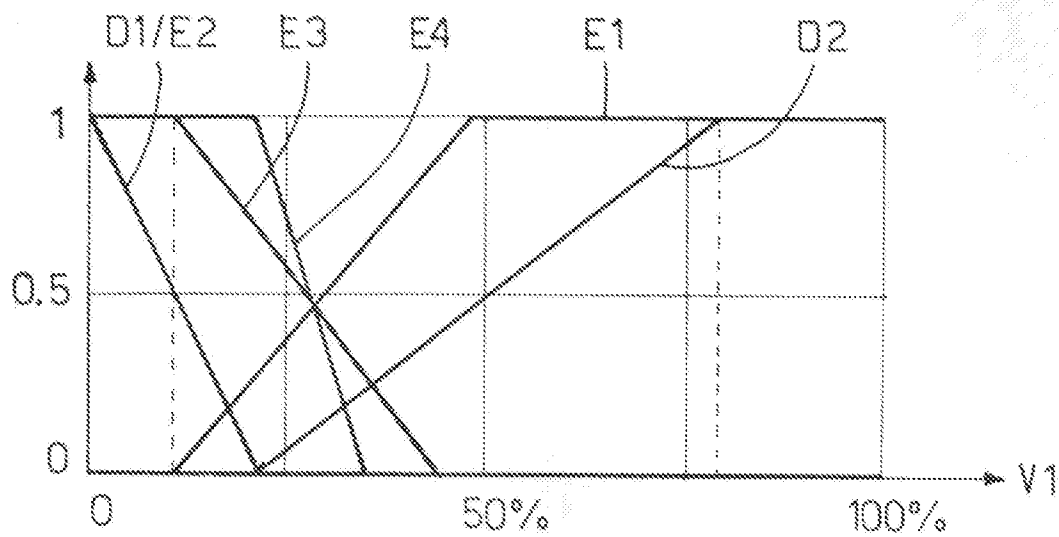


Fig. 3

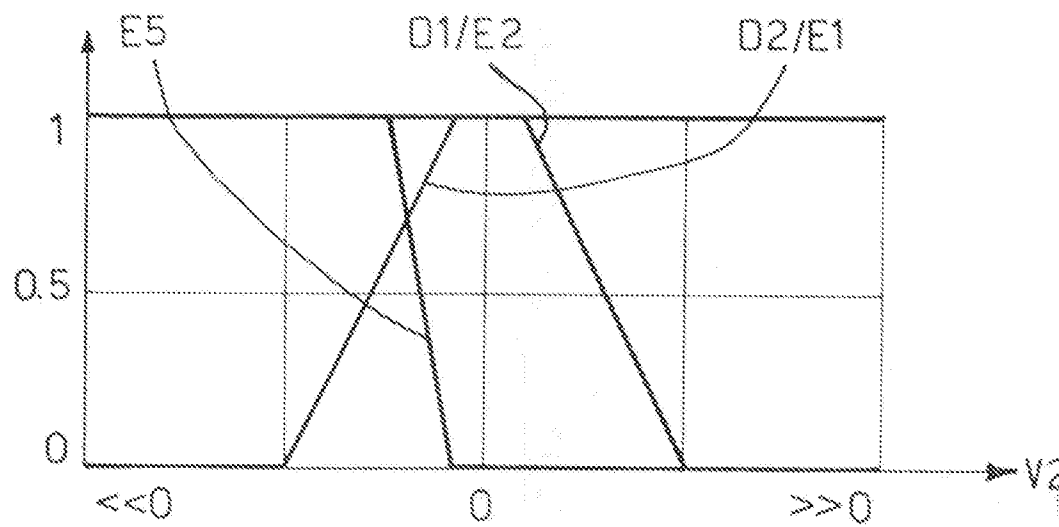


Fig. 4

p.i.: IVECO FIAT S.p.A.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 442)

Luigi Franzolin

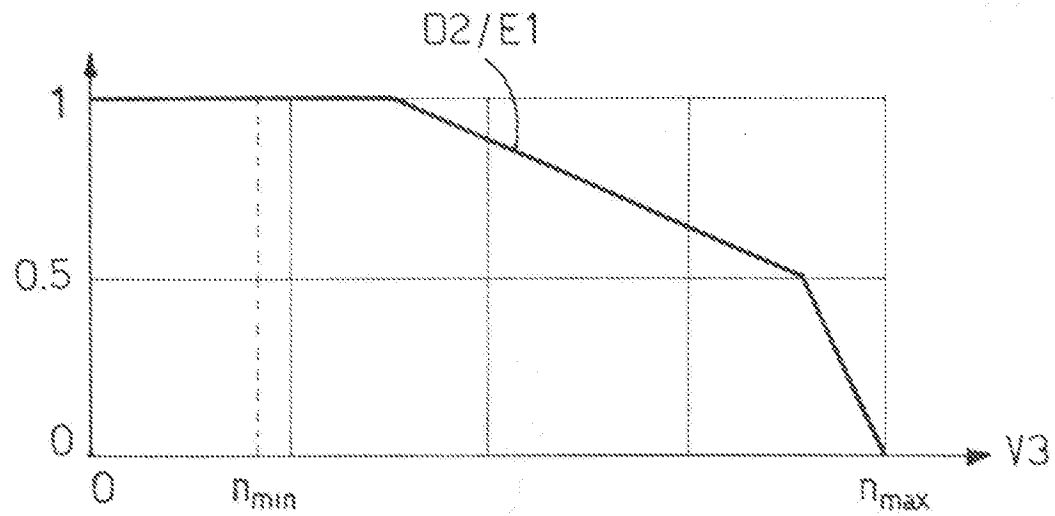


Fig. 5

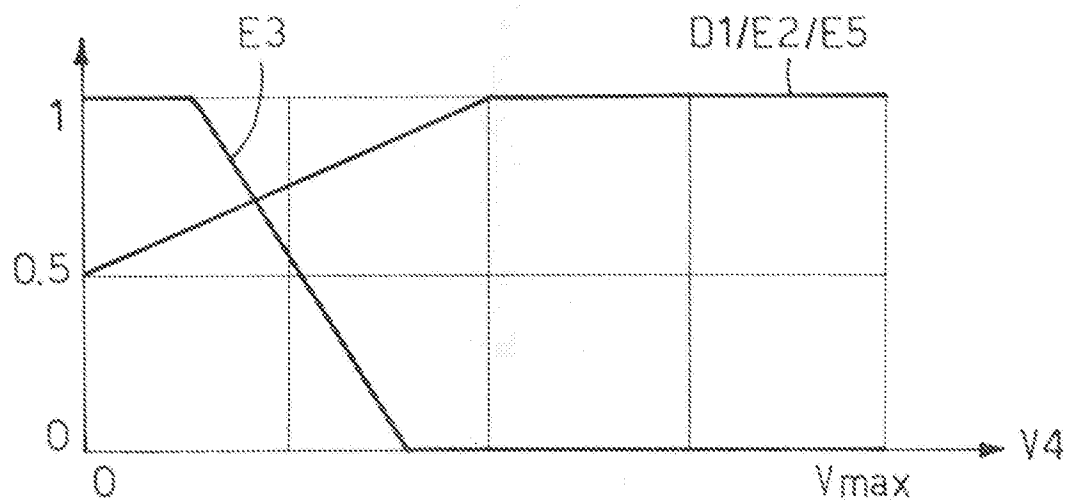
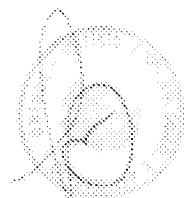


Fig. 6

p.i.: IVECO FIAT S.p.A.

FRANZONI Luigi
(iscrizione albo nr. 482)

Luigi Franzoni



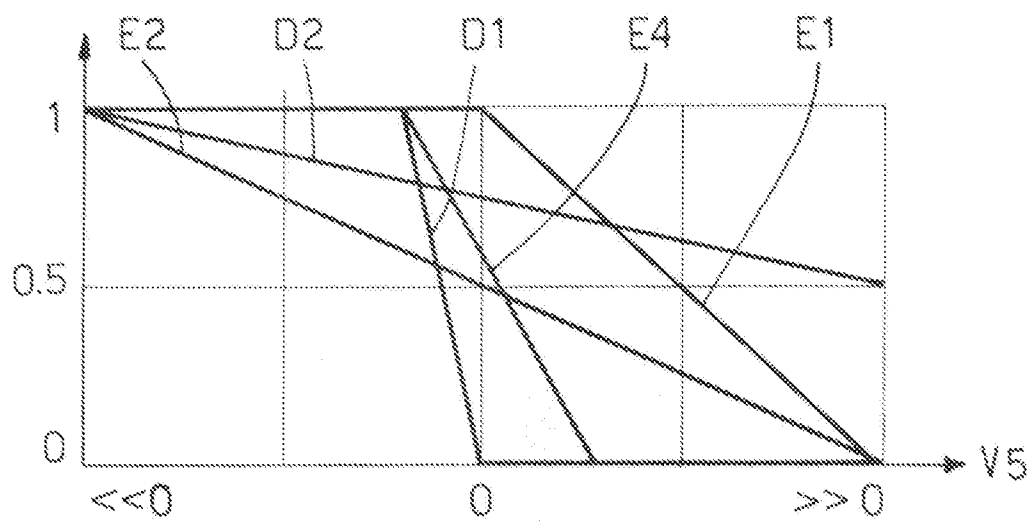


Fig. 7

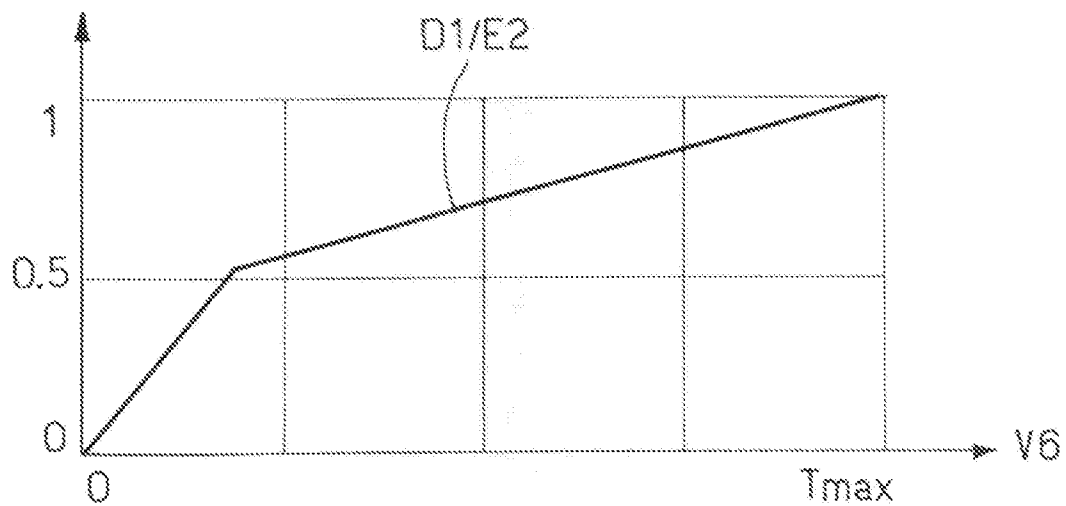


Fig. 8

p.i.r. IVECO FIAT S.p.A.

FRANZOUIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

Luigi Franzouin

