



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900884840
Data Deposito	27/10/2000
Data Pubblicazione	27/04/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	K		

Titolo

METODO DI RESTITUZIONE DELLA COPPIA MOTORE DURANTE UN CAMBIO MARCIA
--

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale

di MAGNETI MARELLI S.P.A.

di nazionalità italiana,

con sede a 20145 MILANO,

VIA GRIZIOTTI, 4

Inventori: AMISANO Fabrizio

SERRA Gabriele

27 OTT. 2000

*** **

La presente invenzione si riferisce ad un metodo di restituzione della coppia motore durante un cambio marcia, ed in particolare un cambio di marcia effettuato da un cambio manuale servocomandato, cui la trattazione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere di generalità.

Trovano sempre maggiore diffusione i cambi manuali servocomandati, i quali sono strutturalmente del tutto simili ad un cambio manuale di tipo tradizionale ad eccezione del fatto che pedali e leve di comando azionabili dall'utente vengono sostituiti da corrispondenti servocomandi elettrici o idraulici. Utilizzando un cambio manuale servocomandato, l'utente deve unicamente inviare ad una centralina di controllo l'ordine di passare ad una marcia superiore oppure ad una marcia inferiore e la centralina di controllo effettua

RAFFAELE SCRIELLI
Iscrittione Auto N. 533

autonomamente il cambio di marcia agendo sul comando della valvola a farfalla e sui vari servocomandi.

In condizioni di guida normali ad un cambio manuale servocomandato è richiesto di garantire un elevato comfort ai passeggeri del veicolo durante le fasi di cambio di marcia; recenti studi hanno evidenziato che per garantire un elevato comfort ai passeggeri è necessario che il cambio di marcia venga effettuato in tempi ridotti e senza innescare oscillazioni avvertibili dai passeggeri stessi.

Al termine delle operazioni di cambio marcia, la frizione deve venire richiusa per rendere tra loro angolarmente solidali l'albero motore e l'albero primario del cambio; in particolare, dopo avere inserito il nuovo rapporto in una cambiata ascendente (cioè quando il nuovo rapporto è più "lungo" del precedente) il veicolo procede ad una velocità praticamente identica alla velocità precedente alla azione di cambio marcia, il motore ruota ad una velocità sostanzialmente pari a quella del veicolo vista attraverso il rapporto precedente, e l'albero primario del cambio ruota ad una velocità pari a quella del veicolo vista attraverso il nuovo rapporto e quindi ruota più lentamente rispetto all'albero motore.

In questa situazione, per ridurre al minimo il tempo di cambiata si dovrebbe richiudere nel più breve tempo

possibile la frizione; tuttavia, tale modalità operativa risulta accettabile solo durante una guida sportiva al limite, in quanto induce una serie di oscillazioni nella velocità di avanzamento del veicolo chiaramente avvertibili dai passeggeri con un conseguente decadimento del comfort di marcia.

Per richiudere la frizione al termine delle operazioni di cambio di marcia è noto di azionare progressivamente e contemporaneamente sia il servocomando della frizione, sia il servocomando della valvola a farfalla, in modo da aumentare contemporaneamente e progressivamente sia la coppia trasmessa dalla frizione, sia la coppia generata dal motore. Tuttavia, tale metodologia si dimostrata capace di non produrre sollecitazioni avvertibili dai passeggeri solo se condotta in tempi relativamente molto lunghi.

Scopo della presente invenzione è di fornire un metodo di restituzione della coppia motore durante un cambio marcia, che sia privo degli inconvenienti descritti e, in particolare, sia di facile ed economica attuazione.

In accordo con la presente invenzione viene fornito un metodo di restituzione della coppia motore durante un cambio marcia secondo quanto licitato nella rivendicazione 1.

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 del motore e degli organi di trasmissione di un veicolo provvisto di un cambio manuale servoassistito;

la figura 2 illustra l'evoluzione temporale di alcune grandezze durante una operazione di richiusura della frizione effettuata secondo il metodo oggetto della presente invenzione; e

la figura 3 illustra uno schema a blocchi di una parte di una unità di controllo della figura 1.

Nella figura 1, con 1 sono indicati nel loro complesso gli organi di trasmissione di un veicolo noto, i quali sono atti a trasmettere il moto da un motore 2 ad una coppia di ruote 3 motrici. Gli organi 1 di trasmissione comprendono una frizione 4, un cambio 5 manuale servocomandato, ed un differenziale 6; il cambio 5 comprende a sua volta un albero 7 primario, il quale ruota ad una velocità $\omega_1(t)$ angolare, ed un albero 8 secondario, il quale ruota ad una velocità $\omega_2(t)$ angolare e trasmette il moto alle ruote 3 motrici per mezzo del differenziale 6 e di una coppia di semiassi 9. Mediante l'interposizione della frizione 3, l'albero 7 primario è collegato ad un albero 10 motore, il quale è portato in

rotazione dal motore 2 e ruota ad una velocità $\omega_m(t)$ angolare.

Gli organi 1 di trasmissione sono, inoltre, provvisti di un servocomando 11 idraulico di tipo noto, il quale è atto a comandare la frizione 4, e di un servocomando 12 idraulico di tipo noto, il quale è atto a comandare la posizione l'albero 8 secondario per determinare il rapporto di trasmissione esistente tra l'albero 7 primario e l'albero 8 secondario. I servocomandi 11 e 12 sono controllati da una unità 13 di controllo, la quale è collegata ad una serie di sensori (noti e non illustrati) per rilevare i comandi del pilota e misurare il valore di alcune grandezze di riferimento del motore 2 e degli organi 1 di trasmissione.

Nell'unità 13 di controllo è memorizzata in una rispettiva memoria (nota e non illustrata) la funzione $T_{c1}(x)$ di trasmissibilità della frizione 4, la quale fornisce per ciascuna posizione x della frizione 4 (o meglio per ciascuna posizione x dello spingidisco della frizione 4) la coppia T_{c1} trasmessa mediante la frizione 4 stessa dall'albero 10 motore all'albero 7 primario del cambio 5. In generale, la funzione $T_{c1}(x)$ di trasmissibilità della frizione 4 può essere ottenuta dalla equazione [0], in cui $F(x)$ è la forza esercitata dallo spingidisco della frizione 4, μ è il coefficiente

di attrito tra i dischi della frizione 4, e $\text{SEGNO}()$ è una funzione segno binaria ed assume il valore ± 1 in dipendenza del fatto che la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è maggiore o minore della velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario.

$$[0] \quad T_{cl}(x) = F(x) * \mu * \text{SEGNO}(\omega_m(t) - \omega_1(t))$$

Durante un cambio di marcia da una marcia A corrente ad una successiva marcia B superiore (cioè presentante una rapporto di trasmissione più lungo), l'unità 13 di controllo comanda i servocomandi 11 e 12 per effettuare l'apertura della frizione 4, per disinnestare la marcia A, per innestare la marcia B, ed infine per richiudere la frizione 4. Durante le operazioni di cambio marcia sopra elencate, l'unità 13 di controllo mantiene costantemente sotto controllo la coppia $T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 per mantenere la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore sostanzialmente pari ai valori desiderati.

Durante la fase di richiusura della frizione 4 dopo avere inserito la marcia B, la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore viene portata a pareggiare la velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario, la quale velocità $\omega_1(t)$ angolare è imposta dalla velocità del veicolo, in quanto l'albero 7 primario è angolarmente solidale con le ruote 3 motrici attraverso i semiassi 9,

il differenziale 6, l'albero 8 secondario, e gli ingranaggi della marcia B. Durante la fase di richiusura della frizione 4, la frizione 4 stessa è in slittamento e trasmette una coppia $T_{cl}(t)$ tra l'albero 10 motore e l'albero 7 primario; in questa situazione, la legge del moto è data dall'equazione [1], in cui J_m rappresenta il momento di inerzia del motore 2 e $\omega'_m(t)$ la derivata nel tempo della velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore, cioè l'accelerazione angolare dell'albero 10 motore.

$$[1] \quad J_m * \omega'_m(t) = T_m(t) - T_{cl}(t)$$

Dalla equazione [1] derivano direttamente due altre equazioni:

$$[2] \quad \omega'_m(t) = (T_m(t) - T_{cl}(t)) / J_m$$

$$[3] \quad T_{cl}(t) = T_m(t) - J_m * \omega'_m(t)$$

Per effettuare una richiusura relativamente veloce della frizione 4 garantendo nello stesso tempo il comfort dei passeggeri, risulta vantaggioso regolare il motore 2 per evitare generazione di coppia utile (in queste condizioni, in realtà, il motore genera un coppia $T_m(t)$ motrice leggermente negativa per effetto delle coppie di attrito) e richiudere la frizione 4 solo in parte, in modo da portare la frizione 4 stessa a trasmettere una coppia T_{cl} * costante e determinata all'albero primario 7 del cambio per un intervallo di tempo sufficiente ad

esaurire l'energia cinetica in eccesso dell'albero 10 motore e portare l'albero 10 motore a ruotare sostanzialmente ad una velocità $\omega_m(t)$ angolare pari alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario. Infatti, in tali condizioni il motore 2 genera una energia meccanica inferiore a quella richiesta per la trazione e trasmessa dalla frizione 4, ed il deficit di energia viene recuperato scaricando l'energia cinetica posseduta dall'albero 10 motore, il quale rallenta.

Quando l'albero 10 motore raggiunge una velocità $\omega_m(t)$ angolare prossima alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario, il motore 2 viene regolato per progressivamente ripristinare la generazione di una coppia $T_m(t)$ motrice positiva; quando la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è molto prossima, cioè sostanzialmente uguale, alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario, la frizione 4 viene completamente richiusa ed il cambio marcia viene di conseguenza completato.

In altre parole, il metodo di richiusura della frizione 4 prevede di portare rapidamente la frizione 4 in una posizione x^* determinata per trasmettere una coppia T_{c1}^* costante (sostanzialmente pari alla coppia T^* motrice erogata dal motore 2 immediatamente prima del cambio marcia), e di mantenere la frizione 4 nella

posizione x^* determinata fino all'avvenuta sincronizzazione tra l'albero 10 motore e l'albero 7 primario. In particolare, il motore 2 viene regolato per erogare una coppia $T_m(t)$ nulla (o, più in generale, inferiore alla coppia T_{cl}^* trasmessa dalla frizione 4) fino a quando la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è prossima alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario; a questo punto, il motore 2 viene regolato per aumentare progressivamente la coppia $T_m(t)$ erogata e la frizione 4 viene richiusa completamente solo quando la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è sostanzialmente uguale (cioè molto prossima) alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero (7) primario.

In generale, prima del cambio marcia il veicolo presenta una accelerazione a^* prodotta da una coppia T^* motrice erogata dal motore 2 per effetto delle azioni di guida del pilota; inoltre, per garantire il massimo del comfort, è necessario che le operazioni di cambio marcia arrechino il minimo disturbo all'avanzamento del veicolo. Risulta così conveniente che la coppia T_{cl}^* trasmessa dalla frizione 4 durante la fase di rallentamento dell'albero 10 motore sia sostanzialmente pari alla coppia T^* per mantenere inalterata la legge di moto del veicolo ed evitare di arrecare disturbo ai passeggeri.

Durante le operazioni di cambio marcia, l'unità 13 di controllo determina il valore della coppia T^* motrice erogata dal motore 2 prima del cambio marcia, e attraverso la funzione $T_{c1}(x)$ di trasmissibilità della frizione 4 determina la posizione x^* a cui portare la frizione 4 stessa (o meglio lo spingidisco della frizione 4) per trasmettere una coppia T_{c1}^* sostanzialmente pari (a meno delle coppie di attrito) alla coppia T^* .

E' importante osservare che dal punto di vista delle ruote 3 motrici (cioè dal punto di vista del veicolo) le operazioni di cambio marcia risultano concluse nel momento in cui la frizione 4 è stata portata nella posizione x^* per trasmettere la coppia T_{c1}^* , in quanto da tale momento le ruote 3 motrici ricevono nuovamente la coppia T^* che ricevevano prima del cambio marcia. Tale coppia T^* viene ovviamente erogata dal motore 2, ed in una fase iniziale viene prodotta a scapito dell'energia cinetica dell'albero 10 motore (il quale, di conseguenza, rallenta per sincronizzarsi con l'albero 7 primario) mentre in una successiva fase viene nuovamente prodotta dal motore 2 attraverso la combustione del carburante.

Da quanto sopra esposto, risulta chiaro che al veicolo viene restituita la trazione prima che il cambio marcia sia definitivamente concluso con la completa richiusura della frizione 4, in quanto le ruote 3 motrici

ricevono trazione completa appena comincia la fase di sincronizzazione dell'albero 10 motore con l'albero 7 primario, in quanto già durante tale fase l'albero 7 primario riceve dalla frizione 4 una coppia T_{c1}^* sostanzialmente pari alla coppia T^* ricevuta prima del cambio marcia. In questo modo la durata effettiva del cambio di marcia dal punto di vista del veicolo risulta ridotta, in quanto viene ridotta la durata della fase di coppia traente nulla.

Nella figura 2 è illustrata l'evoluzione temporale della posizione $x(t)$ della frizione 4 e l'evoluzione temporale della velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore durante la fase di richiusura della frizione 4; in particolare, l'innesto della marcia B viene completato in un istante t_0 , in corrispondenza del quale la frizione 4 viene portata rapidamente da una posizione di apertura ad una posizione x^* determinata ed intermedia per trasmettere una coppia T_{c1}^* costante (sostanzialmente pari alla coppia T^* motrice erogata dal motore 2 immediatamente prima del cambio marcia). La frizione 4 viene mantenuta nella posizione x^* determinata fino ad un istante t_2 in cui si completa la sincronizzazione tra l'albero 10 motore e l'albero 7 primario; all'istante t_2 la frizione 4 viene richiusa completamente ed il cambio marcia risulta concluso.

Tra l'istante t_0 , in cui la frizione 4 viene portata rapidamente da una posizione di completa apertura alla posizione x^* determinata ed intermedia per trasmettere la coppia T_{c1}^* costante, ed l'istante t_1 , in cui la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è prossima alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario (cioè tra le due velocità $\omega_m(t)$ e $\omega_1(t)$ angolari vi è uno scarto compreso tra 50 e 200 rpm), il motore 2 viene regolato dalla unità 13 di controllo per erogare una coppia $T_m(t)$ nulla (o, più in generale, inferiore alla coppia T_{c1}^* trasmessa dalla frizione 4). A partire dall'istante t_1 , in cui la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore è prossima alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario, il motore 2 viene regolato dalla unità 13 di controllo per aumentare progressivamente la coppia $T_m(t)$ erogata in modo da fare variare la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore secondo una legge di moto di tipo parabolico, la quale è sostanzialmente tangente alla velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario (velocità $\omega_1(t)$ angolare sostanzialmente costante nell'intervallo di tempo considerato).

Da quanto sopra esposto, risulta chiaro che la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore prima dell'istante t_0 presenta una derivata $\omega'_m(t)$ nel tempo costante e leggermente negativa come risulta chiaramente

dall'equazione [2] in quanto la coppia $T_{cl}(t)$ trasmessa dalla frizione 4 è nulla e la coppia $T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 è leggermente negativa per effetto delle coppie di attrito (il motore 2 è disalimentato e non produce coppia utile). Quindi, la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore prima dell'istante t_0 presenta una legge di moto lineare con una leggera pendenza negativa.

La velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore tra l'istante t_0 e l'istante t_1 presenta una derivata $\omega'_m(t)$ nel tempo costante e fortemente negativa come risulta chiaramente dall'equazione [2] in quanto la coppia $T_{cl}(t)$ trasmessa dalla frizione 4 è costante e pari alla coppia T^* motrice erogata dal motore 2 immediatamente prima del cambio marcia e la coppia $T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 è leggermente negativa per effetto delle coppie di attrito (il motore 2 è disalimentato e non produce coppia utile). Quindi, la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore tra l'istante t_0 e l'istante t_1 presenta una legge di moto lineare con una marcata pendenza negativa.

La velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore tra l'istante t_1 e l'istante t_2 presenta una derivata $\omega'_m(t)$ negativa e di modulo decrescente nel tempo in modo lineare per effetto del progressivo aumento della coppia

$T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 sotto il controllo dell'unità 13 di controllo. Come risulta dall'equazione [2] la coppia $T_{c1}(t)$ trasmessa dalla frizione 4 è costante e pari alla coppia T^* motrice erogata dal motore 2 immediatamente prima del cambio marcia e la coppia $T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 aumenta in modo lineare per effetto delle regolazioni imposte dalla unità 13 di controllo. Quindi, la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore tra l'istante t_1 e l'istante t_2 presenta una legge di moto parabolica; infatti se la derivata $\omega'_m(t)$ della velocità $\omega_m(t)$ angolare presenta un incremento lineare nel tempo, la velocità $\omega_m(t)$ angolare presenta una legge di moto di tipo parabolico.

Secondo una diversa forma di attuazione, la legge di moto della velocità $\omega_m(t)$ angolare potrebbe non essere una legge di tipo parabolico. Tuttavia, l'utilizzo di una legge di tipo parabolico risulta particolarmente vantaggioso in quanto la legge di tipo parabolico permette di portare la velocità $\omega_m(t)$ angolare ad arrivare a sincronizzarsi con la velocità $\omega_1(t)$ angolare in modo estremamente dolce e graduale (in quanto la parabola della velocità $\omega_m(t)$ angolare viene disegnata in modo da risultare sostanzialmente tangente alla retta della velocità $\omega_1(t)$ angolare); inoltre la creazione di una legge di moto parabolica risulta relativamente

semplice in quanto richiede che la derivata $\omega'_m(t)$ della velocità $\omega_m(t)$ angolare presenti un incremento lineare nel tempo, cioè (in base all'equazione [2]) richiede che la coppia $T_m(t)$ motrice generata dal motore 2 presenti un incremento lineare nel tempo.

Secondo quanto illustrato nella figura 3, l'unità 13 di controllo comprende un blocco 14 di generazione, il quale a partire dall'istante t_1 genera un segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento indicante l'andamento ideale che dovrebbe assumere la velocità $\omega_m(t)$ angolare tra l'istante t_1 e l'istante t_2 . L'unità 13 di controllo comprende, inoltre, un blocco 15 di pilotaggio, il quale riceve in ingresso il segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento, la lettura della velocità $\omega_m(t)$ angolare, la lettura della derivata $\omega'_m(t)$ della velocità $\omega_m(t)$ angolare, e la lettura della coppia $T_{c1}(t)$ trasmessa dalla frizione 4, ed è atto a pilotare il motore 2 in modo da fare seguire alla velocità $\omega_m(t)$ angolare l'andamento del segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento entro una tolleranza determinata.

Il blocco 15 di pilotaggio controlla il motore 2 in coppia, cioè comunica ad una centralina di comando (nota e non illustrata) del motore 2 il valore della coppia $T_{mob}(t)$ obiettivo che il motore 2 deve erogare in modo tale che la velocità $\omega_m(t)$ angolare segua l'andamento del segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento. Il valore della coppia

$T_{mob}(t)$ obiettivo viene determinato dal blocco 15 di pilotaggio mediante la somma di due contributi $T_{mob1}(t)$ e $T_{mob2}(t)$ tra loro indipendenti; il valore $T_{mob1}(t)$ viene determinato mediante un logica di controllo ad anello aperto in base alla coppia $T_{c1}(t)$ trasmessa dalla frizione 4, mentre il valore $T_{mob2}(t)$ viene determinato mediante un logica di controllo ad anello chiuso in base alla differenza tra la velocità $\omega_m(t)$ angolare ed il segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento. Più in dettaglio, il valore della coppia $T_{mob}(t)$ obiettivo viene determinato applicando le equazioni [4], [5] e [6] sotto dettagliate, in cui K è un coefficiente di guadagno funzione della condizione operativa.

$$[4] \quad T_{mob}(t) = T_{mob1}(t) + T_{mob2}(t)$$

$$[5] \quad T_{mob1}(t) = k * (\omega_{mrif}(t) - \omega_m(t))$$

$$[6] \quad T_{mob2}(t) = T_{c1}(t) + J_m * \omega'_m(t)$$

Variando il valore del coefficiente K di guadagno e/o dell'andamento del segnale $\omega_{mrif}(t)$ di riferimento, è possibile variare sia la durata dell'intervallo di tempo intercorrente tra l'istante t_1 e l'istante t_2 (cioè della fase di ridata coppia al termine del cambio marcia), sia la pendenza con cui la velocità $\omega_m(t)$ angolare dell'albero 10 motore appropria la velocità $\omega_1(t)$ angolare dell'albero 7 primario. E' importante rimarcare che la durata effettiva della fase di ridata coppia non

ha sostanzialmente alcun effetto sul comportamento dinamico del veicolo, in quanto la trazione alle ruote 3 motrici viene restituita già a partire dall'istante t_1 come descritto in precedenza.

RAFFAELE BORRELLI
Iscrizione Albo N. 533

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

1) Metodo di restituzione della coppia motore durante un cambio marcia, in cui la frizione (4) viene chiusa per portare la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore a pareggiare la velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5); il metodo prevedendo di generare un profilo (ω_{mrif}) di riferimento per la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore, e di controllare il motore (2) per fare seguire alla velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore il profilo (ω_{mrif}) di riferimento.

2) Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il detto profilo (ω_{mrif}) di riferimento viene generato quando la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore è prossima alla velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5).

3) Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui il detto profilo (ω_{mrif}) di riferimento presenta una porzione finale sostanzialmente tangente alla velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5).

4) Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui il detto profilo (ω_{mrif}) di riferimento presenta una porzione finale di tipo parabolico e sostanzialmente tangente alla velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5).

RAFFAELE BORRELLI
Iscrizione Albo N. 533

5) Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui viene controllata la coppia (T_m) motrice generata dal motore (2) per fare seguire alla velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore il profilo (ω_{mrif}) di riferimento.

6) Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui per controllare la coppia (T_m) motrice generata dal motore (2) viene generato un valore di riferimento (T_{mob}) di coppia da richiedere al motore (2) stesso.

7) Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui il detto valore di riferimento (T_{mob}) di coppia comprende un primo (T_{mob1}) contributo in anello-aperto dipendente dalla coppia (T_{c1}) trasmessa dalla detta frizione (4).

8) Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui il detto primo (T_{mob1}) contributo viene calcolato come somma tra la coppia (T_{c1}) trasmessa dalla detta frizione (4) ed il prodotto tra il momento (J_m) di inerzia del motore (2) e l'accelerazione (ω'_m) angolare dell'albero (10) motore.

9) Metodo secondo la rivendicazione 6, 7 o 8, in cui il detto valore di riferimento (T_{mob}) di coppia comprende un secondo (T_{mob2}) contributo in anello-chiuso dipendente dalla differenza tra la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore ed il profilo (ω_{mrif}) di riferimento.

10) Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la frizione (4) viene portata in una posizione (x^*) determinata per trasmettere una coppia (T_{cl}^*) costante e la frizione (4) stessa viene mantenuta nella posizione (x^*) determinata fino all'avvenuta sincronizzazione tra l'albero (10) motore e l'albero (7) primario.

11) Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui nella detta posizione (x^*) determinata la frizione (4) trasmette una coppia (T_{cl}^*) costante sostanzialmente pari alla coppia (T^*) motrice erogata dal motore (2) immediatamente prima del cambio marcia.

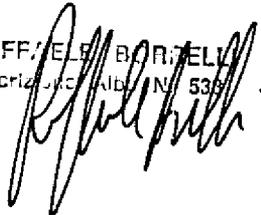
12) Metodo secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui il detto motore (2) viene disalimentato per non generare coppia utile fino a quando la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore non è prossima alla velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5), ed il detto motore viene regolato per fare seguire alla velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore il profilo (ω_{mrif}) di riferimento quando la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10) motore è prossima alla velocità (ω_1) angolare dell'albero (7) primario del cambio (5).

13) Metodo secondo la rivendicazione 10, 11 o 12, in cui la detta frizione (4) viene richiusa completamente solo quando la velocità (ω_m) angolare dell'albero (10)

motore è sostanzialmente uguale alla velocità (ω_1)
angolare dell'albero (7) primario.

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

RAFFAELE CORRELLI
Iscrittura Alb. N. 533



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
E FUNZIONARIO



RAFFAELE CORRELLI
Iscrittura Alb. N. 533

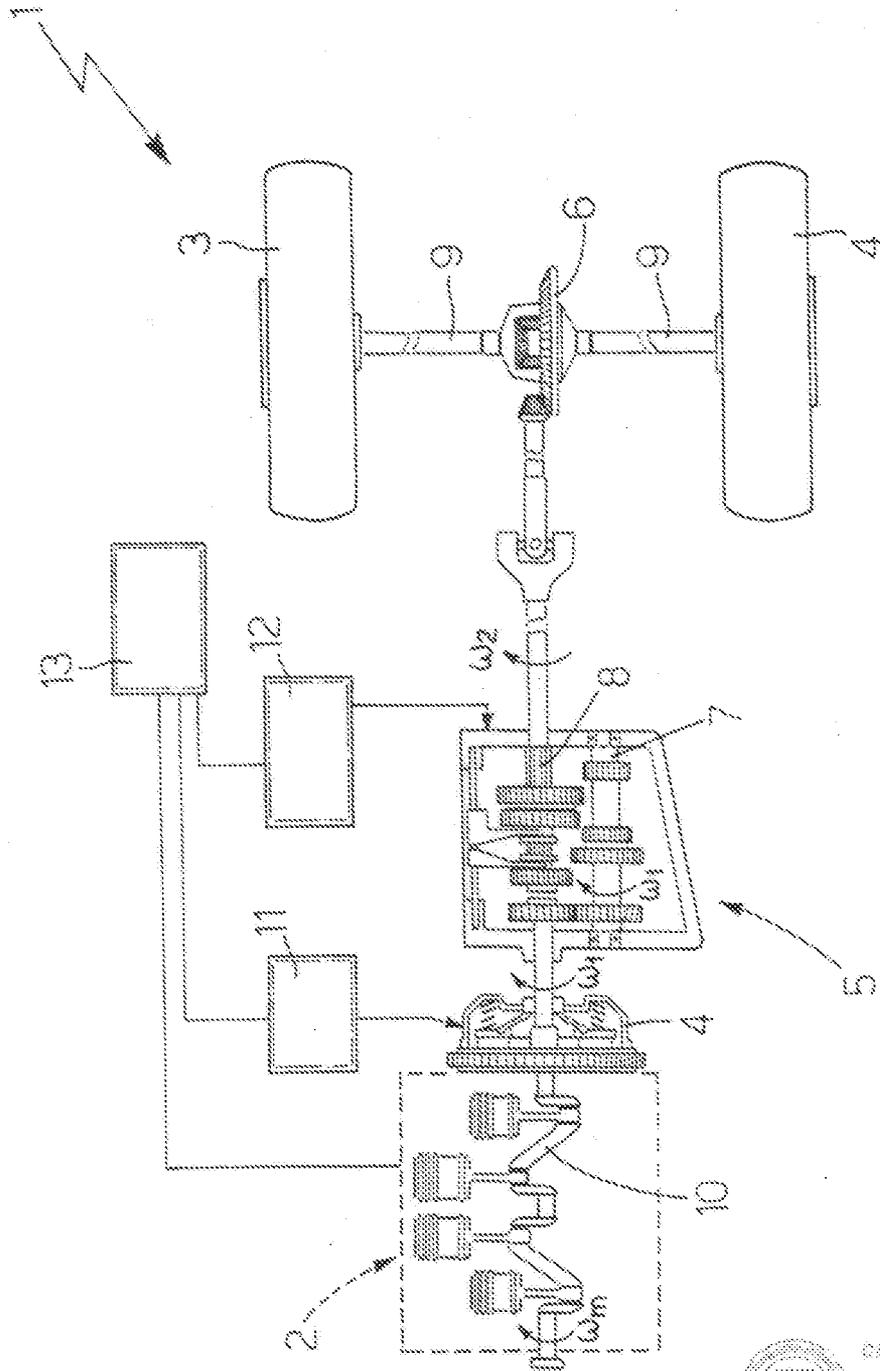
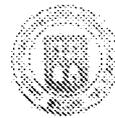


Fig.1

RAFFAELE BORRELLI
Inventore: Atto. N. 533



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
TORINO
REG. CIV. N. 10000
RUC. CIG. 01000000000
IL FUNZIONARIO

P.I. MAGNETI MARELLI S.P.A.

RAFFAELE BORRELLI
Inventore



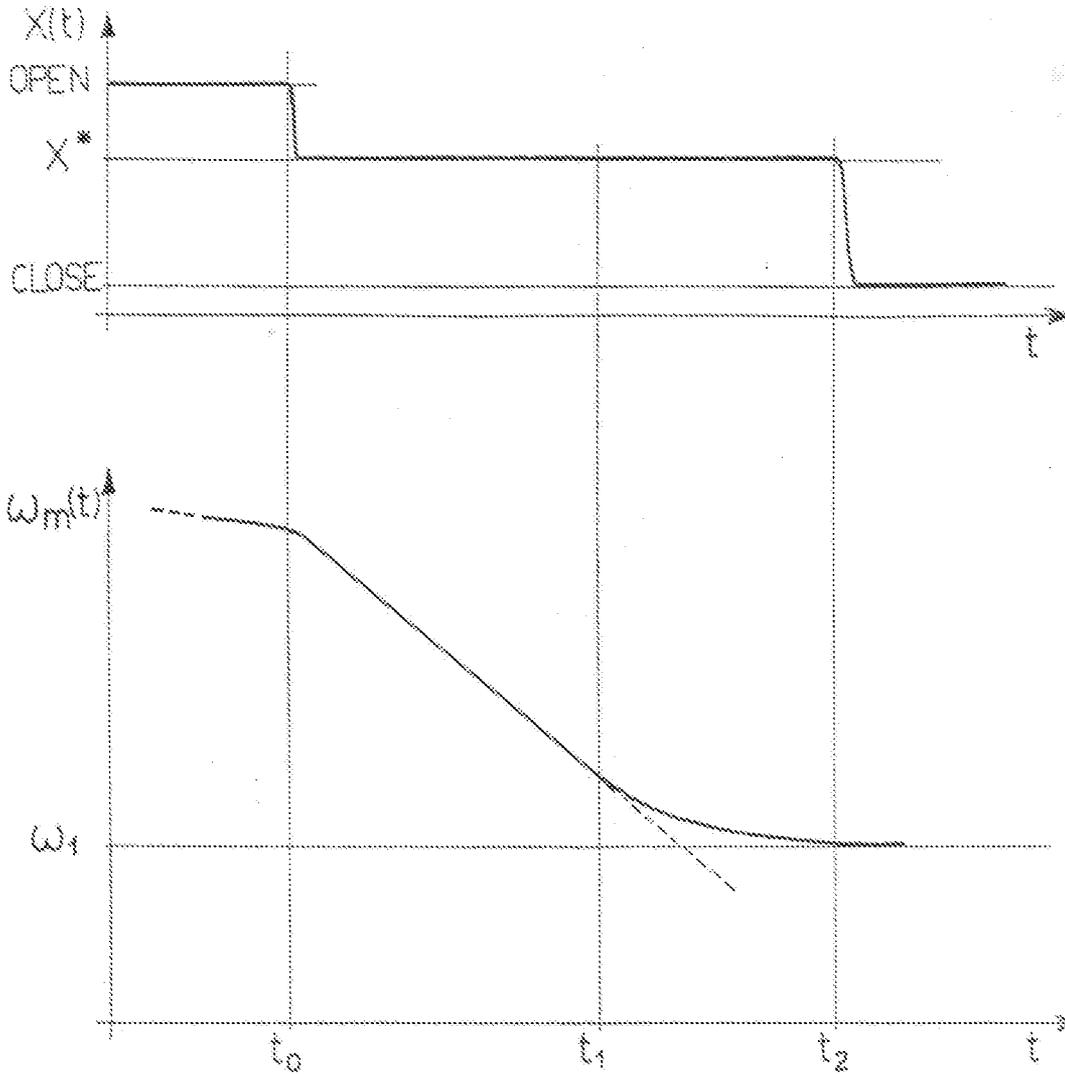
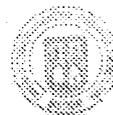
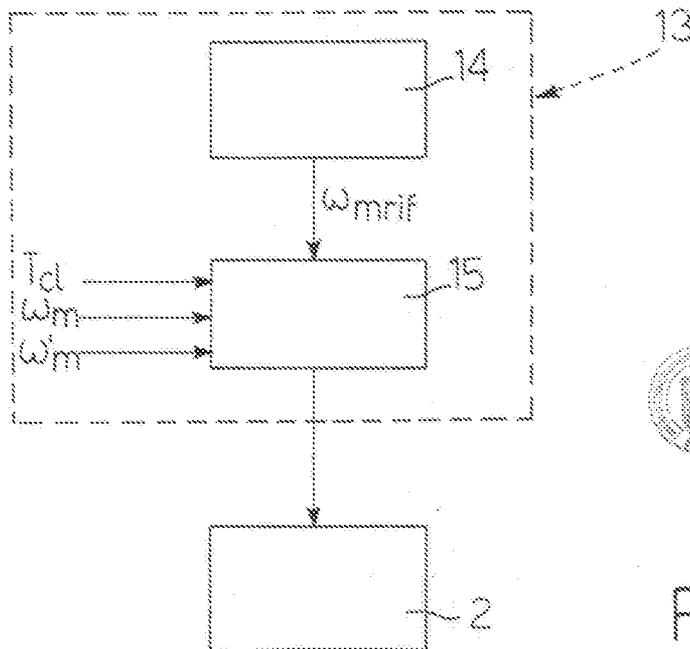


Fig.2



CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DELLA PROVINCIA
DI FERRARA
UFFICIO REGISTRI
IL CAPOREGISTRO

Fig.3

p.l. MAGNETI MARELLI S.P.A.

RAFFAEL
Incaricato

[Handwritten signature]

RAFFAEL BORRELLI
Incaricato Albo N. 593