



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901700530
Data Deposito	04/02/2009
Data Pubblicazione	04/08/2010

Classifiche IPC

Titolo

METODO DI CONTROLLO DELLA VELOCITA' DI UN VEICOLO CON ALTERNANZA DI MOTO ATTIVO E MOTO PASSIVO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"METODO DI CONTROLLO DELLA VELOCITA' DI UN VEICOLO CON
ALTERNANZA DI MOTO ATTIVO E MOTO PASSIVO"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventori: PRODI Giovanni, ANGELLOTTI Serino, NESCI Walter

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un metodo di controllo della velocità di un veicolo.

ARTE ANTERIORE

Ogni guidatore conduce il proprio veicolo seguendo principalmente due obiettivi tra loro contrastanti: ridurre al minimo il tempo di percorrenza e ridurre al minimo i consumi (e quindi, indirettamente, gli inquinanti prodotti). Poiché questi due obiettivi sono in antitesi uno con l'altro, si pone il problema di avvicinarsi al raggiungimento di entrambi trovando un punto di equilibrio ottimale.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un metodo di controllo della velocità di un veicolo, il quale metodo

di controllo permetta di ottenere un bilanciamento ottimale tra la riduzione del tempo di percorrenza e la riduzione dei consumi e, in particolare, sia facilmente utilizzabile anche da un guidatore non esperto e sia di facile ed economica implementazione in un veicolo esistente.

Secondo la presente invenzione viene fornito un metodo di controllo della velocità di un veicolo secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica di un veicolo che implementa il metodo di controllo della velocità oggetto della presente invenzione;
- la figura 2 è un grafico che illustra la correlazione tra la velocità ed il consumo unitario del veicolo della figura 1;
- la figura 3 è un grafico che illustra la correlazione tra una velocità massima consigliata ed una velocità ideale del veicolo della figura 1 al variare di un coefficiente di risparmio statico impostabile dal guidatore;
- le figure 4 e 5 sono due grafici che mostrano il profilo della velocità massima consigliata e della

velocità ottimale del veicolo della figura 1 lungo un percorso di prova; e

- la figura 6 è un grafico che mostra il profilo della velocità istantanea e della velocità media del veicolo della figura 1 lungo un percorso di prova.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicata nel suo complesso una automobile provvista di due ruote anteriori 2 e di due ruote 3 posteriori motrici che ricevono la coppia motrice generata da un motore 4 a combustione interna disposto in posizione anteriore mediante una trasmissione 5 servoassistita. La trasmissione 5 servoassistita comprende una frizione 6 servoassistita, la quale è alloggiata in una campana solidale al motore 4 ed è atta a collegare un albero 7 motore del motore 4 ad un albero 8 di trasmissione terminante in un cambio 9 meccanico servoassistito. In cascata al cambio 9 servoassistito è collegato un differenziale 10, dal quale partono una coppia di semiassi 11, ciascuno dei quali è solidale ad una rispettiva ruota 2 posteriore motrice.

L'automobile 1 comprende una unità 12 di controllo, la quale è in grado di controllare la velocità dell'automobile 1 sia agendo sulla generazione della coppia motrice pilotando il motore 4, sia agendo sulla trasmissione della coppia motrice agendo sulla trasmissione 5 servoassistita.

L'unità 12 di controllo è collegata ad un navigatore 13 satellitare (che può essere integrato all'interno della unità 12 di controllo o può essere separato dall'unità 12 di controllo), il quale è atto sia a determinare (o comunque almeno prevedere) il percorso che deve venire percorso dall'automobile 1, sia la posizione e la velocità correnti dell'automobile 1 lungo il percorso stesso. Per ciascun tratto di percorso, il navigatore 13 satellitare è in grado di fornire la velocità massima consigliata V_{MAX} per il tratto di percorso stesso; normalmente in rettilineo la velocità massima consigliata V_{MAX} per ciascun tratto di percorso coincide con il limite di velocità imposto dal codice della strada e con un valore inferiore in presenza di curve, dossi, incroci ed altri punti "difficili" da affrontare con cautela.

Secondo una possibile forma di attuazione, l'unità 12 di controllo è collegata ad un dispositivo 14 di acquisizione, il quale è in grado di "leggere" i segnali stradali (semafori compresi) di fronte all'automobile 1 mediante una telecamera e/o mediante un collegamento radio con radiotrasmittitori portati dai segnali stradali stessi; nel caso di un semaforo "parlante", cioè provvisto di un radiotrasmittitore, il radiotrasmittitore è in grado di fornire sia lo stato del semaforo (verde, giallo o rosso), sia il tempo mancante al cambiamento dello stato del

semaforo. Inoltre, il dispositivo 14 di acquisizione potrebbe essere in grado di ricevere via radio informazioni fornite da centraline di informazione poste per esempio in prossimità di incidenti o in zone ad alta densità di traffico (per fornire ad esempio la velocità media della coda) e delle informazioni sulle condizioni climatiche (temperatura, presenza di pioggia, ghiaccio) o altro.

Secondo una ulteriore forma di attuazione, l'unità 12 di controllo può essere collegata ad un sistema di videocamera e/o radar per individuare, nella traiettoria del veicolo 1, la presenza di altri veicoli o di altri oggetti ed informazioni della loro velocità. Tali informazioni sono utili per modificare la velocità del veicolo 1 non solo per motivi di sicurezza, ma anche per rallentare ed evitare la necessità di brusche frenate (questo comportamento risulta vantaggioso dal punto di vista del risparmio di combustibile).

All'interno dell'abitacolo dell'automobile 1 è disposto un dispositivo 15 di interfaccia, il quale permette al guidatore di dialogare con l'unità 12 di controllo; in particolare, mediante il dispositivo 15 di interfaccia il guidatore può leggere il valore corrente e modificare il valore corrente di un coefficiente k_s di risparmio statico, il quale è variabile all'interno di un dato intervallo (tipicamente tra 0,2 e 2) ed indica quanto

il risparmio sul tempo di percorrenza deve prevalere sul risparmio energetico durante le fasi a velocità costante (cioè in condizioni statiche). Ovviamente, il dispositivo 15 di interfaccia può presentare al guidatore il valore del coefficiente k_s di risparmio statico in modo diverso rispetto all'effettivo valore numerico; ad esempio il dispositivo 15 di interfaccia può presentare al guidatore il valore del coefficiente k_s di risparmio statico in modo percentuale (ad esempio 0% corrisponde al valore 0,2 e 100% corrisponde al valore 2 o viceversa). Analogamente, mediante il dispositivo 15 di interfaccia il guidatore può leggere il valore corrente e modificare il valore corrente di un coefficiente k_D di risparmio dinamico, il quale è variabile all'interno di un dato intervallo ed indica quanto il risparmio sul tempo di percorrenza deve prevalere sul risparmio energetico durante le fasi a velocità variabile (cioè in accelerazione o in decelerazione, ossia in condizioni dinamiche). Secondo una diversa forma di attuazione, è previsto un unico coefficiente K di risparmio, il quale viene utilizzato sia durante le fasi a velocità costante, sia durante le fasi a velocità variabile; in altre parole, l'unico coefficiente K di risparmio sostituisce il coefficiente k_s di risparmio statico ed il coefficiente k_D di risparmio dinamico venendo interpretato diversamente per le fasi stazionarie

(caratterizzate da velocità costante) e per le fasi transitorie o dinamiche (caratterizzate da accelerazioni o decelerazioni).

Come ipotesi iniziale, viene stabilito che la velocità dell'automobile 1 non può mai essere superiore alla velocità massima consigliata V_{MAX} fornita dal navigatore 13 satellitare; di conseguenza, l'unità 12 di controllo determina di volta in volta la velocità ottimale V_0 dell'automobile 1 che è compresa tra zero (limite inferiore che viene raggiunto quando è necessario fermare l'automobile 1 ad esempio di fronte ad un semaforo rosso) e la velocità massima consigliata V_{MAX} . In altre parole, la missione della unità 12 di controllo è di determinare per ciascun tratto del percorso dell'automobile 1 quale è la velocità ottimale V_0 (sempre inferiore o al limite uguale alla velocità massima consigliata V_{MAX}). A parità di altre condizioni una riduzione della velocità dell'automobile 1 permette generalmente una riduzione dei consumi ma allo stesso tempo comporta un aumento del tempo di percorrenza; in funzione dei desideri del guidatore espressi dal coefficiente k_s di risparmio statico (che indica se privilegiare maggiormente la riduzione dei consumi o la riduzione del tempo di percorrenza) l'unità 12 di controllo deve determinare per ciascun tratto del percorso dell'automobile 1 quale è la velocità ottimale V_0 che

rappresenta il punto di equilibrio ottimale tra l'obiettivo di ridurre i consumi e l'obiettivo di ridurre il tempo di percorrenza.

In una fase di progettazione dell'unità 12 di controllo viene determinato il consumo dell'automobile 1 al variare della velocità e quindi viene determinata una legge sperimentale che fornisce il consumo dell'automobile 1 in funzione della velocità; a titolo di esempio nel grafico della figura 2 è illustrato un esempio reale di una legge sperimentale che fornisce il consumo dell'automobile 1 in funzione della velocità. Nella definizione della legge della figura 2 il rapporto al cambio 9 viene scelto per ottimizzare il funzionamento del motore 4, cioè generalmente per ridurre al minimo possibile il regime di rotazione del motore 4 senza compromettere il buon funzionamento del motore 4 stesso (cioè per fare lavorare il motore 4 in condizioni di massima efficienza). Nella figura 2 è illustrata la legge sperimentale che fornisce il consumo dell'automobile 1 in funzione della velocità in caso di pendenza nulla; in generale, tale legge sperimentale è parametrata in funzione della pendenza che può essere sia positiva (salita, quindi consumi penalizzati), sia negativa (discesa, quindi consumi favoriti).

Inoltre, in fase di progettazione dell'unità 12 di controllo viene definita una funzione costo F_C che data una certa velocità massima consigliata V_{MAX} ed una velocità V inferiore alla velocità massima consigliata V_{MAX} fornisce il "costo" complessivo della riduzione della velocità dalla velocità massima consigliata V_{MAX} alla velocità V e viene calcolata sommando algebricamente alla variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$ (in generale negativa) ottenuta dalla riduzione della velocità la variazione percentuale del tempo di percorrenza $\Delta T\%$ (sempre positiva) ottenuta dalla riduzione della velocità. All'interno della funzione costo F_C viene inserito anche il coefficiente k_S di risparmio statico che varia il peso della variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$ rispetto alla variazione percentuale del tempo di percorrenza $\Delta T\%$; secondo una preferita forma di attuazione, il coefficiente k_S di risparmio statico viene utilizzato come coefficiente moltiplicativo della variazione percentuale del tempo di percorrenza, quindi quando il coefficiente k_S di risparmio statico è inferiore ad 1 determina un maggior peso dei consumi rispetto al tempo di percorrenza, quando il coefficiente k_S di risparmio statico è pari ad 1 non ha alcun effetto, e quando il coefficiente k_S di risparmio statico è superiore ad 1 determina un minore peso dei consumi rispetto al tempo di percorrenza. Ovviamente, in

alternativa il coefficiente k_s di risparmio statico potrebbe venire utilizzato come coefficiente moltiplicativo della variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$, come quoziente della variazione percentuale del tempo di percorrenza $\Delta T\%$, oppure come quoziente della variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$. In altre parole, la funzione costo F_C è definita dalla seguente equazione:

$$F_C(V, V_{MAX}) = \Delta T\%(V, V_{MAX}) \cdot K_S + \Delta C\%(V, V_{MAX})$$

F_C funzione costo;

V velocità dell'automobile 1;

V_{MAX} velocità massima consigliata dell'automobile 1;

$\Delta T\%$ variazione percentuale del tempo di percorrenza
ottenuta dalla riduzione della velocità;

K_S coefficiente di risparmio statico;

$\Delta C\%$ variazione percentuale dei consumi ottenuta dalla
riduzione della velocità.

Esplicitando matematicamente la variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$ e la variazione percentuale del tempo di percorrenza $\Delta T\%$ l'equazione della funzione costo F_C diviene:

$$F_C(V, V_{MAX}) = \frac{T(V) - T(V_{MAX})}{T(V_{MAX})} \cdot K_S + \frac{C(V) - C(V_{MAX})}{C(V_{MAX})}$$

- 10 -

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

F_C	funzione costo;
V	velocità dell'automobile 1;
V_{MAX}	velocità massima consigliata dell'automobile 1;
$T(V)$	funzione che fornisce il tempo di percorrenza dell'automobile 1 alla velocità V ;
K_S	coefficiente di risparmio statico;
$C(V)$	funzione che fornisce il consumo dell'automobile 1 alla velocità V .

Ovviamente, esistono molte altre possibili espressioni matematiche per definire la funzione costo F_C ; ad esempio in alternativa a quanto sopra descritto la funzione costo F_C potrebbe essere definita dalla seguente equazione:

$$F_C(V, V_{MAX}) = \Delta T\% (V, V_{MAX}) \cdot (1-K_S) + \Delta C\% (V, V_{MAX}) \cdot K_S$$

F_C	funzione costo;
V	velocità dell'automobile 1;
V_{MAX}	velocità massima consigliata dell'automobile 1;
$\Delta T\%$	variazione percentuale del tempo di percorrenza ottenuta dalla riduzione della velocità;
K_S	coefficiente di risparmio statico compreso tra 0 ed 1;

$\Delta C\%$ variazione percentuale dei consumi ottenuta dalla riduzione della velocità.

Esplicitando matematicamente la variazione percentuale dei consumi $\Delta C\%$ e la variazione percentuale del tempo di percorrenza $\Delta T\%$ l'equazione della funzione costo F_C diviene:

$$F_C(V, V_{MAX}) = \frac{T(V) - T(V_{MAX})}{T(V_{MAX})} \cdot (1 - K_S) + \frac{C(V) - C(V_{MAX})}{C(V_{MAX})} \cdot K_S$$

F_C funzione costo;

V velocità dell'automobile 1;

V_{MAX} velocità massima consigliata dell'automobile 1;

$T(V)$ funzione che fornisce il tempo di percorrenza dell'automobile 1 alla velocità V ;

K_S coefficiente di risparmio statico;

$C(V)$ funzione che fornisce il consumo dell'automobile 1 alla velocità V .

E' importante sottolineare che le sopra descritte funzioni $T(V)$ e $C(V)$ che forniscono il tempo di percorrenza ed il consumo dell'automobile 1 alla velocità V determinano il tempo di percorrenza ed il consumo dell'automobile 1 per la percorrenza di un tratto di riferimento di lunghezza standard e predefinita (ad esempio 1 Km oppure 10 Km oppure

100 Km). Data la lunghezza del tratto di riferimento e la velocità dell'automobile 1 il tempo di percorrenza viene determinato mediante una semplice divisione; inoltre, data la lunghezza del tratto di riferimento e la velocità dell'automobile 1 viene determinato il consumo unitario a questa velocità mediante una legge sperimentale del tipo di quella illustrata nella figura 2 e quindi il consumo viene determinato mediante una semplice divisione. È poi opportuno sottolineare che le unità di misura con le quali sono espresse le funzioni $T(V)$ e $C(V)$ non hanno importanza dal momento che la funzione costo F_C è normalizzata ed espressa in percentuale.

Sempre in fase di progettazione dell'unità 12 di controllo viene determinata per ciascuna velocità massima consigliata V_{MAX} e per ciascun coefficiente k_S di risparmio statico la corrispondente velocità ottimale V_0 che permette di minimizzare la funzione costo F_C ; in altre parole, data una velocità massima consigliata V_{MAX} ed un coefficiente k_S di risparmio statico la corrispondente velocità ottimale V_0 è la velocità che fornisce il minimo valore assoluto della funzione costo F_C . La determinazione delle velocità ottimali V_0 viene effettuata mediante tecniche matematiche note di determinazione del minimo di una funzione (tipicamente utilizzando metodologie numeriche mediante l'ausilio di un computer, in quanto la legge sperimentale

che fornisce il consumo unitario in funzione della velocità non è semplicemente esprimibile con una funzione matematica); ovviamente è sempre presente il vincolo che la velocità ottimale V_0 non può essere superiore alla velocità massima consigliata V_{MAX} . In altre parole, in fase di progettazione dell'unità 12 di controllo viene determinata una legge che in funzione della velocità massima consigliata V_{MAX} fornisce la velocità ottimale V_0 ed è parametrata in funzione del coefficiente k_S di risparmio statico; un esempio reale di tale legge è illustrato graficamente nella figura 3 in cui appare immediatamente evidente che a parità di velocità massima consigliata V_{MAX} la velocità ottimale V_0 aumenta all'aumentare del coefficiente k_S di risparmio statico.

Durante il normale utilizzo della automobile 1, quando viene attivata la funzione di controllo della velocità l'unità 12 di controllo determina mediante il navigatore 13 satellitare il percorso dell'automobile 1, quindi determina il tratto corrente di percorso (cioè il tratto di percorso in cui si trova l'automobile 1) e la velocità massima consigliata V_{MAX} del tratto corrente; in funzione della velocità massima consigliata V_{MAX} del tratto corrente ed in funzione del coefficiente k_S di risparmio statico selezionato dal guidatore l'unità 12 di controllo

utilizzando la legge determinata in fase di progettazione determina la corrispondente velocità ottimale V_0 e quindi pilota in modo noto il motore 4 (e se necessario il cambio 9) per fare viaggiare l'automobile 1 alla velocità ottimale V_0 . Ovviamente, ogni qual volta che si modifica la velocità massima consigliata V_{MAX} del tratto corrente l'unità 12 di controllo aggiorna come sopra descritto la corrispondente velocità ottimale V_0 .

E' importante sottolineare che l'ampiezza dei tratti del percorso non è uniforme, ma dipende dal contesto: in autostrada la lunghezza dei tratti è molto maggiore rispetto ad una strada locale che attraversa dei centri abitati.

Nella figura 4 è illustrato graficamente un esempio reale di un profilo delle velocità massima consigliata V_{MAX} (in linea continua) ed ottimale V_0 (in linea tratteggiata) dell'automobile 1 lungo un percorso di prova di circa 4 Km utilizzando un coefficiente k_s di risparmio statico pari a 0.85 (quindi un coefficiente k_s di risparmio statico che privilegia leggermente la riduzione del consumo alla riduzione del tempo di percorrenza).

Quanto sopra esposto è valido in condizioni stazionarie o quasi stazionarie, in quanto non tiene conto della dinamica dell'automobile 1, cioè non tiene conto dell'energia cinetica posseduta dall'automobile 1 che in

caso di frenatura viene dissipata e che può venire utilizzata per una marcia per inerzia dell'automobile 1. Ad esempio, conoscendo il percorso dell'automobile 1 se al termine di un tratto percorso alla velocità di 100 km/h si deve affrontare una curva da percorrere alla velocità di 50 km/h non è conveniente dal punto di vista dei consumi arrivare in prossimità della curva a 100 km/h e quindi frenare bruscamente; dal punto di vista dei consumi è molto più conveniente determinare un avvicinamento graduale alla curva diminuendo progressivamente la velocità dell'automobile 1 da 100 km/h a 50 km/h all'avvicinarsi della curva possibilmente senza utilizzare i freni che comportano sempre una dissipazione di energia.

In altre parole, nel passaggio tra due tratti successivi presentanti rispettive velocità ottimali V_0 tra loro diverse è necessario prevedere un adeguato raccordo della velocità dell'automobile 1 dalla velocità ottimale V_0 del tratto corrente alla velocità ottimale V_0 del tratto successivo. Nella pratica, il navigatore 13, conoscendo o stimando con un proprio algoritmo interno il percorso futuro del veicolo 1, è in grado di informare l'unità 12 di controllo di un certo numero di future variazioni delle velocità massima consigliata V_{MAX} e quindi delle velocità ottimali V_0 ; spetta poi all'unità 12 di controllo il compito di decidere qual è, se c'è, il punto sul quale

calcolare il profilo di decelerazione in funzione della velocità attuale del veicolo 1, dei futuri vincoli di velocità e delle rispettive distanze di applicazione.

La regola di adeguamento della velocità prevede che quando la velocità ottimale V_0 del tratto corrente è inferiore alla velocità ottimale V_0 del tratto successivo l'adeguamento della velocità (cioè l'accelerazione dell'automobile 1) avviene interamente nel tratto successivo; in altre parole, quando la velocità ottimale V_0 del tratto corrente è inferiore alla velocità ottimale V_0 del tratto successivo il tratto corrente viene interamente percorso alla propria velocità ottimale V_0 e nel pezzo iniziale del tratto successivo viene effettuata una progressiva accelerazione per raggiungere progressivamente la velocità ottimale V_0 del tratto successivo. Preferibilmente l'accelerazione non è mai violenta, in quanto durante una accelerazione violenta il motore 4 lavora in condizioni lontane dalla massima efficienza; secondo una preferita forma di attuazione, il valore medio dell'accelerazione durante l'adeguamento di velocità è variabile in funzione del coefficiente k_D di risparmio dinamico in modo tale che tanto più il coefficiente k_D di risparmio dinamico privilegia la riduzione del consumo tanto più il valore medio dell'accelerazione è ridotto.

Inoltre, la regola di adeguamento della velocità prevede che quando la velocità ottimale V_0 del tratto corrente è superiore alla velocità ottimale V_0 del tratto successivo l'adeguamento della velocità (cioè la decelerazione dell'automobile 1) avviene interamente nel tratto corrente; in altre parole, quando la velocità ottimale V_0 del tratto corrente è superiore alla velocità ottimale V_0 del tratto successivo l'ultima parte del tratto corrente viene percorsa ad una velocità progressivamente decrescente per raggiungere progressivamente la velocità ottimale V_0 del tratto successivo. Preferibilmente la decelerazione non è mai violenta e, nei limiti del possibile, non avviene utilizzando i freni ma utilizzando unicamente una marcia per inerzia dell'automobile 1 in modo da non dissipare l'energia cinetica posseduta dall'automobile 1. In altre parole, in decelerazione l'automobile 1 viene lasciata avanzare per inerzia mantenendo il motore 4 in cut-off (cioè trascinato dalle ruote 3 posteriori motrici senza iniezione di carburante e quindi senza consumo di carburante) a partire da una distanza dall'inizio del tratto successivo tale da permettere all'automobile 1 di arrivare all'inizio del tratto successivo con la velocità desiderata. È chiaro che la decelerazione dell'automobile 1 è sempre funzione della volontà del guidatore che viene espressa attraverso il

coefficiente k_D di risparmio dinamico; quando il coefficiente k_D di risparmio dinamico esprime una elevata attenzione alla riduzione del consumo la decelerazione può essere effettuata anche a motore spento e marcia in folle per non disperdere energia nel pompaggio dei cilindri e negli attriti del motore 4 e della trasmissione 5. Tuttavia, lo spegnimento del motore 4 va a limitare il possibile l'utilizzo dei freni quando l'impianto frenante utilizza un servofreno azionato direttamente dal motore 4 (generalmente il serbatoio di vuoto di un servofreno standard ha capienza per circa 3 frenate); in questo caso, l'unità 12 di controllo deve valutare se è possibile spegnere il motore 4 in sicurezza, cioè se il percorso prevede (anche potenzialmente) molte frenate come ad esempio capita in presenza di pendenze negative, di molte curve, o di traffico intenso. Una soluzione a questo problema è l'utilizzo di un servofreno azionato da un motore elettrico che viene alimentato dalla batteria dell'automobile 1 e quindi che non dipende direttamente dal motore 4 per il suo funzionamento. Il navigatore 13 è comunque in grado di fornire all'unità 12 di controllo informazioni circa la presenza di pendenze, curve, incroci o altro, mettendo quindi l'unità 12 di controllo in condizioni di comandare lo spegnimento del motore 4 e

l'inserimento della folle solo quando tale operazione presenta un elevato grado di sicurezza.

In fase di progettazione, viene determinata una legge di moto per inerzia che in condizioni di cut-off o in condizioni di motore 4 spento e disinnestato ed a partire da una data velocità di partenza fornisce l'evoluzione della velocità dell'automobile 1 in funzione della distanza percorsa; il tutto è determinato anche in funzione della pendenza stradale (positiva o negativa che sia), considerando che questa informazione può venire stimata dalla unità 12 di controllo o trasmessa dal navigatore 13. Questa legge di moto per inerzia può venire espressa mediante una funzione matematica contenente parametri determinati sperimentalmente oppure può venire espressa mediante una tabella sperimentale. Utilizzando la legge di moto per inerzia determinata in fase di progettazione e conoscendo la velocità iniziale (velocità ottimale V_0 del tratto corrente) e la velocità finale (velocità ottimale V_0 del tratto successivo) l'unità 12 di controllo determina, anche in funzione anche della pendenza stradale, lo spazio di rallentamento necessario all'automobile 1 per raggiungere la velocità finale (velocità ottimale V_0 del tratto successivo) a partire dalla velocità iniziale (velocità ottimale V_0 del tratto corrente); quindi quando l'automobile 1 si trova ad una distanza pari allo spazio di

rallentamento dall'inizio del tratto successivo l'unità 12 di controllo spegne il motore 4 (cioè pone il motore 4 in condizioni di cut-off ed eventualmente separato dalle ruote 3 posteriori motrici in funzione del coefficiente k_D di risparmio dinamico) per procedere con un moto per inerzia fino all'inizio del tratto successivo.

Quando il coefficiente k_D di risparmio dinamico privilegia la riduzione del tempo di percorrenza, l'unità 12 di controllo può anche prevedere di utilizzare i freni in prossimità dell'inizio del tratto successivo; l'intervento dei freni sarà tanto più rilevante quanto più il coefficiente k_D di risparmio dinamico privilegia la riduzione del tempo di percorrenza.

E' importante osservare che quanto sopra esposto vale per un impianto frenante tradizionale in cui l'energia cinetica dell'automobile 1 viene interamente dissipata in calore; nel caso in cui l'automobile 1 sia provvista anche di un impianto frenante rigenerativo (molto meno penalizzante dal punto di vista energetico), ad esempio dotato di una macchina elettrica reversibile che può funzionare come generatore elettrico, l'unità 12 di controllo può programmare un utilizzo molto più esteso dell'impianto frenante rigenerativo stesso. In questo caso, dai punti di vista energetico e di comfort di marcia risulta particolarmente premiante l'utilizzo dell'impianto

frenante rigenerativo abbinato allo spegnimento ed al disinnesto del motore 4.

Nella figura 5 è illustrato graficamente un esempio reale di un profilo delle velocità massima consigliata V_{MAX} (in linea continua), velocità ottimale V_{0-S} in condizioni statiche (in linea tratteggiata) cioè senza l'applicazione della sopra descritta regola di adeguamento della velocità, e velocità ottimale V_{0-D} in condizioni dinamiche (in linea tratto e punto), cioè con l'applicazione della sopra descritta regola di adeguamento della velocità dell'automobile 1, lungo un percorso di prova di circa 4 Km utilizzando un coefficiente k_S di risparmio statico pari a 0.85 (quindi un coefficiente k_S di risparmio statico che privilegia leggermente la riduzione del consumo alla riduzione del tempo di percorrenza) ed utilizzando un coefficiente k_D di risparmio dinamico che porta allo spegnimento del motore 4 in decelerazione senza tuttavia scollegare il motore 4 dalle ruote 3 posteriori motrici.

E' importante osservare che se non sono disponibili informazioni riguardanti il tratto successivo del percorso dell'automobile 1 ma sono disponibili informazioni solo sul tratto corrente che l'automobile 1 sta percorrendo l'unità 12 di controllo non è in grado di determinare la velocità ottimale V_0 in condizioni dinamiche, ma è in grado di

determinare unicamente la velocità ottimale V_0 in condizioni statiche.

Come detto in precedenza, l'unità 12 di controllo potrebbe ricevere in tempo reale le informazioni fornite dal dispositivo 14 di acquisizione e relative ai limiti imposti dai segnali stradali variabili (tipicamente i semafori) di fronte all'automobile 1; in risposta a particolari vincoli imposti dai segnali stradali variabili l'unità 12 di controllo modifica temporaneamente la velocità ottimale V_0 per tenere conto in modo efficiente ed efficace di tali vincoli. Ad esempio, se si riconosce un semaforo nello stato rosso l'unità 12 di controllo pone il motore 4 in cut-off (o spegne il motore 4 con marcia in folle) per poter arrivare gradualmente al semaforo minimizzando il consumo di carburante.

Nel caso di un semaforo "parlante", il dialogo via radio tra il dispositivo 14 di acquisizione e la centralina del semaforo "parlante" permette di acquisire sia lo stato corrente del semaforo, sia il tempo che rimane al successivo cambio di stato; in questo caso, conoscendo la distanza dal semaforo, lo stato del semaforo, ed il tempo che rimane al successivo cambio di stato l'unità 12 di controllo può determinare la legge di moto più efficiente per oltrepassare l'incrocio regolato dal semaforo. Ad esempio se il semaforo è nello stato verde l'unità 12 di

controllo valuta se è possibile oltrepassare l'incrocio regolato dal semaforo in sicurezza (eventualmente anche accelerando l'automobile 1 fino alla velocità massima consigliata V_{MAX} del tratto corrente) oppure se è necessario rallentare e quindi fermare l'automobile 1 di fronte al semaforo rosso; in quest'ultimo caso, generalmente l'unità 12 di controllo pone il motore 4 in cut-off (o spegne il motore 4 con marcia in folle) per poter arrivare gradualmente al semaforo minimizzando il consumo di carburante. Invece, se il semaforo è nello stato rosso l'unità 12 di controllo conoscendo il tempo di attesa per il verde e la distanza dal semaforo determina la legge di moto per al semaforo appena dopo il cambio di stato dal rosso al verde.

Come detto in precedenza, l'unità 12 di controllo potrebbe ricevere in tempo reale da un sistema di videocamere e/o radar le informazioni circa la presenza sulla traiettoria del veicolo 1 di altri veicoli ed informazioni circa la loro velocità. Tutto questo può essere utile non solo per esigenze di sicurezza, ma anche per diminuire i consumi, dal momento che è possibile per tempo diminuire la velocità e quindi la coppia generata dal motore per evitare successive brusche frenate. In altre parole, l'unità 12 di controllo riceve in tempo reale informazioni relative alla presenza sulla traiettoria del

veicolo 1 di altri veicoli o altri oggetti e della loro velocità, determina potenziali interferenze (tamponamenti) con altri veicoli o altri oggetti lungo la traiettoria del veicolo avanzando con la velocità ottimale V_0 corrente, e diminuisce temporaneamente e progressivamente la velocità ottimale V_0 per rallentare temporaneamente il veicolo 1 in modo da evitare interferenze con altri veicoli o altri oggetti lungo la traiettoria del veicolo 1.

Secondo una possibile forma di attuazione illustrata nella figura 6, durante la fase di progettazione viene determinato se in caso di lunghi tratti da percorrere a velocità costante (tipicamente, ma non solo, tratti autostradali) è più conveniente da un punto di vista energetico (cioè per ridurre i consumi) procedere a velocità costante oppure alternare ciclicamente una fase di moto attivo (indicata con la lettera "A" nella figura 6), in cui il motore 4 è acceso ed è collegato alle ruote 3 posteriori motrici attraverso il cambio 9, ed una fase di moto passivo o per inerzia (indicata con la lettera "B" nella figura 6), in cui il motore 4 è spento ed è scollegato dalle ruote 3 posteriori motrici ponendo il cambio 9 in folle. In funzione delle caratteristiche dell'automobile 1 e del motore 4 e della velocità media che si vuole mantenere, la marcia a velocità costante può essere energeticamente meno conveniente (cioè può presentare

consumi più elevati) della marcia che alterna ciclicamente fasi di moto attivo e passivo, in quanto nelle fasi di moto attivo il motore 4 può venire fatto funzionare in condizioni di massima efficienza.

Come detto in precedenza, preferibilmente le simulazioni sul comportamento del veicolo 1 per determinare il tipo di moto ottimale non vengono effettuate ogni volta dalla unità 12 di controllo, ma vengono effettuate durante una fase di progettazione ed i risultati delle simulazioni vengono memorizzati in una memoria della unità 12 di controllo. In altre parole, in una memoria della unità 12 di controllo è presente una tabella che in funzione della velocità media desiderata fornisce se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere a velocità costante oppure se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo; inoltre, quando è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo la tabella fornisce anche il rapporto ideale tra la durata della fase di moto attivo e la durata di moto passivo.

In pratica, una volta che l'unità 12 di controllo ha determinato la velocità ottimale V_0 corrente ed ha verificato che la velocità ottimale V_0 corrente deve venire

mantenuta per un tempo sufficientemente lungo, cioè che il tratto corrente del percorso dell'automobile 1 è sufficientemente lungo (quindi maggiore di un valore di soglia predeterminato), l'unità 12 di controllo verifica se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere ad una velocità costante pari alla velocità ottimale V_0 corrente oppure se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo in modo da ottenere una velocità media pari alla velocità ottimale V_0 corrente ed ovviamente utilizza la modalità più conveniente dal punto di vista energetico.

Come illustrato nella figura 6, durante la fase di moto attivo il veicolo 1 stradale presenta un moto accelerato in cui la velocità istantanea (indicata con la lettera V nella figura 6) è progressivamente crescente fino ad arrivare ad un valore massimo superiore alla velocità ottimale V_0 corrente che è pari alla velocità V_{MEDIA} media, mentre durante la fase di moto passivo il veicolo 1 stradale presenta un moto decelerato in cui la velocità istantanea è progressivamente decrescente fino a raggiungere un valore minimo inferiore alla velocità ottimale V_0 corrente. In altre parole, la velocità istantanea oscilla ciclicamente attorno alla velocità ottimale V_0 corrente che è pari alla velocità V_{MEDIA} media.

La sopra descritta modalità di funzionamento in cui il veicolo alterna ciclicamente una fase di moto attivo (in cui il motore 4 è acceso ed è collegato alle ruote 3 posteriori motrici attraverso il cambio 9) ed una fase di moto passivo o per inerzia (in cui il motore 4 è spento ed è scollegato dalle ruote 3 posteriori motrici) è utilizzabile anche indipendentemente dalla determinazione della velocità massima consigliata V_{MAX} e della successiva determinazione della velocità ottimale V_0 . In altre parole, il guidatore che sta per affrontare un tratto sufficientemente lungo potenzialmente percorribile a velocità costante (tipicamente, ma non solo, un tratto autostradale), comunica all'unità 12 di controllo la velocità media desiderata che intende mantenere mediante il dispositivo 15 di interfaccia e lascia all'unità 12 di controllo il compito di "attuare" tale velocità media desiderata nel modo più economico possibile. Tenendo ferma l'esigenza di ottenere la velocità media desiderata, l'unità 12 di controllo decide se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere ad una velocità costante pari alla velocità media desiderata oppure se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo. Inoltre, una volta stabilito che è più conveniente procedere alternando ciclicamente una fase di

moto attivo ed una fase di moto passivo, l'unità 12 di controllo stabilisce il rapporto ideale tra la durata della fase di moto attivo e la durata di moto passivo.

E' importante osservare che la velocità ottimale V_0 determinata dall'unità 12 di controllo può venire direttamente attuata dall'unità 12 di controllo stessa, oppure può unicamente venire suggerita al guidatore mediante una apposita segnalazione visiva e/o acustica realizzata dal dispositivo 15 di interfaccia. Quando la velocità ottimale V_0 determinata dall'unità 12 di controllo è unicamente suggerita al guidatore mediante una apposita segnalazione visiva e/o acustica, il dispositivo 15 di interfaccia potrebbe anche visualizzare una stima della variazione del consumo di carburante (ed eventualmente anche una stima della variazione del tempo di percorrenza) se si procedesse alla velocità ottimale V_0 invece che alla velocità corrente.

Come detto in precedenza la velocità ottimale V_0 determinata dall'unità 12 di controllo può venire direttamente attuata dall'unità 12 di controllo stessa, oppure può unicamente venire suggerita al guidatore al quale viene lasciato il pieno controllo dell'acceleratore; anche nel primo caso il guidatore deve essere comunque in grado con immediatezza di prendere il pieno controllo del veicolo 1 sganciandosi dal controllo di inseguimento di

velocità eseguito dall'unità 12 di controllo, ad esempio agendo anche leggermente sul pedale del freno. Una volta che il guidatore desidera che l'unità 12 di controllo riprenda nuovamente il controllo, questo deve altresì essere possibile con altrettanta facilità, senza che il guidatore stesso debba dare una esplicita richiesta. Si possono quindi verificare due casi diversi: nel primo il guidatore accelera rispetto alla velocità ottimale V_0 , per esempio per eseguire un sorpasso, nel qual caso è sufficiente che venga rilasciato il pedale dell'acceleratore per consentire all'unità 12 di controllo di riprendere il controllo gradualmente; nel secondo caso invece il guidatore frena, ed allora l'unità 12 di controllo riprenderà l'inseguimento della velocità ottimale V_0 se e solo se sarà il guidatore stesso a portare il veicolo 1 per un tempo calibrabile nell'intorno della medesima velocità ottimale V_0 .

Inoltre, è possibile eseguire una sorta di autovalutazione dello stile di guida del guidatore al termine del viaggio: alla fine del viaggio il guidatore potrà effettuare il download dei dati del viaggio appena terminato (tipicamente tramite porta USB o similari) e mediante un apposito programma implementato in un personal computer potrà verificare il proprio stile di guida (per esempio sovrapponendo il tragitto percorso su una mappa per

poter avere una indicazione puntuale dei vari suggerimenti); il risultato della procedura dovrebbe essere una sorta di indicatore di efficienza o di quantità di carburante risparmiato o che sarebbe stato possibile risparmiare nel caso il guidatore fosse riuscito a seguire tutti i consigli fornitigli dall'unità 12 di controllo.

Il metodo di controllo della velocità sopra descritto presenta numerosi vantaggi, in quanto permette di diminuire i consumi di carburante e la produzione di inquinanti senza nel contempo avere una eccessiva penalizzazione sul tempo di percorrenza. In particolare, un aspetto estremamente importante del metodo di controllo della velocità sopra descritto è l'essere in grado di concentrare la propria azione nei punti del percorso a più alta densità di vantaggi e quindi determinare una effettiva diminuzione dei consumi senza intervenire in modo eccessivo e fastidioso per il guidatore. Inoltre, la funzionalità del metodo di controllo della velocità sopra descritto può venire facilmente regolata dal guidatore agendo in modo semplice ed intuitivo sui coefficiente k_S e k_D di risparmio statico e dinamico. Infine, il metodo di controllo della velocità sopra descritto è semplice ed economico da implementare anche in un veicolo esistente di moderna concezione in quanto non richiede l'installazione di componenti fisici aggiuntivi rispetto a quelli già normalmente presenti.

RIVENDICAZIONI

1) Metodo di controllo della velocità di un veicolo (1); il metodo di controllo comprende la fase di:

determinare una velocità media desiderata del veicolo (1);

il metodo di controllo è **caratterizzato dal fatto di** comprendere le ulteriori fasi di:

determinare per la velocità media desiderata se in caso di un lungo tratto da percorrere a velocità costante è più conveniente da un punto di vista energetico procedere ad velocità costante pari alla velocità media desiderata oppure alternare ciclicamente una fase di moto attivo, in cui un motore (4) è acceso ed è collegato alle ruote (3) motrici, ed una fase di moto passivo, in cui il motore (4) è spento ed è scollegato dalle ruote (3) motrici in modo da ottenere una velocità media pari alla velocità media desiderata; ed

attuare, in caso di un lungo tratto da percorrere a velocità costante, il tipo di moto più conveniente da un punto di vista energetico in modo da ottenere una velocità media pari alla velocità media desiderata.

2) Metodo di controllo secondo la rivendicazione 1, in cui durante la fase di moto attivo il veicolo (1) presenta un moto accelerato in cui la velocità istantanea è progressivamente crescente, mentre durante la fase di moto

passivo il veicolo (1) presenta un moto decelerato in cui la velocità istantanea è progressivamente decrescente.

3) Metodo di controllo secondo la rivendicazione 1, in cui durante la fase di moto attivo il veicolo (1) presenta un moto accelerato in cui la velocità istantanea è progressivamente crescente fino ad arrivare ad un valore massimo superiore alla velocità media desiderata, mentre durante la fase di moto passivo il veicolo (1) presenta un moto decelerato in cui la velocità istantanea è progressivamente decrescente fino ad arrivare ad un valore minimo inferiore alla velocità media desiderata.

4) Metodo di controllo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3 e comprendente l'ulteriore fase di determinare, durante una fase di progettazione, una tabella che in funzione della velocità media desiderata fornisce se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere a velocità costante oppure se è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo.

5) Metodo di controllo secondo la rivendicazione 4, in cui la tabella fornisce anche il rapporto ideale tra la durata della fase di moto attivo e la durata di moto passivo quando è più conveniente dal punto di vista energetico procedere alternando ciclicamente una fase di moto attivo ed una fase di moto passivo.

6) Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui la velocità media desiderata viene stabilita dal guidatore.

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO

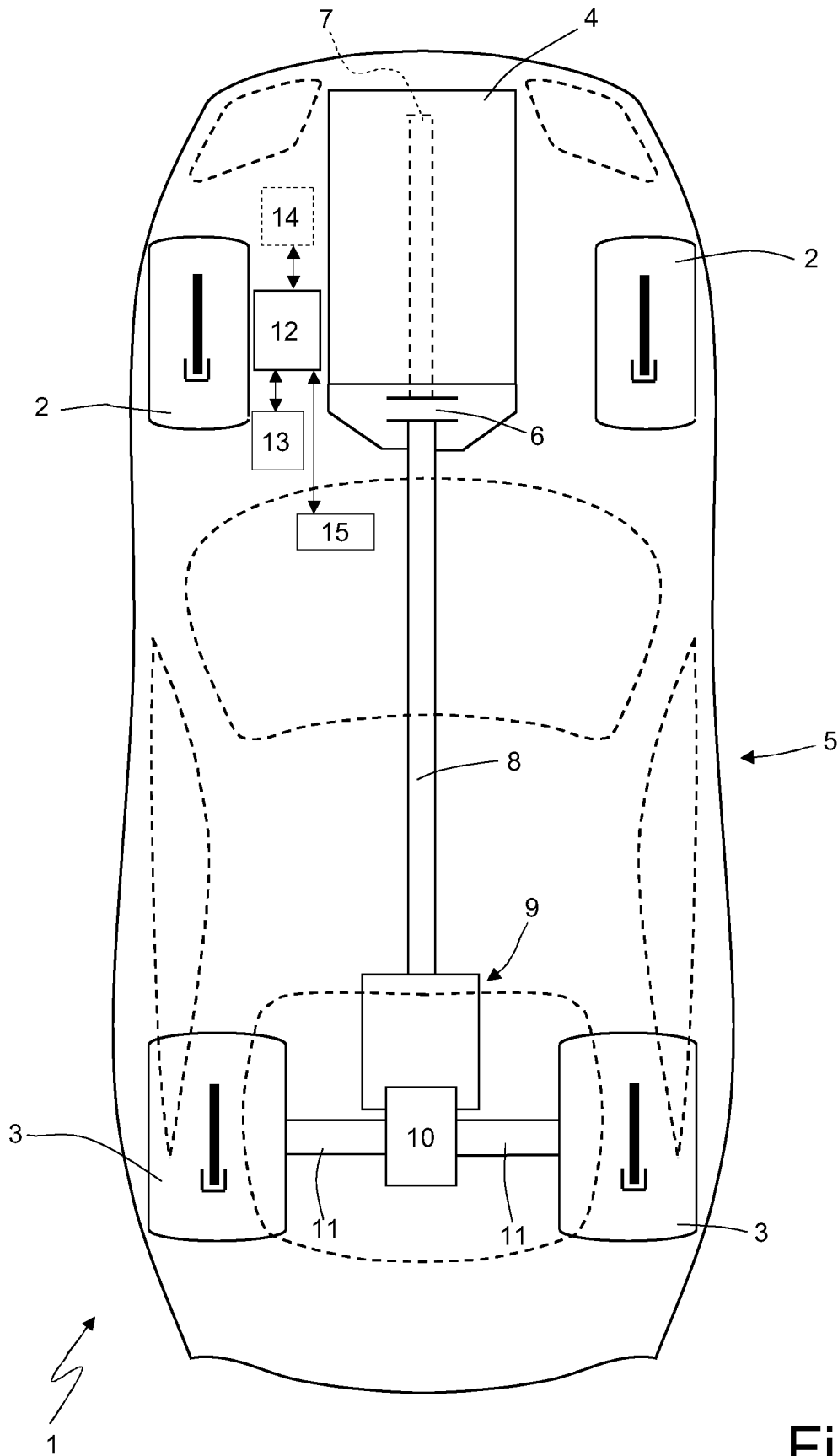


Fig. 1

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

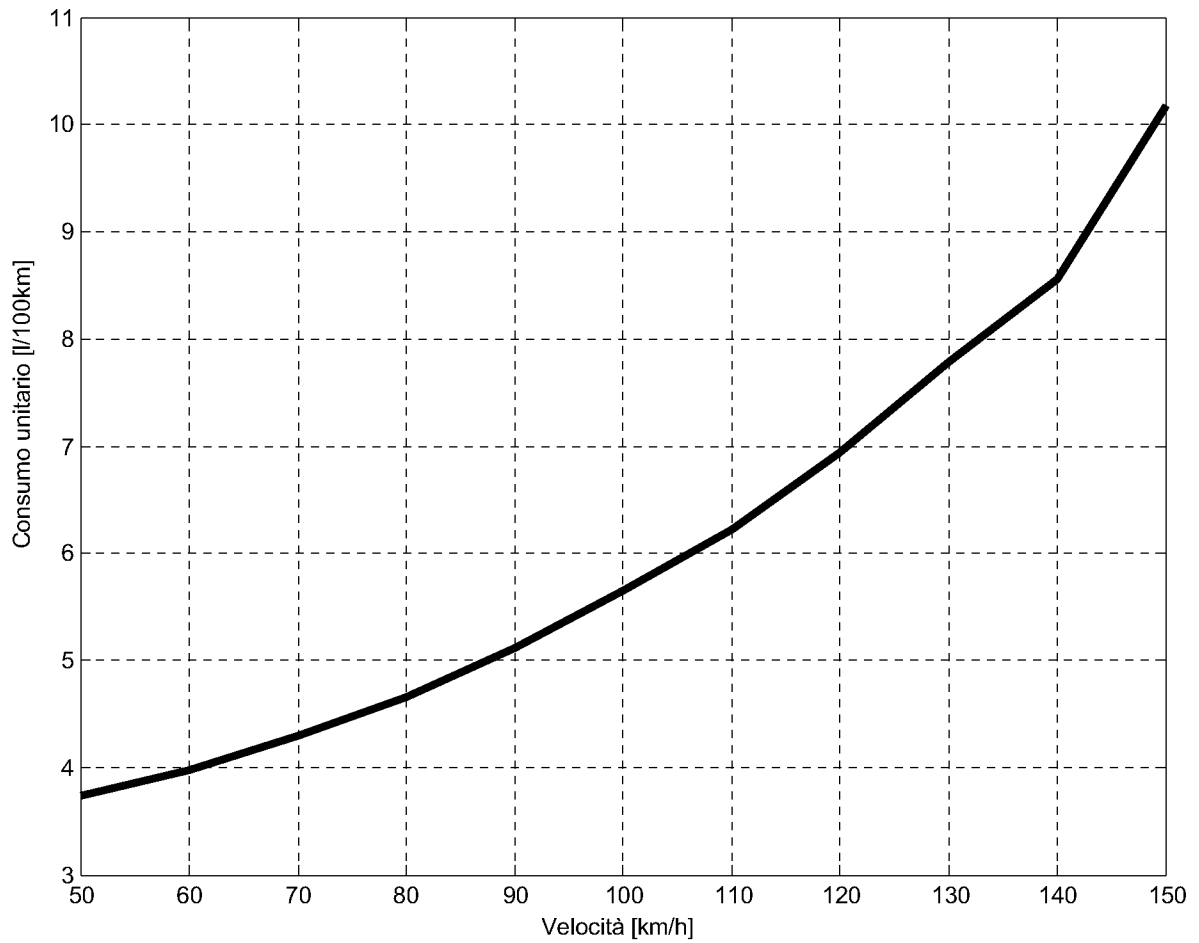


Fig.2

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

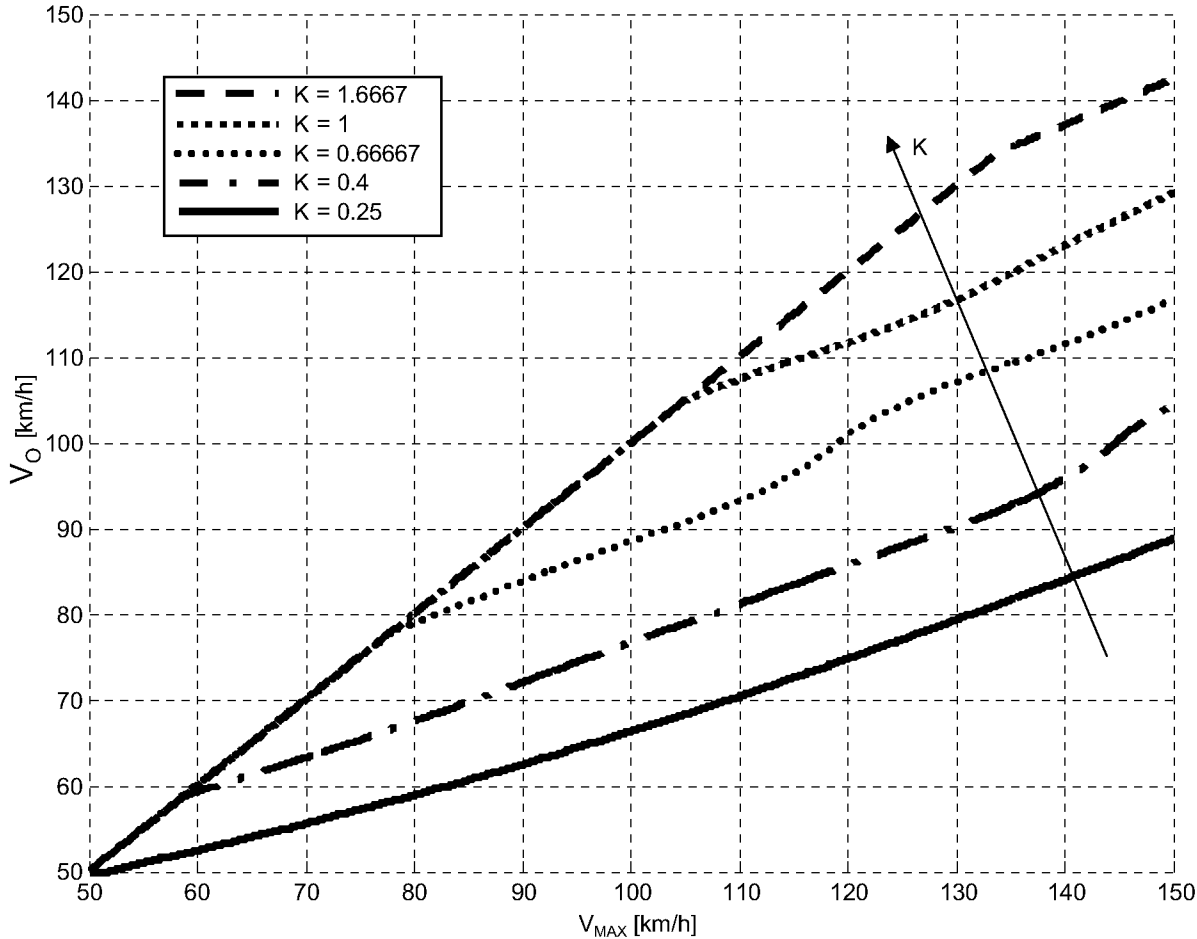


Fig.3

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

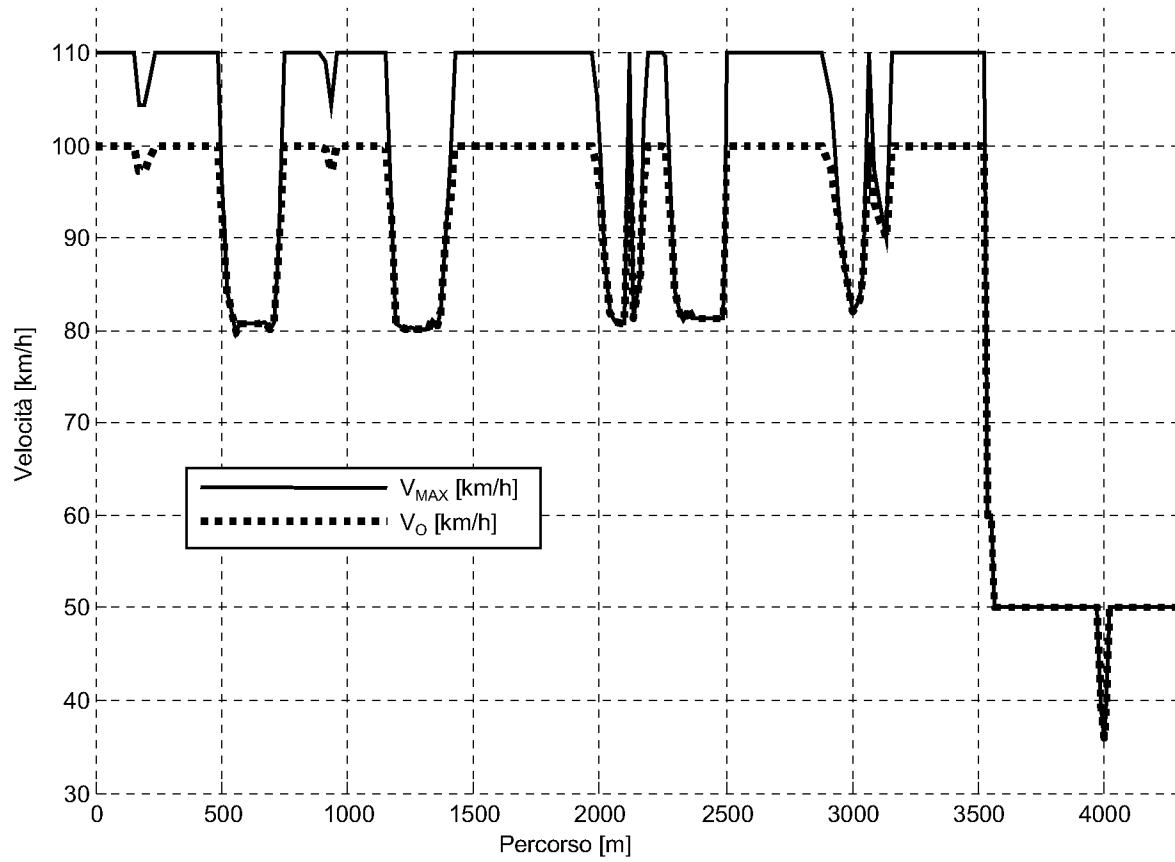


Fig.4

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

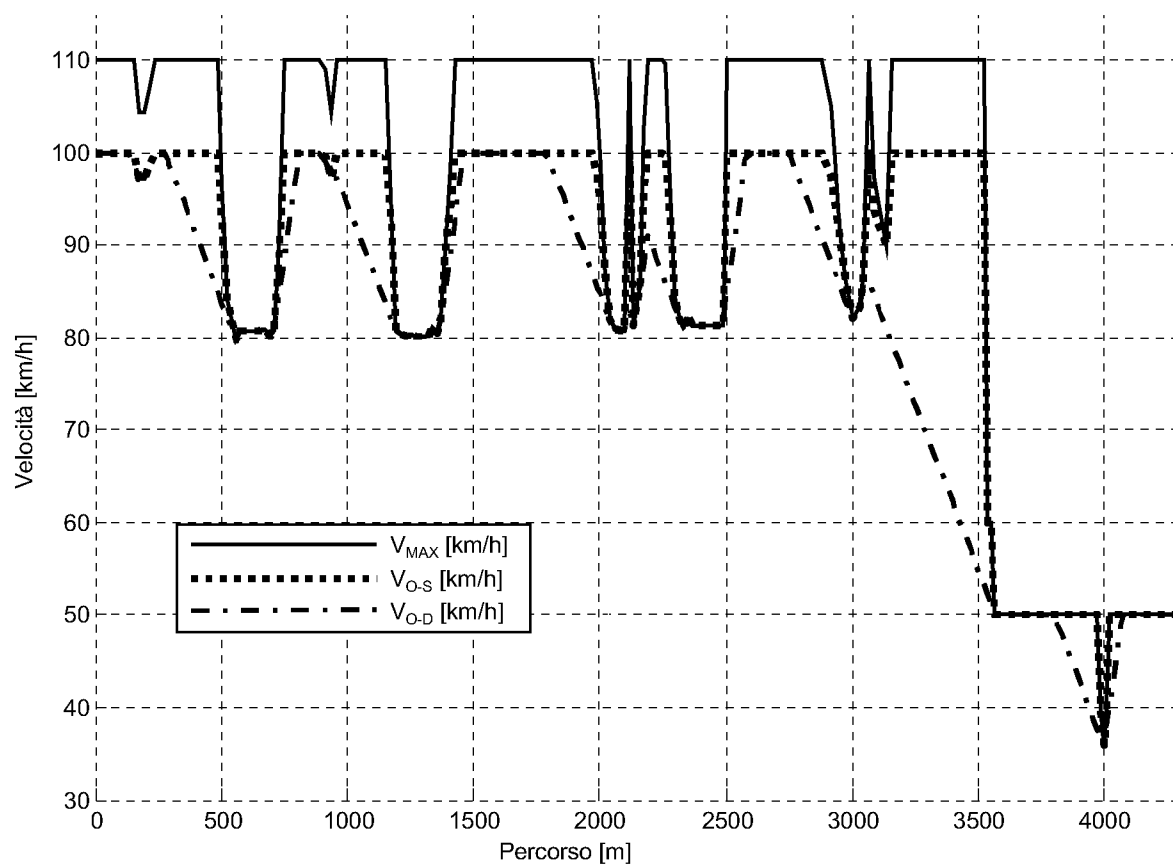


Fig.5

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)

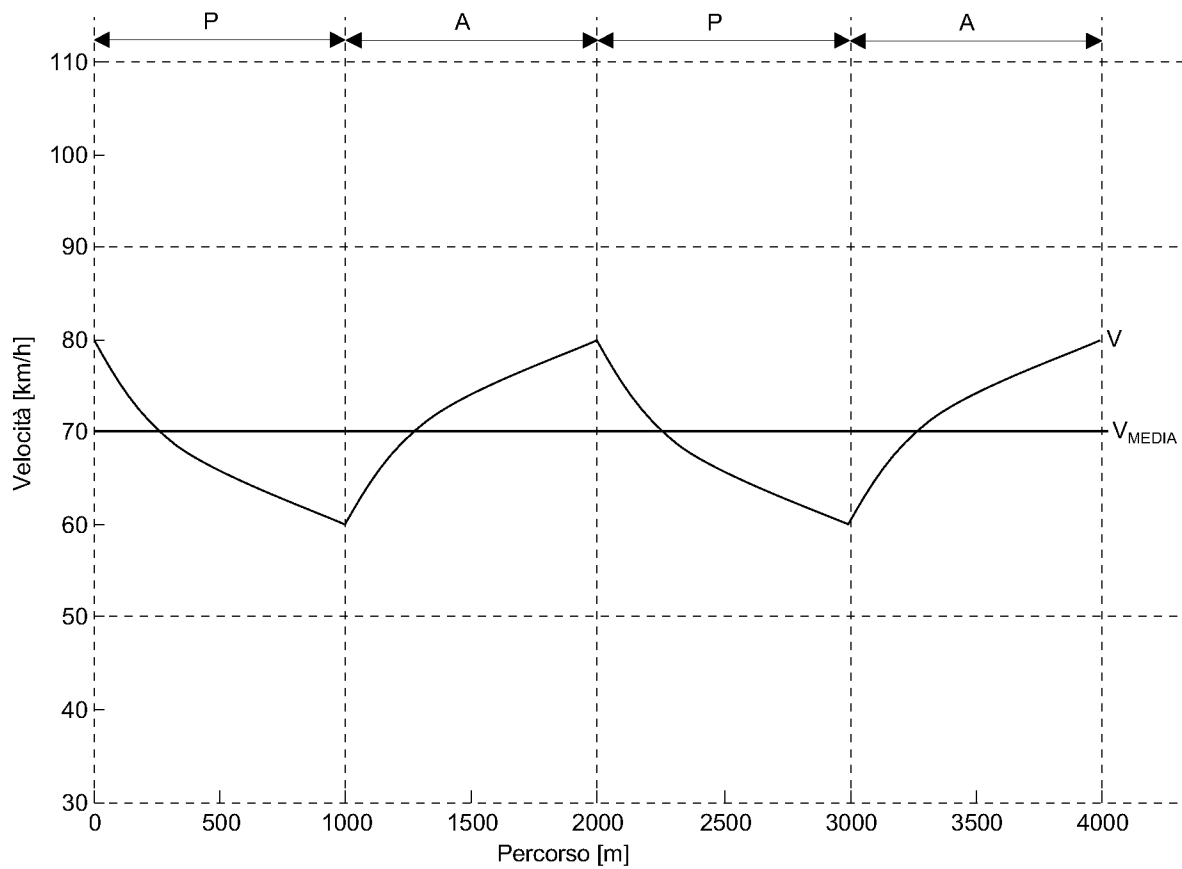


Fig.6

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Paolo JORIO
(Iscrizione Albo nr. 294/BM)