

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000020948
Data Deposito	03/08/2021
Data Pubblicazione	03/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	172

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	W	40	064

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	1755

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	W	40	101

Titolo

APPARATO E METODO PER STIMARE UN FATTORE DI ADERENZA DI UNA RUOTA DI UN VEICOLO STRADALE E RELATIVO VEICOLO STRADALE

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"APPARATO E METODO PER STIMARE UN FATTORE DI ADERENZA DI UNA RUOTA DI UN VEICOLO STRADALE E RELATIVO VEICOLO STRADALE"

di FERRARI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA EST 1163

41100 MODENA (MO)

Inventori: FLUMERI Alessandro, FUSO Andrea

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un apparato e un metodo per stimare un fattore di aderenza di una ruota di un veicolo stradale; la presente invenzione è inoltre relativa al relativo veicolo stradale provvisto di tale apparato.

ARTE ANTERIORE

Sono noti algoritmi per la stima puntuale, istante per istante, dell'aderenza (o grip) di uno pneumatico all'asfalto durante la percorrenza di una strada o una pista da parte di un veicolo stradale.

Negli ultimi anni sono state proposte e messe in pratica diverse soluzioni tecnologiche relative a controlli di trazione, controlli di frenata o controlli di distribuzione della coppia per un veicolo. In queste tecnologie, vengono sovente utilizzati apparati che sfruttano un fattore di

aderenza (ad esempio un coefficiente di attrito stradale) per calcolare un parametro di controllo o per correggerlo, ed è quindi necessario stimare con precisione il coefficiente di attrito stradale per eseguire in sicurezza il controllo.

Nella domanda di brevetto JP6221968 è descritto un dispositivo per stimare il coefficiente di attrito stradale basato su una forza agente in curva su un pneumatico ed il relativo momento autoallineante. Tuttavia, in tale tecnologia, esiste il problema che un angolo di slittamento della ruota anteriore non può essere rilevato ed è difficilmente stimabile tramite un angolo di sterzata, per cui le condizioni che consentono il rilevamento del coefficiente di attrito stradale sono limitate, rendendo difficile stimare il coefficiente di attrito stradale in un ampio raggio di guida.

Inoltre, le tecniche in accordo con l'arte nota, prevedono una stima puntuale, la quale, ovviamente, per definire l'aderenza intesa come massima accelerazione che un veicolo stradale può raggiungere in un dato istante, necessita il raggiungimento di tale accelerazione. In caso contrario, ovvero senza il raggiungendo il limite di aderenza, la stima del fattore di aderenza non viene generalmente considerata attendibile.

In aggiunta, capita sovente, ad esempio nella tecnologia descritta dal documento JP6221968, che nella

stima del fattore di aderenza vengano utilizzati dei valori differenziali provenienti da un sensore (ad esempio la variazione dell'angolo di imbardata), il quale è comunemente soggetto a rumore e pertanto determina delle difficoltà nello stimare con precisione quale sia il fattore di aderenza, ovvero il coefficiente di attrito stradale.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un apparato, un metodo e un relativo veicolo per stimare un fattore di aderenza di una ruota di un veicolo stradale, i quali siano almeno parzialmente esenti dagli inconvenienti sopra descritti, siano di facile ed economica realizzazione, ed in particolare permettano di massimizzare le prestazioni e/o la sicurezza durante la percorrenza di una pista.

Secondo la presente invenzione vengono forniti un apparato, un metodo e un relativo veicolo per stimare un fattore di aderenza di una ruota di un veicolo stradale 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 ed in pianta di un veicolo stradale in accordo con la presente invenzione e provvisto di due motori separati ed indipendenti;

- la figura 2 è una vista schematica del veicolo stradale della figura 1 durante la percorrenza di una curva con in evidenza la traiettoria, la velocità di avanzamento e l'angolo di assetto;
- la figura 3 è un diagramma schematico che mostra la struttura logica di un controllo in accordo con la presente invenzione; e
- la figura 4 mostra schematicamente una tabella di consultazione che correla un angolo di deriva a una forza sterzante per ottenere un valore grezzo del fattore di aderenza; e
- la figura 5 illustra alcuni esempi dei risultati ottenuti da un apparato in accordo con la presente invenzione.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un veicolo stradale provvisto di due ruote 2 anteriori e di due ruote 3 posteriori motrici (appartenenti quindi ad uno stesso asse, quello posteriore) che ricevono la coppia motrice da un sistema 4 di motopropulsione.

Il sistema 4 di motopropulsione è pertanto configurato per erogare coppia alle ruote 3 motrici e comprende, ad esempio almeno due motori 5 elettrici, ciascuno dei quali aziona indipendentemente una rispettiva ruota 3 motrice. I motori 5 elettrici sono preferibilmente disposti in

posizione posteriore longitudinale e trasversalmente centrale. Ciascuno dei detti motori 5 elettrici è meccanicamente collegato (per mezzo di elementi 6 riduttori o di trasmissione) alla rispettiva ruota 3 tramite un rispettivo semiasse 7, solidale ad una rispettiva ruota 3 posteriore motrice.

In altri casi non limitativi e non illustrati, il sistema 4 di motopropulsione è disposto anteriormente. In alternativa o in aggiunta, le ruote 3 motrici sono le ruote anteriori del veicolo 1 stradale.

Secondo alcune forme di attuazione non limitative, il sistema 4 di motopropulsione comprende in alternativa o in aggiunta ai motori elettrici, un motore endotermico.

Ciascuna ruota 2 o 3 è meccanicamente collegata ad un telaio del veicolo 1 stradale mediante una sospensione 8 (parzialmente illustrata nella figura 1), la quale è provvista di un ammortizzatore 9 a controllo elettronico, ovvero provvisto di un attuatore elettrico che permette di variare (ovvero aumentare o diminuire) lo smorzamento dell'ammortizzatore 9 a controllo elettronico. A titolo di esempio, l'attuatore elettrico di ciascun ammortizzatore 9 a controllo elettronico potrebbe comprendere una o più elettrovalvole che modulano la dimensione di fori di passaggio dell'olio all'interno dell'ammortizzatore 9 a controllo elettronico, oppure potrebbe comprendere un fluido

magneto-reologico che modifica le sue proprietà fisiche in funzione di un campo magnetico applicato.

Il veicolo 1 stradale comprende una unità 10 di controllo elettronica ("ECU") che, tra le altre cose, elabora una pluralità di dati e regola il comportamento del veicolo 1 stradale sia in rettilineo, sia durante la percorrenza di una curva intervenendo, come meglio descritto in seguito, ad esempio sulla coppia erogata dai motori 5 elettrici verso le ruote 3 motrici ed eventualmente in collaborazione con gli ammortizzatori 9 delle sospensioni 8. Fisicamente, l'unità 10 di controllo può essere composta da un solo dispositivo oppure da più dispositivi tra loro separati e comunicanti attraverso la rete CAN del veicolo 1 stradale.

Inoltre, il veicolo 1 comprende preferibilmente un sistema 11 sterzante, il quale si estende da uno sterzo 12 a una sospensione 8 del veicolo stradale. In particolare, il sistema sterzante comprende un pignone P e una cremagliera R che determinano la rotazione delle ruote rispetto alla verticale. Il sistema 11 sterzante comprende preferibilmente un servosterzo 14 provvisto di un attuatore 15 elettrico che facilita la rotazione dello sterzo 12 per un conducente del veicolo 1 stradale. Pertanto, preferibilmente, la forza RF di cremagliera è fornita all'unità 10 di controllo dal servosterzo 14.

Vantaggiosamente, il veicolo 1 comprende un apparato 16

per stimare un fattore G (figura 3) di aderenza (di seguito anche denominato grip G) di almeno una ruota 2, 3 del veicolo 1 stradale. In particolare, il grip G è numericamente uguale all'accelerazione A_{TOT} totale massima che il veicolo 1 può raggiungere in un determinato istante di tempo. In altre parole, il grip G è numericamente uguale alla radice quadrata della somma dei quadrati dell'accelerazione laterale A_y e dell'accelerazione longitudinale A_x (semplicemente in accordo con il teorema di Pitagora).

L'apparato 16 comprende almeno un dispositivo 17 di rilevamento di un fattore di sterzata, il quale è configurato per rilevare ciclicamente almeno uno dei parametri di sterzata comprendente una forza RF di cremagliera (rack force) attuale applicata al sistema 11 sterzante del veicolo 1 stradale. Il vantaggio di questa informazione è che la rack force RF è fortemente imparentata con il momento allineante delle ruote 2, 3, il quale ha carattere anticipativo in quanto raggiunge la sua saturazione prima del limite di aderenza dello pneumatico. In dettaglio, identificando quindi lo scostamento del momento allineante (ovvero della rack force RF , a meno di un fattore moltiplicativo) dal ramo lineare rispetto all'angolo α di deriva, è possibile ottenere informazioni precoci sul grip G .

Vantaggiosamente, l'apparato 16 comprende inoltre degli

elementi 18 di rilevazione, configurati per rilevare ciclicamente variabili di stato attuale del veicolo 1 stradale. In particolare, le variabili di stato attuale rilevate dagli elementi di rilevazione sono almeno la velocità V del veicolo 1 (figura 2), la quale è preferibilmente rilevata tramite dei sensori di velocità disposti in corrispondenza delle ruote 2, 3; e, ad esempio tramite una o più unità di misura inerziali (di per sé note e quindi non maggiormente dettagliate) la velocità Ψ' di imbardata (*yaw rate*) del veicolo 1 stradale.

Secondo quanto illustrato nella non limitativa forma di attuazione della figura 2, vantaggiosamente ma non necessariamente, l'unità 10 di controllo è configurata per elaborare, durante la percorrenza di una curva, un angolo β di assetto del veicolo 1 stradale (ovvero l'angolo compreso fra l'asse x longitudinale del veicolo 1 stradale e la direzione della velocità V di avanzamento del veicolo 1 stradale nel baricentro B). È importante osservare che l'angolo β di assetto è diverso dall'angolo di imbardata (ovvero l'angolo compreso tra l'asse x longitudinale del veicolo 1 stradale ed un riferimento fisso a terra), in quanto il veicolo 1 stradale può assumere il medesimo angolo di imbardata nel piano assumendo angoli β di assetto anche molto diversi e viceversa.

Preferibilmente, l'unità 10 di controllo è configurata

per elaborare l'angolo δ di sterzata (illustrato nella non limitativa forma di attuazione della figura 2) della ruota 2, 3 in funzione dell'angolo dello sterzo 12.

Vantaggiosamente, l'unità 10 di controllo è configurata per elaborare ciclicamente, in funzione delle variabili V, Ψ' di stato attuale del veicolo, e preferibilmente dell'angolo β di assetto e dell'angolo δ di sterzata, un angolo α di deriva attuale di detta ruota 2, 3 del veicolo 1 stradale. In particolare, l'angolo α di deriva viene elaborato tramite la seguente formula:

$$\alpha = \beta + \frac{\Psi' \cdot a}{V} - \delta$$

in cui "a" indica il semipasso dell'assale per sul quale si sta calcolando l'angolo di deriva, ovvero l'assale anteriore nella figura 2.

Vantaggiosamente, l'apparato 16 comprende inoltre una unità 19 di memorizzazione all'interno della quale sono registrate, in una tabella CT di consultazione (figura 4), una pluralità di curve GC di aderenza che correlano una pluralità di valori della forza RF di cremagliera ad una pluralità di valori del l'angolo α di deriva. In dettaglio, percorrendo una stessa curva GC, il valore del fattore G di aderenza rimane invariato. In altre parole, le curve GC indicano il valore G di aderenza al variare dell'angolo α di deriva (corrispondente all'asse delle ascisse nella tabella CT della figura 4) e al variare della forza RF di cremagliera

(corrispondente all'asse delle ordinate nella tabella CT della figura 4). In particolare, quindi, la tabella CT lega l'angolo α di deriva (dell'asse anteriore), la rack force RF, ovvero il momento allineante (dell'asse anteriore), e vari livelli di grip G.

L'unità 10 di controllo è inoltre configurata per stimare ciclicamente almeno un valore RG grezzo del fattore G di aderenza dell'almeno una ruota 2, 3 in base alla posizione di una condizione AC attuale all'interno della tabella CT di consultazione, in funzione dell'angolo α di deriva attuale e della forza RF di cremagliera attuale. In particolare, la stima del valore RG grezzo viene effettuata dall'unità di controllo in real time.

Vantaggiosamente ma non necessariamente, la pluralità di curve GC di aderenza è definita una tantum (ovvero una volta, in particolare in fase di progettazione e test) per ciascun modello del veicolo 1 stradale testandolo su superfici il cui fattore G di aderenza ha un valore noto. A titolo di esempio, la curva GC1 è elaborata empiricamente conducendo il veicolo 1 in pista in presenza del grip G massimo (con coefficiente di attrito laterale unitario) con asfalto asciutto e in perfette condizioni; la curva GC2 è elaborata empiricamente conducendo il veicolo 1 in una pista bagnata ad hoc (con coefficiente di attrito laterale pari a 0,8); la curva GC3 è elaborata empiricamente conducendo il

veicolo 1 in pista opportunamente allagata (con coefficiente di attrito laterale pari a 0,6); e la curva GC4 è elaborata empiricamente conducendo il veicolo 1 in pista con manto stradale ghiacciato (ad esempio in paesi nordici che permettono tali condizioni- con coefficiente di attrito laterale pari a 0,4). In tal modo, è possibile popolare la tabella CT di consultazione di una pluralità di curve GC (in numero anche maggiore rispetto a quelle illustrate schematicamente nella figura 4) che permettano di ottenere una stima grezza, ma puntuale di quello che è il grip G istante per istante.

Vantaggiosamente ma non necessariamente, ciascuna delle curve GC di aderenza che mettono in relazione il parametro di sterzata comprendente la forza R_F di cremagliera e l'angolo α di deriva è determinata in almeno una condizione dinamica predefinita.

In particolare, la condizione dinamica predefinita è una condizione stazionaria, ovvero durante la quale l'accelerazione A_y laterale e/o la velocità V_x longitudinale del veicolo 1 sono costanti; generalmente, tali condizioni si hanno sempre almeno una volta durante la percorrenza di una curva e, in particolare, in prossimità del centro curva.

Pertanto, vantaggiosamente ma non limitativamente, l'unità 10 di controllo è configurata per effettuare la stima del fattore G di aderenza quando la condizione dinamica

attuale corrisponde almeno parzialmente alla condizione dinamica predefinita; in altre parole quando la condizione dinamica attuale del veicolo 1 corrisponde ad una condizione stazionaria (in accordo con quanto sopra descritto). In tal modo, è possibile effettuare una stima real time, selezionando esclusivamente gli scenari attuali in condizioni stazionarie.

Nella non limitativa forma di attuazione delle figure allegate, l'unità 10 di controllo è configurata per elaborare un valore FV finito del fattore G di aderenza filtrando il valore RG grezzo del fattore G di aderenza in funzione di almeno un indice Q di affidabilità. In particolare, l'unità 10 di controllo è configurata per effettuare una media pesata degli ultimi "n" valori RG grezzi in cui il peso è dato dall'indice Q di affidabilità. Più in particolare, il valore FV finito del fattore G di aderenza viene elaborato tramite la seguente formula:

$$FV = \frac{\sum_{i=1}^n RG_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

dalla quale appare evidente che il valore FV finito corrisponde alla media mobile ponderata del valore RG grezzo in cui il peso è dato dall'indice Q di affidabilità. In tal modo, è possibile filtrare i disturbi/rumori a cui sono normalmente soggetti i segnali rilevati dagli elementi 18 di rilevazione. In altre parole, in tal modo viene definito un buffer di "n" istanti per i quali si hanno a disposizione un

valore RG grezzo e un indice Q di affidabilità con i quali si effettua una media ponderata dando maggior peso ai valori RG maggiormente affidabili.

Secondo alcune non limitative forme di attuazione, l'indice Q di affidabilità comprende almeno un criterio C' di affidabilità dato dal rapporto tra il valore RG grezzo e accelerazione Ay laterale raggiunta al momento della stima. In altre parole, in accordo con quanto sopra indicato relativamente alla definizione del fattore G, il criterio C' di affidabilità è un valore compreso fra 0 e 1 (non è infatti possibile avere un'accelerazione Ay laterale maggiore, in un determinato istante, del grip G). Pertanto, maggiore sarà il valore del criterio C', maggiormente affidabile sarà la stima del grip G.

In alternativa o in aggiunta, l'indice Q di affidabilità comprende almeno un criterio C'' di affidabilità, il quale è calibrato in funzione dell'angolo α di deriva attuale al momento della stima del grip G. Anche in questo caso, preferibilmente, il criterio C'' di affidabilità è calibrato ad esempio tramite un'apposita tabella che ne distribuisce il valore in numeri compresi tra 0 e 1.

In particolare, nel caso in cui vi siano più criteri C', C'' di affidabilità, l'indice Q di affidabilità è elaborato moltiplicando tra loro i più criteri C', C'' di affidabilità.

In particolare, il criterio C' e/o il criterio C'' si basano sul fatto che le curve GC di aderenza del grafico in figura 4 tendono sostanzialmente a separarsi tra loro all'aumentare dell'angolo α di deriva (e pertanto, indirettamente, all'aumentare dell'accelerazione A_y laterale). Di conseguenza, il distanziarsi delle curve GC di aderenza permette di effettuare una stima del grip G (in particolare RG grezzo) che sia meno influenzata dagli errori dei segnali in input (la forza RF di cremagliera e i segnali necessari per il computo dell'angolo α di deriva), i quali, per loro natura, sono soggetti a deviazione e/o oscillazioni.

In alcuni casi non limitativi, l'unità 10 di controllo è configurata per definire attendibile e quindi utilizzare le stime in cui l'indice Q di affidabilità è superiore a 0,7; in altre parole quando la probabilità che la stima RG grezza sia affidabile è uguale o superiore al 70%.

In accordo con un ulteriore aspetto della presente invenzione, viene fornito un metodo per stimare il fattore G (ovvero RG o FV) di aderenza di almeno una ruota 2, 3 del un veicolo 1stradale.

Tutto quanto fin qui descritto in relazione al veicolo 1 e all'apparato 16 risulta essere valido anche per il metodo di seguito dettagliato.

In particolare, il metodo comprende le fasi di:

- rilevare ciclicamente il parametro di sterzata

comprendente la forza RF di cremagliera attuale applicata al sistema 11 sterzante del veicolo 1 stradale, il quale si estende dallo sterzo 12 a una sospensione 8 del veicolo stradale;

- rilevare ciclicamente le suddette variabili di stato attuale del 1 veicolo;

- elaborare ciclicamente, in funzione almeno delle variabili di stato attuale del veicolo 1, l'angolo α di deriva attuale della ruota 2, 3 del veicolo 1 stradale;

- determinare e memorizzare sull'unità 19 di memorizzazione una tantum, nella tabella CT di consultazione, le curve GC di aderenza che correlano una pluralità di valori della forza RF di cremagliera R ad una pluralità di valori del l'angolo α di deriva; in cui percorrendo una stessa curva GC, il valore del fattore G di aderenza rimane invariato;

- stimare ciclicamente almeno un valore RG grezzo del fattore G di aderenza della ruota 2, 3 in base alla posizione di una condizione AC attuale all'interno della tabella CT di consultazione, in funzione dell'angolo α di deriva attuale e della forza RF di cremagliera attuale.

Vantaggiosamente ma non necessariamente, il metodo comprende l'ulteriore fase di elaborare il valore FV finito del fattore G di aderenza filtrando il valore RG grezzo del fattore G di aderenza in funzione dell'indice Q di

affidabilità.

In particolare, il metodo prevede di effettuare una media pesata degli ultimi n valori GR grezzi in cui il peso è dato dell'indice Q di affidabilità. In tal senso, si tenga conto di quanto precedentemente descritto.

Benché l'invenzione sopra descritta faccia particolare riferimento ad alcuni esempi di attuazione ben precisi, essa non è da ritenersi limitata a tali esempi di attuazione, rientrando nel suo ambito tutte quelle varianti, modifiche o semplificazioni coperte dalle rivendicazioni allegate, quali ad esempio dei diversi criteri di affidabilità; una diversa conformazione del veicolo e dei suoi sistemi sterzanti o di motopropulsione; ecc.

Nella non limitativa forma di attuazione della figura 3, in uso, il metodo prevede che l'unità 10 di controllo prenda in input la rack force RF , l'angolo α d'assetto stimato e, tramite queste informazioni entra nella tabella CT di consultazione popolata tramite acquisizioni sperimentali dalle curve GC.

Pertanto, si entra quindi nella tabella CT di consultazione (illustrata nella figura 4) con angolo α di deriva e rack force RF e se ne esce con il valore RG grezzo del fattore G di aderenza. All'interno della tabella CT, la combinazione tra angolo α di deriva attuale (α' nella figura 4) e rack force RF attuale (RF nella figura 4) mi permette

di definire il valore RG grezzo (ovvero la curva GC) di aderenza sulla quale si trova il veicolo 1.

In questo modo otteniamo un'informazione grezza di primo livello relativa al grip G. Questa informazione viene poi filtrata attraverso i criteri C' , C'' di affidabilità della stima, che permettono di passare da una stima molto oscillante a una stima maggiormente stabile e utilizzabile. In particolare, come precedentemente accennato, i criteri C' e C'' di affidabilità vengono calcolati negli istanti in cui il veicolo 1 si trova nelle stesse condizioni dinamiche in cui sono state definite le curve GC della tabella CT di consultazione.

Nella figura 5, è illustrato un caso di esempio del funzionamento della stima preventiva del fattore G di aderenza del veicolo 1. In particolare, sono illustrati tre diversi grafici (superiore, intermedio, inferiore) suddivisi in due riquadri SL e FL, i quali indicano rispettivamente i comportamenti del veicolo 1 durante dei giri SL lenti (di test o ricognizione), durante i quali si ha un'accelerazione A_{TOT} che non arriva al massimo possibile, e dei giri FL veloci, cosiddetti "lanciati", durante i quali viene a tratti raggiunta l'accelerazione massima possibile per il veicolo 1 (ovvero il valore ideale del fattore G di aderenza).

In particolare, durante i giri SL lenti emerge chiaramente il carattere anticipativo della stima del

fattore G di aderenza (ovvero del valore FV finale) illustrato nel grafico intermedio. Più in particolare, già alle prime curve, durante le quali l'accelerazione A_{TOT} totale raggiunge circa il 70% del suo massimo, raggiungendo quindi un certo angolo α di deriva, permette all'indice Q di affidabilità di definire affidabile la stima del valore RG grezzo. Il funzionamento della stima, ovvero gli istanti in cui la stessa viene ritenuta affidabile dall'unità 10 di controllo, sono evidenziati dai picchi del segnale Q illustrato nel grafico, i quali corrispondono a loro volta ai momenti in cui il veicolo 1 si trova in condizioni dinamiche corrispondenti a quelle in cui sono state determinate le curve GC di aderenza (ovvero stazionarie/a centro curva come precedentemente descritto). Pertanto, appare evidente come, a differenza delle soluzioni di arte nota, tramite il metodo e l'apparato sopra descritti, anche senza raggiungere mai l'accelerazione A_{TOT} massima, il grip G , FV stimato arriva sostanzialmente al valore definitivo (grafico intermedio), il quale risulta essere veritiero dal fatto che nei giri FL lanciati esso corrisponde all'accelerazione A_{TOT} massima raggiunta dal veicolo 1. In dettaglio, durante i giri FL lanciati gli istanti stazionari in cui le stime vengono ritenute affidabili appaiono maggiormente radi rispetto ai giri SL lenti in quanto, semplicemente, durano molto meno di tutte le altre fasi essendo il veicolo soggetto a dinamiche

maggiormente repentine.

Il veicolo, l'apparato e il metodo sopra descritti presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, consentono di stimare il fattore G di aderenza in via preventiva e non di stimarlo in modo puntuale (come fosse una misura).

Inoltre, quando il valore stimato del fattore G aumenta rapidamente consente di aumentare le performance del veicolo 1 stradale, in quanto si riesce ad essere maggiormente precisi nella definizione della coppia che il sistema di motopropulsione può trasmettere alle ruote 3 motrici (posteriori), diminuendo quindi il rischio di causare overslip delle ruote 2 traenti con conseguente dissipazione e riduzione di performance.

In aggiunta, se la stima del valore del fattore G di aderenza, ovvero il grip G, si abbassa rapidamente, essa consente di ottenere un aumento della sicurezza e della facilità di guida di guida del veicolo 1. In particolare, in caso di abbassamento repentino del grip G (ad esempio a causa di strada bagnata, cambio asfalto, ecc.) è possibile predisporre l'unità 10 di controllo per evitare azionamenti tipici dell'alta aderenza (ad esempio nel controllo delle sospensioni), i quali potrebbero causare effetti indesiderati sul veicolo 1 che si sta muovendo in condizioni di bassa aderenza.

Infine, il metodo di controllo sopra descritto è di semplice ed economica implementazione in un veicolo 1 stradale, in quanto non richiede l'aggiunta di alcun componente fisico ed è completamente realizzabile via software sfruttando le architetture già normalmente presenti a bordo del veicolo 1 stradale. È importante osservare che il metodo sopra descritto non impegna né una elevata capacità di calcolo, né una estesa quantità di memoria e quindi la sua implementazione è possibile in una unità di controllo nota senza necessità di aggiornamenti o potenziamenti.

ELENCO DEI NUMERI DI RIFERIMENTO DELLE FIGURE

1	veicolo stradale
2	ruote anteriori
3	ruote posteriori
4	sistema di motopropulsione
5	motori elettrici
6	riduttore
7	semiasse
8	sospensione
9	ammortizzatore
10	unità di controllo
11	sistema sterzante
12	sterzo
14	servosterzo
15	attuatore

16	apparato
17	dispositivo di rilevazione
18	elementi di rilevazione
19	unità di memorizzazione
AC	condizione attuale
A_{TOT}	accelerazione totale
A_y	accelerazione laterale
B	baricentro
C'	criterio di affidabilità
C''	criterio di affidabilità
CT	tabella di consultazione
FL	giro veloce
FV	valore finito
G	grip
GC	curve di aderenza
P	pignone
Q	indice di affidabilità
R	cremagliera
RA	Asse posteriore
RF	rack force
RG	valore grezzo
SL	giro lento
T	traiettoria
V	velocità
V_x	velocità longitudinale

x	asse longitudinale
y	asse laterale
α	angolo di deriva
β	angolo di assetto
δ	angolo di sterzata
Ψ'	yaw rate, velocità di imbardata

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

1) Apparato (16) per stimare un fattore (G) di aderenza di almeno una ruota (2, 3) di un veicolo (1) stradale; l'apparato (16) comprendente:

- almeno un dispositivo (17) di rilevamento di un fattore di sterzata configurato per rilevare ciclicamente almeno uno dei parametri di sterzata comprendente una forza (RF) di cremagliera (R) attuale applicata ad un sistema (11) sterzante del veicolo (1) stradale, il quale si estende da uno sterzo a una sospensione (8) del veicolo (1) stradale;

- elementi (18) di rilevazione configurati per rilevare ciclicamente variabili di stato attuale del veicolo (1);

- una unità (10) di controllo, configurata per elaborare ciclicamente, in funzione almeno delle variabili di stato attuale del veicolo (1), un angolo (α) di deriva attuale di detta ruota (2, 3) del veicolo (1) stradale;

- una unità (19) di memorizzazione, all'interno della quale sono registrate, in una tabella (CT) di consultazione, una pluralità di curve (GC) di aderenza che correlano una pluralità di valori del parametro di sterzata comprendente la forza (RF) di cremagliera (R) ad una pluralità di valori dell'angolo (α) di deriva; percorrendo una stessa curva, il valore del fattore (G) di aderenza rimane invariato;

in cui l'unità (10) di controllo è configurata per stimare ciclicamente almeno un valore (RG) grezzo del fattore (G) di aderenza dell'almeno una ruota (2, 3) in base alla posizione di una condizione (AC) attuale all'interno della tabella (CT) di consultazione, in funzione dell'angolo (α) di deriva attuale e della forza (RF) di cremagliera (R) attuale.

2) Apparato (16) secondo la rivendicazione 1, in cui la pluralità di curve (GC) di aderenza è definita una tantum per ciascun modello del veicolo (1) stradale testandolo su superfici il cui fattore (G) di aderenza ha un valore noto.

3) Apparato (16) secondo la rivendicazione 1, in cui ciascuna delle curve (GC) di aderenza che mettono in relazione il parametro di sterzata comprendente la forza (RF) di cremagliera (R) e l'angolo (α) di deriva è determinata in almeno una condizione dinamica predefinita; in particolare, l'unità (10) di controllo è configurata per effettuare la stima del fattore (G) di aderenza quando una condizione dinamica attuale corrisponde almeno parzialmente alla condizione dinamica predefinita.

4) Apparato (16) secondo la rivendicazione 3, in cui la condizione dinamica predefinita è una condizione stazionaria, ovvero durante la quale l'accelerazione laterale e/o la velocità longitudinale del veicolo (1) sono costanti.

5) Apparato (16) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui l'unità (10) di controllo è configurata per elaborare un valore (FV) finito del fattore (G) di aderenza filtrando il valore (RG) grezzo del fattore (G) di aderenza in funzione di almeno un indice (Q) di affidabilità; in particolare, l'unità (10) di controllo è configurata per effettuare una media pesata degli ultimi n valori grezzi in cui il peso è dato dall'indice (Q) di affidabilità.

6) Apparato (16) secondo la rivendicazione 5 in cui l'indice (Q) di affidabilità comprende almeno un primo criterio (C') di affidabilità dato dal rapporto tra il valore (RG) grezzo e accelerazione laterale raggiunta al momento della stima.

7) Apparato (16) secondo le rivendicazioni 5 o 6, in cui l'indice (Q) di affidabilità comprende almeno un secondo criterio (C'') di affidabilità, il quale è calibrato in funzione dell'angolo (α) di deriva attuale al momento della stima; nel caso in cui vi siano più criteri di affidabilità, l'indice (Q) di affidabilità è elaborato moltiplicando tra loro i più criteri di affidabilità.

8) Apparato (16) secondo una qualunque delle rivendicazioni da 5 a 7, in cui l'unità (10) di controllo è configurata per definire attendibile e quindi utilizzare delle stime in cui l'indice (Q) di affidabilità è superiore

a 0,7.

9) Veicolo (1) stradale comprendente:

- almeno due ruote motrici;
- un sistema (4) di motopropulsione configurato per erogare coppia alle almeno due ruote motrici;
- un apparato (16) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti;

in cui l'unità (10) di controllo è configurata per regolare la coppia trasmessa dal sistema (4) di motopropulsione alle ruote motrici e/o per predisporre dei sistemi di controllo in funzione del valore del fattore (G) di aderenza stimato; così da aumentare rispettivamente performance e sicurezza del veicolo (1) stradale.

10) Metodo per stimare un fattore (G) di aderenza di almeno una ruota (2, 3) di un veicolo (1) stradale; il metodo comprendente le fasi di:

- rilevare ciclicamente almeno un parametro di sterzata comprendente una forza (RF) di cremagliera (R) attuale applicata ad un sistema (11) sterzante del veicolo (1) stradale, il quale si estende da uno sterzo a una sospensione (8) del veicolo (1) stradale;
- rilevare ciclicamente variabili di stato attuale del veicolo (1);
- elaborare ciclicamente, in funzione delle variabili di stato attuale del veicolo (1), un angolo (α) di

deriva attuale di detta ruota (2, 3) del veicolo (1) stradale;

- determinare e memorizzare su una apposita unità (19) di memorizzazione una tantum, in una tabella (CT) di consultazione, una pluralità di curve (GC) di aderenza che correlano una pluralità di valori del parametro di sterzata comprendente la forza (RF) di cremagliera (R) ad una pluralità di valori del l'angolo (α) di deriva; in cui percorrendo una stessa curva, il valore del fattore (G) di aderenza rimane invariato;

- stimare ciclicamente almeno un valore (RG) grezzo del fattore (G) di aderenza dell'almeno una ruota (2, 3) in base alla posizione di una condizione (AC) attuale all'interno della tabella (CT) di consultazione, in funzione dell'angolo (α) di deriva attuale e della forza (RF) di cremagliera (R) attuale.

11) Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui ciascuna delle curve (GC) di aderenza che mettono in relazione il parametro di sterzata comprendente la forza (RF) di cremagliera (R) e l'angolo (α) di deriva è determinata in almeno una condizione dinamica predefinita; in particolare, la stima del fattore (G) di aderenza viene effettuata quando una condizione dinamica attuale corrisponde almeno parzialmente alla condizione dinamica predefinita.

12) Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la condizione dinamica predefinita è una condizione stazionaria, ovvero durante la quale l'accelerazione laterale e/o la velocità longitudinale della ruota (2, 3) sono costanti.

13) Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 10 a 12, e comprendente l'ulteriore fase di elaborare un valore (FV) finito del fattore (G) di aderenza filtrando il valore (RG) grezzo del fattore (G) di aderenza in funzione almeno un indice (Q) di affidabilità; in particolare, effettuando una media pesata degli ultimi n valori grezzi in cui il peso è dato dall'almeno un indice (Q) di affidabilità.

14) Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui l'indice (Q) di affidabilità comprende almeno un primo criterio (C') di affidabilità dato dal rapporto tra il valore (RG) grezzo e accelerazione laterale raggiunta al momento della stima.

15) Metodo secondo le rivendicazioni 13 o 14, in cui l'indice (Q) di affidabilità comprende almeno un secondo criterio (C'') di affidabilità, il quale viene calibrato in funzione dell'angolo (α) di deriva attuale al momento della stima; nel caso in cui vi siano più criteri di affidabilità, l'indice (Q) di affidabilità è elaborato moltiplicando tra loro i più criteri di affidabilità.

FIG. 2

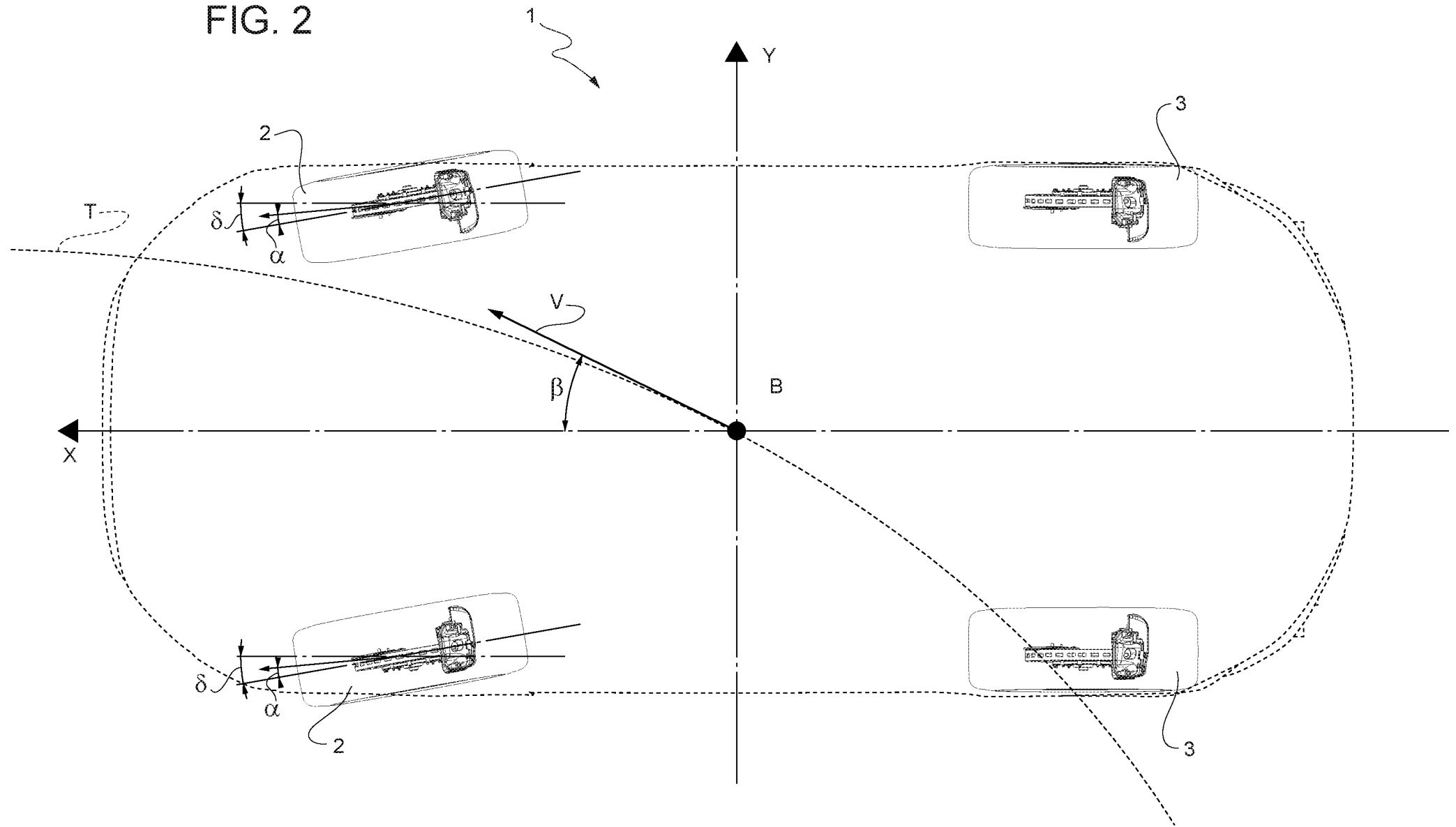


FIG. 3

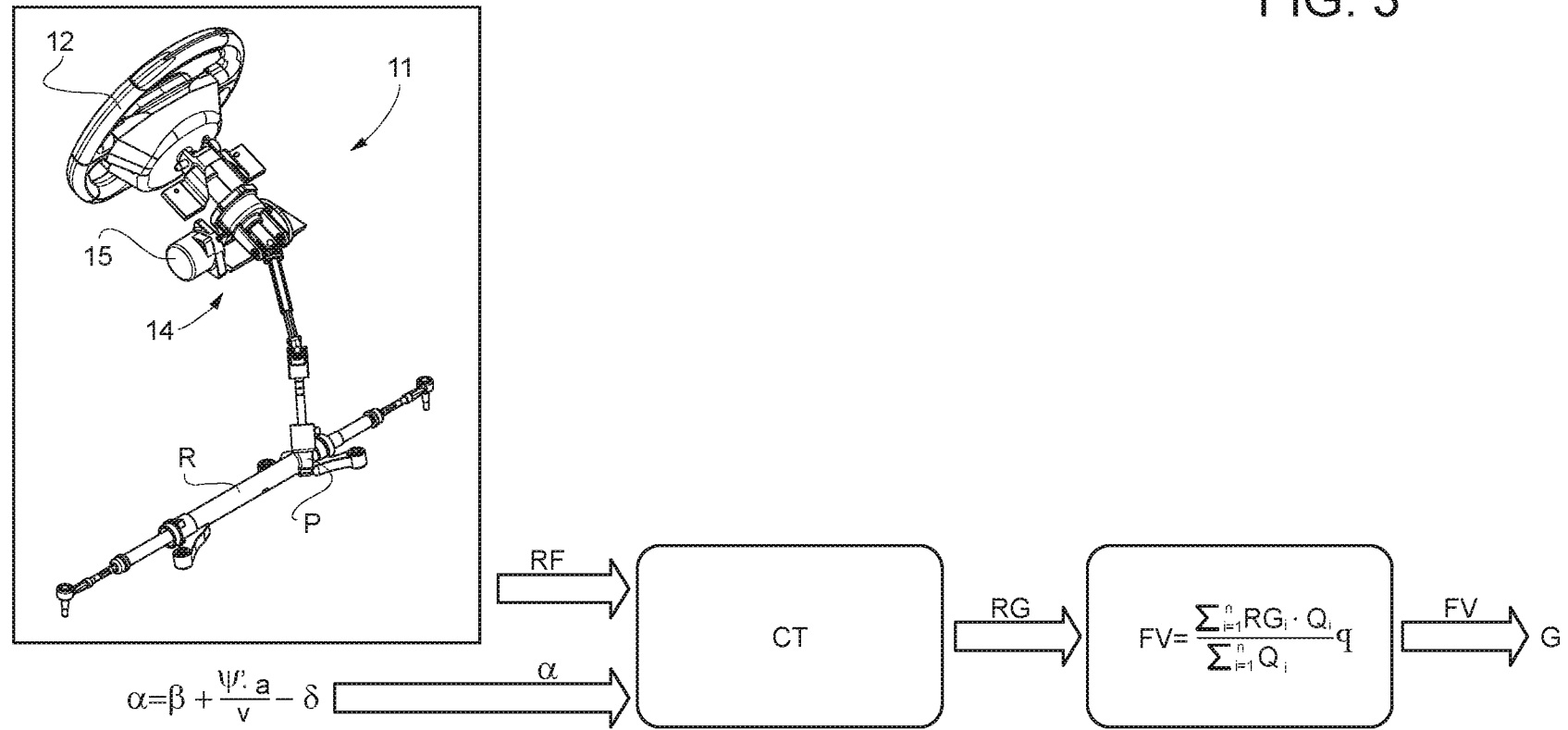


FIG. 4

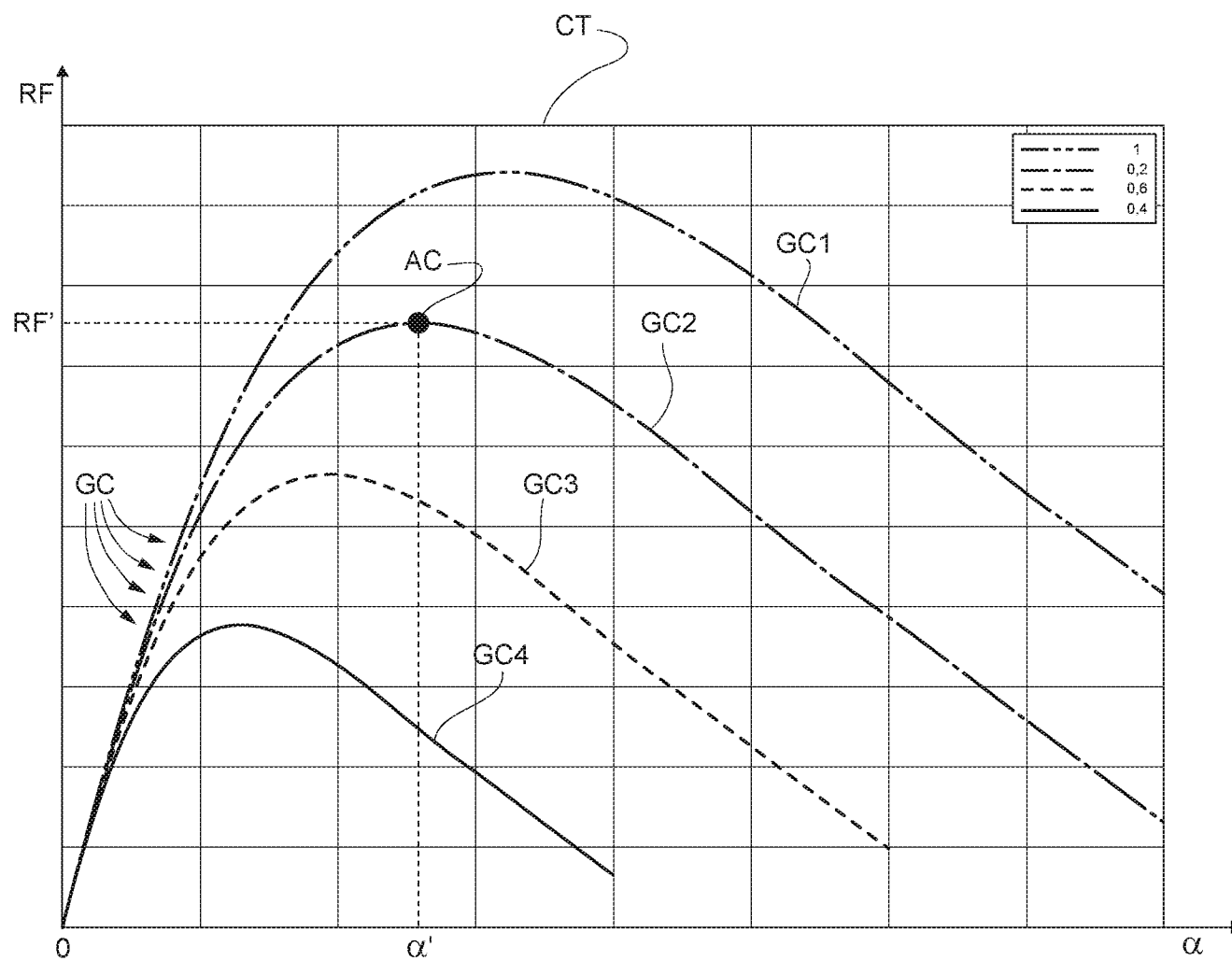


FIG. 5

