



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102015000071580
Data Deposito	11/11/2015
Data Pubblicazione	11/05/2017

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	D	41	24

Titolo

METODO DI CONTROLLO DI EROGAZIONE DI UNA COPPIA MOTRICE DI UN MOTORE DI UN TRATTORE AGRICOLO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo: "METODO DI CONTROLLO DI EROGAZIONE DI UNA COPPIA MOTRICE DI UN MOTORE DI UN TRATTORE AGRICOLO"

di FPT INDUSTRIAL S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA PUGLIA, 15

TORINO (TO)

Inventori: MUSUMECI Salvatore, PORTER Simon

Campo di applicazione dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce al campo dei metodi di controllo motore e precisamente nei metodi di controllo della coppia erogata.

Stato della tecnica

I trattori agricoli in alcune condizioni operative erogano coppie comprese tra il 90 - 100% della coppia massima che il motore può esprimere a quel dato regime di rotazione con aratri o altri dispositivi similari che definiscono la stragrande maggioranza della coppia resistente applicata al veicolo.

Tale coppia resistente è tutt'altro che costante dipendendo dalla casuale dimensione e compattezza delle zolle di terreno.

Pertanto, quando occasionalmente si presenta un picco di

carico resistente, il motore tende a rallentare, dovendosi allungare i tempi di lavorazione, dal momento che il conducente non può fare altro accelerare se non accelerare ulteriormente fino alla posizione di massima potenza.

Sommario dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è quello di migliorare la stabilità del comportamento del motore di un trattore agricolo.

L'idea di base della presente invenzione è quella di monitorare la velocità del motore, in termini di numero di giri dello stesso, per rilevare una condizione di stabilizzazione dello stesso e di variare la coppia erogata sia in positivo che in negativo, in modo da mantenere sostanzialmente costante, cioè stabile, detta velocità del motore.

Preferibilmente, gli effetti del metodo sono particolarmente rilevabili quando, ad un qualunque predefinito regime di rotazione del motore, lo stesso eroga una potenza di almeno 90% della potenza massima che il motore può erogare a quel predefinito regime di rotazione.

Preferibilmente, la coppia/potenza erogata viene variata variando la mappa di iniezione del carburante, generalmente diesel. In particolare viene variata la curva di limitazione della portata di carburante, per esempio, per ogni ciclo di iniezione.

Forma pure oggetto della presente invenzione un motore a combustione interna adattato per l'installazione in trattori agricoli implementante il suddetto metodo di controllo.

Un altro oggetto della presente invenzione è un trattore agricolo comprendente il suddetto motore a combustione interna.

Le rivendicazioni descrivono varianti preferite dell'invenzione, formando parte integrante della presente descrizione.

Breve descrizione delle figure

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue di un esempio di realizzazione della stessa (e di sue varianti) e dai disegni annessi dati a puro titolo esplicativo e non limitativo, in cui:

nella figura 1 è mostrata una curva di coppia nominale di un motore a combustione interna a cui è sovrapposta una curva di coppia modificata secondo il controllo oggetto della presente invenzione,

nella figura 2 è mostrata un primo caso limite della curva di coppia, mentre nella figura 3 è mostrato un caso limite opposto a quello di figura 2 della curva di coppia modificata dal controllo oggetto della presente invenzione,

nella figura 4 è mostrato un diagramma di flusso

rappresentante una implementazione preferita del metodo di controllo oggetto della presente invenzione;

nella figura 5 è mostrato un veicolo agricolo comprendente un motore a combustione interna e mezzi di elaborazione ECU per controllare i mezzi di iniezione J del carburante del motore a combustione interna E, per attuare il metodo oggetto della presente invenzione.

Gli stessi numeri e le stesse lettere di riferimento nelle figure identificano gli stessi elementi o componenti.

Nell'ambito della presente descrizione il termine "secondo" componente non implica la presenza di un "primo" componente. Tali termini sono infatti adoperati soltanto per chiarezza e non vanno intesi in modo limitativo.

Descrizione di dettaglio di esempi di realizzazione

Il metodo oggetto della presente invenzione prevede di monitorare (Passo 1) in continuo la velocità del motore a combustione interna di un trattore agricolo. Quando la velocità risulta stabile (Passo 2 = Yes), allora (Passo 3) si attua un controllo compensativo (retroazione) della coppia motrice erogata dal motore tale da mantenere stabile la velocità del motore indipendentemente dalle variazioni di coppia resistenze offerta all'avanzamento del veicolo.

Tale coppia resistente, come chiarito sopra, dipende da fattori esterni quali per esempio la compattezza delle zolle di terreno che si intende rompere mediante aratri o

altre appliances trainate e/o azionate dal trattore agricolo.

Il metodo preferibilmente continua a compensare le variazioni di coppia resistente applicata al motore fintanto che il conducente non varia la posizione del pedale dell'acceleratore (Passo 4 = Yes). In caso il conducente agisce sul pedale dell'acceleratore, allora il metodo riprende dall'inizio.

La velocità del motore si intende stabile quando essa non varia o varia entro un predefinito intervallo di giri, per esempio ± 5 rpm, in un intervallo temporale di ampiezza dell'ordine dei secondi, per esempio compreso tra 0,5 a 20 secondi. Preferibilmente, viene sottratta la velocità istantanea alla velocità media del motore, ottenuta mediante media mobile, e quando tale differenza in valore assoluto è inferiore ad una predefinita soglia, si considera la velocità del motore stabile indicata come S_p nelle figure 1 - 3.

Quando il controllo di coppia risulta attivo (Passo 3), cioè quando la velocità del motore è stabilizzata secondo la strategia oggetto della presente invenzione, la coppia erogata dal motore è incrementata di un valore costante (gap/distanza) per valori negativi di velocità (giri) rispetto al valore di stabilità S_p individuato sopra e/o ridotta di un valore costante (gap/distanza) per valori

positivi di velocità rispetto al tale valore di stabilità. Pertanto, la curva di coppia nominale risulta modificata così come si vede in figura 1, in cui la linea tratteggiata rappresenta la curva di coppia nominale, mentre la curva continua rappresenta la modifica di essa determinata dal controllo oggetto della presente invenzione.

Nell'intorno del punto di stabilità $P(Sp, T)$, la curva di coppia modificata comprende un tratto di raccordo, preferibilmente rettilineo, a pendenza negativa passante per il punto di stabilità P avente due porzioni sostanzialmente simmetriche rispetto a tale punto. Poi la curva di coppia modificata comprende un ramo sinistro traslato in alto per velocità inferiori (a sinistra) rispetto alla velocità stabile Sp ed un ramo destro traslato in basso per velocità maggiori (a destra) rispetto alla velocità stabile Sp .

Il tratto di raccordo tra le due porzioni, destra e sinistra, secondo una variante preferita dell'invenzione è rettilineo, secondo un'altra variante è esponenziale, etc.

L'ampiezza del raccordo può essere variata in relazione alla reattività del controllo che si intende ottenere.

Preferibilmente, tale sollevamento/ribassamento è dell'ordine di pochi punti percentuali 1 - 10%. Pertanto, si ha una variazione assoluta tra il ramo destro ed il ramo sinistro della curva dell'ordine del 2 - 20%.

Tale ampiezza, come sarà chiaro in seguito, può essere fissa o variabile con delle soglie limite, funzione di ulteriori parametri del motore e/o di una energia immagazzinata/accumulata mediante la presente strategia.

Il presente metodo, preferibilmente, oltre che effettuare un controllo compensativo, che di fatto è istantaneo, effettua anche un controllo di medio-lungo termine che tende a mantenere la potenza media erogata dal motore prossima alla potenza erogata dallo stesso senza la presente invenzione, indipendentemente dalle cause esterne ed imprevedibili che possono intervenire.

La gestione della potenza media è preferibilmente realizzata con una logica che simula un volano virtuale.

Quando il punto motore, a causa di minori resistenze, si sposta a destra rispetto al punto di stabilità delle figure 1 - 3, segue il ramo destro della curva modificata, con un risparmio di energia, viceversa quando il punto motore, a causa di maggiori resistenze, si sposta a sinistra rispetto al punto di stabilità delle figure 1 - 3, segue il ramo sinistro della curva modificata, con un consumo di energia precedentemente risparmiato.

Quando la differenza di giri è positiva, il motore fornisce meno coppia di quella nominale e pertanto, secondo la presente invenzione, la curva di coppia modificata risulta abbassata/ridotta e l'energia è conseguentemente

risparmiata - leggi carburante - e salvata come energia cinetica del suddetto volano virtuale. Quando, al contrario, la differenza di giri è negativa, allora il carico applicato al motore è superiore alla coppia nominale, e l'energia in precedenza risparmiata è, questa volta, consumata dal motore per contrastare uno o più occasionali incrementi di carico, mediante il sollevamento/aumento della curva di coppia. Pertanto il motore consuma una "extra" energia rispetto a quella consentita dalla curva di coppia nominale grazie al sollevamento del ramo sinistro della curva di coppia.

Secondo una variante preferita dell'invenzione, uno stimatore, calcola nel tempo il tasso di crescita o decrescita dell'energia accumulata nel volano virtuale, correggendo la suddetta curva di coppia.

Ad esempio, se l'energia accumulata è maggiore di una prima soglia, il sistema di controllo aumenta il gap tra la curva nominale ed il ramo sinistro della curva modificata vedi figura 3. Eventualmente il sistema di controllo modifica anche o in alternativa il ramo destro della curva di coppia modificata, in particolare il sistema di controllo riduce il gap tra la curva nominale ed il ramo destro della curva modificata. Viceversa, quando l'energia accumulata è nulla o prossima a zero, allora il sistema di controllo aumenta il gap/distanza tra il ramo destro della curva modificata e

la curva nominale e/o riduce il gap tra la curva nominale ed il ramo sinistro della curva modificata, vedi figura 2. Dal confronto tra le figure 2 e 3 si comprende che il sistema di controllo può aggiustare il gap di uno od entrambi i rami della curva modificata in modo da ottenere un prefinito valore obiettivo di energia immagazzinata nel volano virtuale.

In questo modo, la potenza media del motore resta invariata.

Inoltre, il gap G limite tra il ramo sinistro e la curva nominale può essere variato in funzione di parametri operativi del motore, quali ad esempio la temperatura del motore o di altre parti meccaniche maggiormente sollecitate dall'incremento di coppia determinato dall'effetto di compensazione attuato dal presente metodo. Pertanto, ad esempio a motore freddo, il gap sinistro può essere limitato ad un $\pm 1\%$ per poi arrivare ad un massimo di $\pm 5\%$. Ma se la temperatura dovesse salire eccessivamente esso, potrebbe ridursi a $\pm 2\%$.

Dal momento che non è possibile conoscere a priori come varia nel tempo il valore statistico medio delle resistenze applicate al motore, può avvenire che il motore sia chiamato ed erogare di più o di meno della sua coppia nominale per un lungo periodo.

Se dopo la stabilizzazione della velocità del motore la

coppia resistente applicata allo stesso raggiunge un valore stabilmente maggiore, il motore è chiamato ad erogare una coppia maggiore della coppia nominale fintanto che non si esaurisce l'energia accumulata nel suddetto volano virtuale, successivamente, il punto di lavoro P si sposta ad un valore di velocità più basso, individuandosi un nuovo punto P di stabilità a cui si applica il suddetto controllo compensativo del passo 3 di figura 4.

Per contro, quando il terreno diventa meno compatto, il sistema di controllo pur sollevando il ramo sinistro della curva modificata fino ad un gap/distanza massima consentita dalla curva nominale non riesce a consumare l'energia accumulata nel volano virtuale, che al contrario continua a crescere indefinitamente. Preferibilmente, il presente sistema di controllo, dopo che il ramo sinistro della curva di coppia modificata è portato al gap G massimo consentito, inizia a sollevare gradualmente anche il ramo destro, eventualmente fino a coincidere con la curva di coppia nominale. Questa traslazione in alto del ramo destro della curva modificata, induce il motore ad aumentare la propria velocità individuando un nuovo punto di stabilità a cui si applica il passo 3 del presente metodo.

Dunque, viene attuato un aggiustamento, nel medio lungo periodo, anche della velocità di stabilizzazione in modo da evitare di determinare una riduzione delle performance del

motore.

Tale volano virtuale, preferibilmente, è in grado soltanto di accumulare energia per poi restituirla in modo da non variare la potenza nominale del motore. Per contro, il sistema di controllo, quando dovesse rilevare il raggiungimento di una energia limite accumulata e pur aumentando il gap sinistro, cioè la distanza, tra il ramo sinistro della curva di coppia modificata/traslata e quella nominale allora inizia a ridurre il gap destro tra il ramo destro della curva di coppia modificata e quella nominale, ciò implica di che il sistema di controllo aumenta gradualmente la velocità del motore cioè sposta a destra nel grafico il punto di stabilità F del motore fintanto che l'energia accumulata non assume un valore stabile. Pertanto, la curva di coppia è preferibilmente adattata in maniera continua, temporalmente e quantitativamente, come funzione della differenza di giri ($-/+ \Delta \text{rpm}$) ed anche del valor medio della copia resistente applicata al motore. Tale adattamento è successivamente saturato da una funzione che considera la quantità di energia (carburante) immagazzinata nel suddetto volano virtuale in modo da poter garantire che la potenza media erogata su un ciclo di lavoro non subisca variazioni rispetto all'adozione della curva di coppia nominale. In condizioni di regime il motore non ha consumano né più né meno dei relativi consumi nominali.

Vantaggiosamente, tale variante preferita della presente

invenzione evita che si accumuli o eroghi extra-potenza per tempi troppo lunghi, alterando, di fatto, la potenza media erogata.

Il vantaggio è non solo quello di aver stabilizzato il comportamento dinamico del motore ai disturbi esterni, ma anche quello di migliorare l'handling del veicolo che appare più pronto nell'utilizzo, come se appartenesse ad una classe prestazionale maggiore, ma mantenendo potenza nominale e consumi sostanzialmente invariati.

Questa strategia è attiva preferibilmente solo quando la richiesta di potenza è molto vicina al 100% della potenza che il motore può erogare ad una predefinita velocità.

Pertanto, la presente strategia può essere inibita fintanto che la potenza erogata dal motore risulta inferiore al 90% della potenza nominale nel punto di stabilità P. Si è notato che gli effetti della presente strategia sono meno evidenti verso livelli di potenza più bassi, pertanto, alternativamente, la presente strategia può essere implementata in continuo indipendentemente dal valore della potenza attualmente erogata.

La presente invenzione può essere vantaggiosamente realizzata tramite un programma per computer che comprende mezzi di codifica per la realizzazione di uno o più passi del metodo, quando questo programma è eseguito su di un computer. Pertanto si intende che l'ambito di protezione si estende a detto programma per computer ed inoltre a mezzi leggibili da computer

che comprendono un messaggio registrato, detti mezzi leggibili da computer comprendendo mezzi di codifica di programma per la realizzazione di uno o più passi del metodo, quando detto programma è eseguito su di un computer.

Dalla descrizione sopra riportata il tecnico del ramo è in grado di realizzare l'oggetto dell'invenzione senza introdurre ulteriori dettagli costruttivi. Gli elementi e le caratteristiche illustrate nelle diverse forme di realizzazione preferite, inclusi i disegni, possono essere combinati tra loro senza peraltro uscire dall'ambito di protezione della presente domanda. Quanto descritto nel capitolo relativo allo stato della tecnica occorre solo ad una migliore comprensione dell'invenzione e non rappresenta una dichiarazione di esistenza di quanto descritto. Inoltre, se non specificatamente escluso nella descrizione di dettaglio, quanto descritto nel capitolo stato della tecnica può essere considerato in combinazione con le caratteristiche della presente invenzione, formando parte integrante della presente invenzione. Nessuna delle caratteristiche delle diverse varianti è essenziale, pertanto, le singole caratteristiche di ciascuna variante preferita o disegno possono essere combinate singolarmente con le altre varianti descritte.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di controllo di erogazione di una coppia motrice di un motore di un trattore agricolo comprendente un primo passo (Passo 1) di monitorare una velocità di detto motore e quando detta velocità risulta stabile (Passo 2 = YES) il metodo comprendendo un secondo passo automatico di mantenerla stabile compensando (Passo 3) una variazione di carico applicato al motore.
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto passo di compensazione consiste nel generare una curva di coppia modificata a partire da una curva di coppia nominale traslandola in alto per valori negativi di velocità - ramo sinistro - rispetto ad un valore di velocità stabile (S_p) del motore e/o traslandola in basso per valori positivi di velocità - ramo destro - rispetto a detto valore di velocità stabile (S_p) del motore, ottenendo detta curva di coppia modificata, distanziata dalla curva di coppia nominale di una distanza (G).
3. Metodo secondo la rivendicazione 2, comprendete un passo di calcolare una energia risparmiata a causa di detta traslazione in basso di detto ramo destro della curva di coppia nominale e di calcolare una energia consumata a causa di detta traslazione in alto di detto ramo sinistro della curva di coppia nominale.
4. Metodo secondo la rivendicazione 3, ulteriormente

comprendente un passo di aggiustare detta distanza (G) di detto ramo destro ed eventualmente di detto ramo sinistro rispetto a detta curva nominale di coppia in modo da raggiungere un valore obiettivo di energia complessivamente risparmiata, cioè al netto di detta energia consumata.

5. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui quando detto valore di energia positiva risparmiata supera una predefinita soglia, ed eventualmente continua a crescere indefinitamente, pur avendo sollevato/aumentato la distanza del ramo sinistro della curva modificata rispetto alla curva di coppia nominale, allora il metodo comprendendo un passo di sollevare/ridurre una distanza del ramo destro della curva modificata rispetto alla curva di coppia nominale, determinando un aumento della velocità del motore, determinando una nuova velocità di stabilità.

6. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detto passo di compensazione è attuato variando una curva di limitazione di una portata di carburante iniettato nei cilindri del motore.

7. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, ulteriormente comprendente un passo di interrompere detto passo di compensazione (Passo 3) quando un conducente agisce (Passo 4 = Yes)) variando una relativa posizione del pedale dell'accelerazione (L).

8. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 2 a

7, in cui una distanza (G) limite tra detto ramo sinistro e detta curva di coppia nominale è funzione di parametri operativi del motore, quale una temperatura del motore.

9. Sistema di controllo (ECU) di erogazione di una coppia motrice di un motore (E) di un trattore agricolo (V) comprendente mezzi di iniezione (J) di carburante e mezzi di elaborazione configurati per controllare detti mezzi di iniezione e per attuare il metodo di controllo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

10. Motore a combustione interna di un trattore agricolo dotato di un sistema di alimentazione secondo la rivendicazione 9.

11. Trattore agricolo comprendente il motore a combustione interna secondo la rivendicazione 10.

p.i.: FPT INDUSTRIAL S.P.A.

Luigi FRANZOLIN

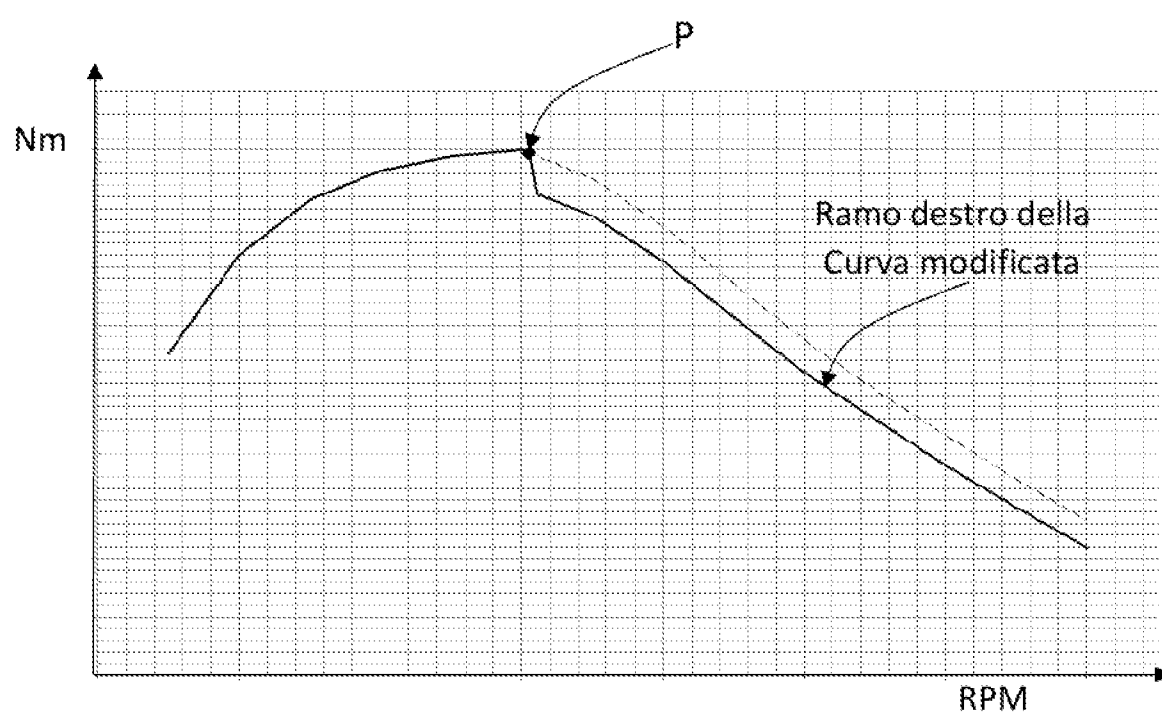
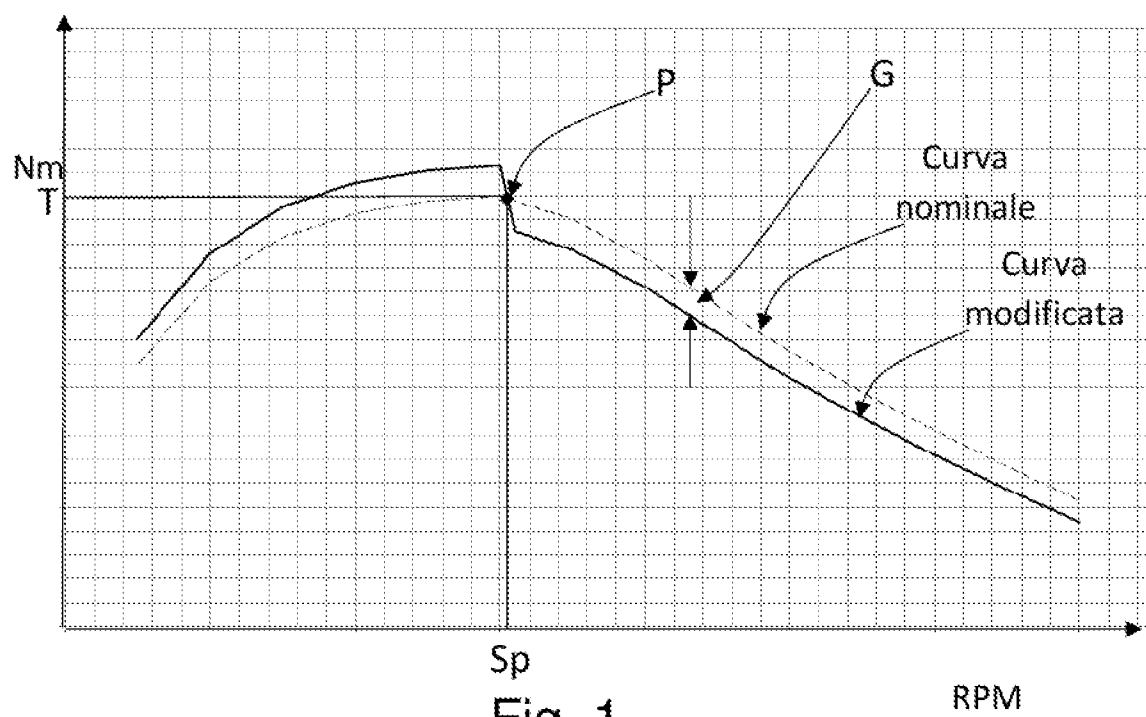


Fig. 2

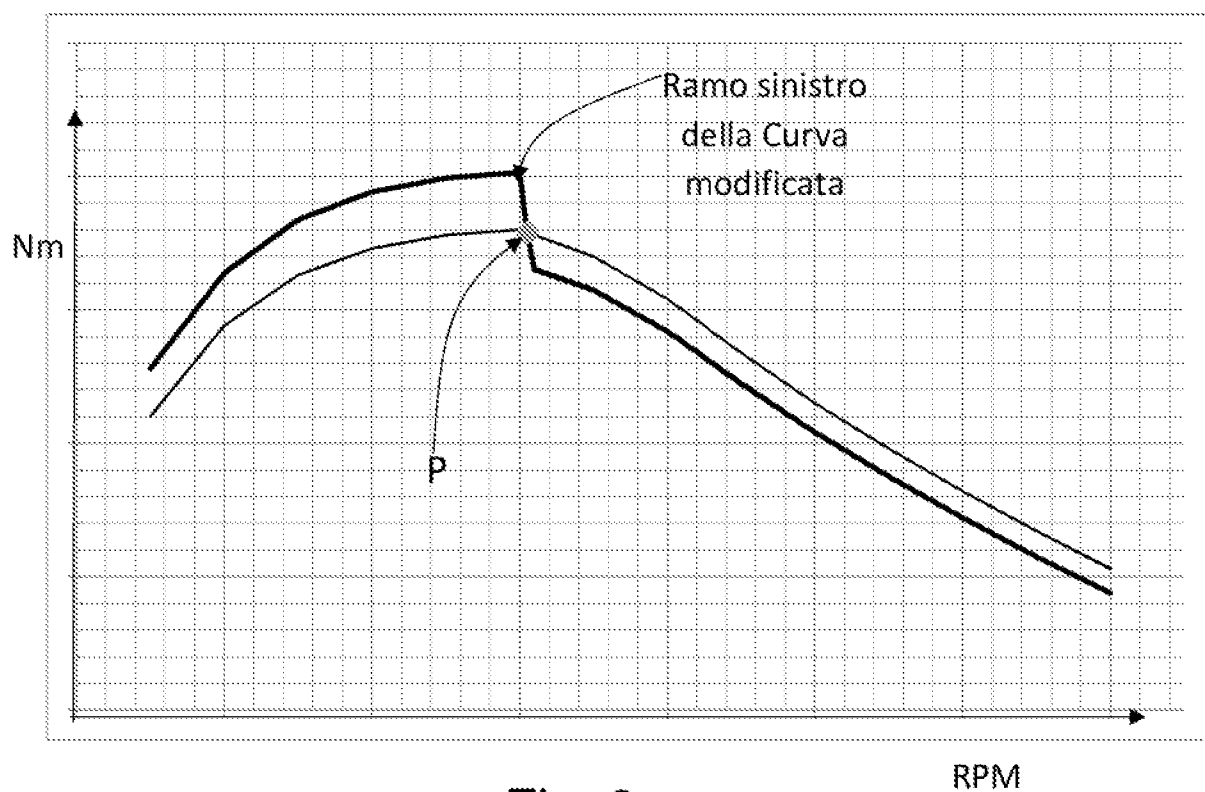


Fig. 3

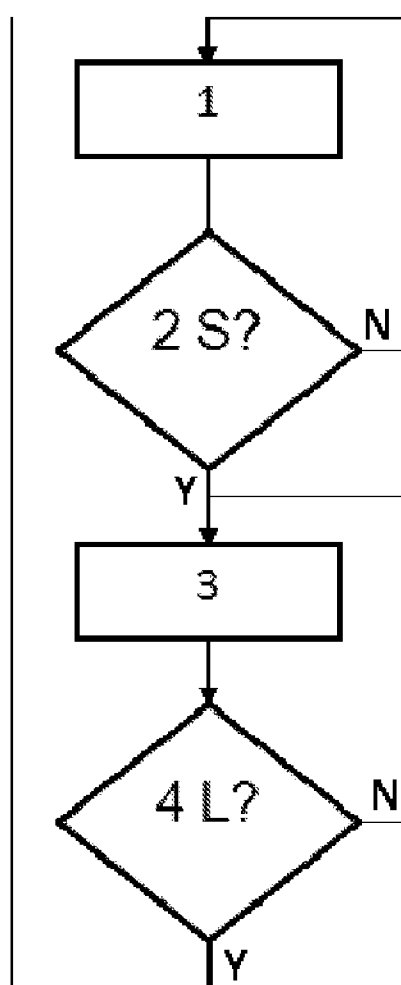


Fig. 4

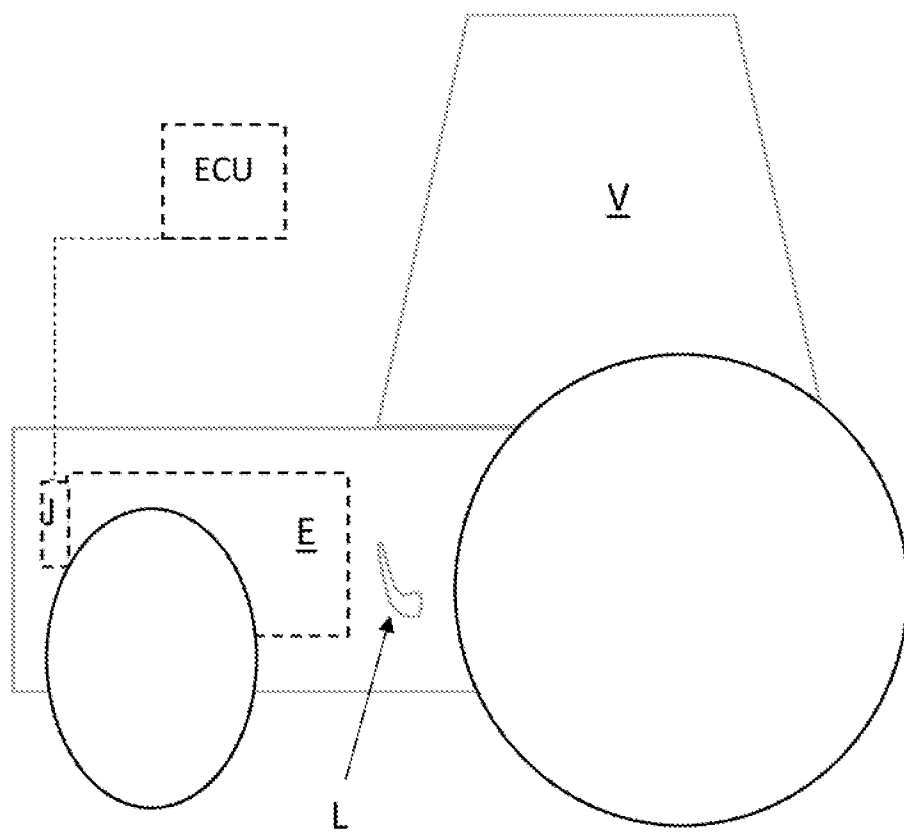


Fig. 5