

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000025136
Data Deposito	30/09/2021
Data Pubblicazione	30/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	172

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	173

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	1766

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	8	88

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	17	22

Titolo

METODO PER CONTROLLARE LA DISTRIBUZIONE DI FORZE FRENANTI IN UN IMPIANTO FRENANTE DI UN VEICOLO PER RIDURRE O ELIMINARE RUMORE E/O VIBRAZIONI GENERATI NELL'IMPIANTO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

**"METODO PER CONTROLLARE LA DISTRIBUZIONE DI FORZE FRENANTI IN UN
IMPIANTO FRENANTE DI UN VEICOLO PER RIDURRE O ELIMINARE RUMORE E/O
5 VIBRAZIONI GENERATI NELL'IMPIANTO"**

Di: BREMBO S.p.A., via Brembo, 25, CURNO (BG) - IT

**Inventori designati: Matteo Mazzoni, Andrea Cerutti, Benjamin
Szewczyk, Cristian Malmassari presso BREMBO S.p.A.**

Riferimento Cl.: BR00696.IT@XX

10 **Classe: F16D65/00; F16D66/00**

DESCRIZIONE

[0001]. Campo dell'invenzione

[0002]. La presente invenzione riguarda il settore dei sistemi
15 di frenatura di un veicolo operanti tecnologia Brake-by-Wire
(BBW). In maggior dettaglio, forma oggetto della presente
l'invenzione un metodo per controllare la distribuzione di forze
frenanti in un impianto frenante di un veicolo che comprende
almeno un freno a disco associato ad una ruota del veicolo per
20 ridurre o eliminare rumore e/o vibrazioni generati nell'impianto.

[0003]. Stato della tecnica

[0004]. Come noto, gli impianti frenanti assolvono
principalmente due scopi, la frenatura o frenata di servizio e la
frenatura o frenata di parcheggio.

25 **[0005].** Un impianto frenante di un veicolo, in particolare un
autoveicolo, operante in tecnologia Brake-by-Wire (BBW) comprende

una pluralità di freni a disco ciascuno associato ad una ruota dell'autoveicolo. Ciascun freno a disco comprende una rispettiva pinza freno elettro-attuata configurata per serrarsi sul disco bloccandolo nel caso di frenata di servizio o di parcheggio.

5 L'impianto frenante prevede l'impiego di una unità di controllo elettronico (Electronic Control Unit o ECU) e di attuatori elettromeccanici controllati da tale unità di controllo elettronico per agire sui motori elettrici delle pinze freno abilitando/disabilitando il serraggio della pinza.

10 **[0006]**. In ambito automobilistico, un parametro rappresentativo della misura della confortevolezza di un autoveicolo è indicato con l'acronimo NVH (Noise, Vibration, and Harshness). Tale parametro fornisce indicazioni in relazione alle caratteristiche di rumorosità e vibrazioni percepite associate agli autoveicoli.

15 In particolare, l'impianto frenante di un autoveicolo è direttamente coinvolto nella generazione di rumori e vibrazioni del veicolo.

[0007]. Oggigiorno, allo scopo di ridurre il rumore e le vibrazioni associate ad un impianto frenante di un autoveicolo è

20 noto eseguire una fase di test su un prototipo dell'impianto frenante in fase di sviluppo del progetto. Ciò permette di ottimizzare l'impianto di test prima dell'avvio della produzione.

[0008]. Tuttavia, la risoluzione delle problematiche connesse alla riduzione di rumore e vibrazione nell'impianto frenante di

25 test comporta un notevole dispendio di tempi di sviluppo e di

risorse, in quanto può richiedere numerosi cicli di affinamento.

[0009]. In altre parole, all'atto pratico, tale fase di test di ottimizzazione di un impianto frenante appare spesso poco conveniente, in quanto troppo costosa o eccessivamente dispendiosa
5 in termini di tempo necessario per essere portata a termine.

[0010]. Resta, pertanto, fortemente sentita l'esigenza di ridurre o eliminare rumore e/o vibrazioni generati in un impianto frenante di un veicolo, in particolare un autoveicolo, che permetta di superare i limiti e gli inconvenienti delle
10 metodologie note sopra menzionate.

[0011]. Soluzione

[0012]. Uno scopo della presente invenzione è quello di escogitare e mettere a disposizione un metodo per controllare la distribuzione di forze frenanti in un impianto frenante di un
15 veicolo che comprende almeno un freno a disco associato ad una ruota del veicolo che permetta di ridurre o eliminare rumore e/o vibrazioni generati nell'impianto.

[0013]. Tale scopo è raggiunto da un metodo di controllo di un impianto frenante di un veicolo in accordo con la rivendicazione
20 1.

[0014]. Il metodo di controllo dell'invenzione comprende un primo algoritmo che implementa un controllo passivo dell'impianto frenante del veicolo. Tale primo algoritmo è configurato per attivarsi ogni volta che l'impianto frenante si trova in
25 prefissate condizioni critiche.

[0015]. Il metodo di controllo dell'invenzione prevede anche un

secondo algoritmo che implementa un controllo attivo dell'impianto frenante del veicolo. Tale secondo algoritmo è configurato per attivarsi solo in seguito alla rilevazione, per esempio mediante un microfono o accelerometro, di una informazione di frequenza operativa corrente dell'impianto frenante, che sia uguale ad un valore di soglia o frequenza critica posto all'interno di un intervallo o banda di frequenze critiche di ampiezza prefissata. Per esempio, tale intervallo di frequenze critiche comprende tutte le frequenze in un intorno di un valore di frequenza critica di riferimento o di centro-banda, per esempio le frequenze critiche che in valore assoluto differiscono al più del 5%, in particolare al più del 3%, dalla frequenza critica di riferimento.

[0016]. In un esempio di realizzazione dell'invenzione, il metodo di controllo dell'invenzione comprende sia il primo algoritmo sia il secondo algoritmo attivati in successione.

[0017]. Forma oggetto della presente invenzione anche un sistema di controllo di impianto frenante di un veicolo per la distribuzione di forze frenanti in accordo con la rivendicazione 15.

[0018]. Alcune forme di realizzazione vantaggiose sono oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

[0019]. Figure

[0020]. Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi del metodo di controllo dell'invenzione appariranno dalla descrizione di seguito riportata di suoi esempi preferiti di realizzazione, dati a titolo indicativo non limitativo, con riferimento alle annesse figure

nelle quali:

[0021]. - la **figura 1** illustra schematicamente un esempio di architettura di impianto frenante di un veicolo impiegante un sistema di controllo di impianto frenante per la distribuzione di forze frenanti per frenata di servizio o per frenata di stazionamento del veicolo che implementa il metodo della presente invenzione;

[0022]. - la **figura 2** illustra, in un diagramma di flusso, un primo esempio di realizzazione del metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1 in accordo con la presente invenzione;

[0023]. - la **figura 3** illustra, in un diagramma di flusso, un secondo esempio di realizzazione del metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1 in accordo con la presente invenzione;

[0024]. - la **figura 4** illustra, in un diagramma di flusso, un terzo esempio di realizzazione del metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1 in accordo con la presente invenzione;

[0025]. - la **figura 5** illustra, in un diagramma di flusso, un esempio di realizzazione del metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1;

[0026]. - la **figura 6** illustra, in un diagramma di flusso, un ulteriore esempio di realizzazione del metodo di controllo della

distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1.

[0027]. Nelle suddette figure elementi uguali o analoghi sono indicati con gli stessi riferimenti numerici.

5 **[0028].** Descrizione di alcuni esempi realizzativi preferiti

[0029]. Con riferimento alla figura 1, il riferimento numerico 1000 indica nel suo complesso un impianto frenante di un veicolo 1 comprendente un sistema di controllo 100 di impianto frenante per la distribuzione di forze frenanti per frenata di servizio e/o per
10 frenata di stazionamento del veicolo 1 secondo la presente invenzione. Nel seguito, tale sistema di controllo di impianto frenante 100 è indicato anche semplicemente sistema di controllo o sistema.

[0030]. Per esempio, l'impianto frenante 1000, in cui è
15 impiegabile il sistema di controllo 100, è un'architettura in tecnologia Brake-by-Wire (BBW).

[0031]. Ai fini della presente descrizione per "veicolo" si intende qualsiasi veicolo o motoveicolo, anche di tipo commerciale, avente due, tre, quattro o più ruote.

20 **[0032].** Inoltre, per "impianto frenante" si intende un insieme di tutti i componenti (da quelli meccanici e/o elettrici o elettronici fino al fluido frenante) che concorrono alla generazione della frenata di servizio di un veicolo e/o alla generazione della frenata di stazionamento di un veicolo.

25 **[0033].** Con riferimento alla figura 1, il veicolo 1 comprende un

assale anteriore A1 al quale sono collegate una prima ruota anteriore FL ed una seconda ruota anteriore FR.

[0034]. La prima ruota anteriore FL è ad esempio la ruota anteriore sinistra mentre la seconda ruota anteriore FR è ad esempio la ruota anteriore destra.

[0035]. Inoltre, il veicolo 1 comprende un assale posteriore R1 al quale sono collegate una prima ruota posteriore RL ed una seconda ruota posteriore RR.

[0036]. La prima ruota posteriore RL è ad esempio la ruota posteriore sinistra mentre la seconda ruota posteriore RR è ad esempio la ruota posteriore destra.

[0037]. L'impianto frenante 1000 comprende almeno un primo modulo attuatore 2 operativamente collegato all'assale anteriore A1.

[0038]. L'impianto frenante 1000 comprende inoltre almeno un secondo modulo attuatore 3 operativamente collegato all'assale posteriore R1.

[0039]. Ciascun modulo attuatore 2,3 comprende uno o più attuatori per ogni ruota per assale.

[0040]. Ciascun attuatore è di tipo elettromeccanico o di tipo elettroidraulico.

[0041]. In riferimento alla forma di realizzazione mostrata nella figura 1, l'almeno primo modulo attuatore 2 operativamente collegato all'assale anteriore A1 comprende un primo ACT1 ed un secondo ACT2 attuatore configurati per agire su una prima pinza

freno P1, in particolare una pinza a due pistoni, della prima ruota anteriore FL.

[0042]. In maggior dettaglio, tale prima pinza freno P1 comprende un primo P11 ed un secondo P12 pistone azionati dal
5 primo ACT1 e dal secondo ACT2 attuatore, rispettivamente.

[0043]. Inoltre, l'almeno primo modulo attuatore 2 comprende un terzo ACT3 ed un quarto ACT4 attuatore configurati per agire su una seconda pinza freno P2, in particolare una pinza a due pistoni, della seconda ruota anteriore FR.

10 **[0044].** In maggior dettaglio, tale seconda pinza freno P2 comprende un rispettivo primo P21 ed un rispettivo secondo P22 pistone azionati dal terzo ACT3 e dal quarto ACT4 attuatore, rispettivamente.

[0045]. Ancora in riferimento alla forma di realizzazione
15 mostrata nella figura 1, l'almeno secondo modulo attuatore 3 operativamente collegato all'assale posteriore R1 comprende un quinto ACT5 attuatore configurato per agire su una terza pinza freno P3 della prima ruota posteriore RL. Tale terza pinza freno è, in particolare, una pinza a singolo pistone.

20 **[0046].** In maggior dettaglio, tale terza pinza freno P3 comprende un rispettivo primo P31 pistone azionato dal quinto ACT5 attuatore.

[0047]. Inoltre, l'almeno secondo modulo attuatore 3 comprende un sesto ACT6 attuatore configurato per agire su una quarta pinza
25 freno P4 della seconda ruota posteriore RR. Tale quarta pinza

freno è, in particolare una pinza a singolo pistone.

[0048]. In maggior dettaglio, tale quarta pinza freno P4 comprende un rispettivo primo P41 pistone azionato dal sesto ACT6 attuatore.

5 **[0049].** Si osservi che l'architettura di impianto frenante 1000 sopra descritta, comprendente pinze con due pistoni che agiscono sulle ruote dell'assale anteriore A1 e pinze mono-pistone che agiscono sulle ruote dell'assale posteriore R1, è esemplificativa. Infatti, per gli scopi della presente invenzione, possono essere
10 previste una pluralità di varianti e combinazioni di varianti, quali, ad esempio: pinze con un numero di pistoni maggiore di due sia sulle ruote dell'assale anteriore sia su quelle dell'assale posteriore; pinze con due pistoni anche sulle ruote dell'assale posteriore; pinze mono-pistone sia sulle ruote dell'assale
15 anteriore sia su quelle dell'assale posteriore; ecc. Si osservi inoltre, che per gli scopi della presente invenzione, le suddette pinze freno P1, P2, P3, P4 possono essere sia pinze di tipo "dry" sia di tipo "wet".

[0050]. Ciascun attuatore ACT1, ACT2, ACT3, ACT4, ACT5, ACT6 è
20 atto ad implementare un comando frenante sulla base del controllo ricevuto da un rispettivo modulo elettronico di controllo attuatore o unità elettronica di controllo frenata (Brake Control Unit o BCU). Ciascun modulo di controllo attuatore è, ad esempio, un modulo hardware o una logica software all'interno di un modulo
25 hardware dell'impianto frenante (stand-alone o integrato

nell'attuatore stesso) o più in generale del veicolo 1.

[0051]. In riferimento all'esempio di figura 1, le unità elettroniche di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3 concorrono a formare il sistema di controllo 100 dell'impianto frenante 1000
5 del veicolo 1.

[0052]. In particolare, ciascuna delle suddette unità elettroniche di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3 comprende per esempio un microcontrollore o un microprocessore, ed è configurata per generare segnali elettrici per l'azionamento delle pinze freno
10 P1, P3, P3, P4 elettro-attuate dell'impianto 1000.

[0053]. In particolare, il sistema di controllo 100 dell'impianto frenante 1000 comprende una prima unità di controllo frenata BCU1 operativamente collegata al secondo modulo attuatore 3.

15 **[0054].** Tale prima unità di controllo frenata BCU1 o unità di controllo principale è configurata per controllare direttamente il secondo modulo attuatore 3, per eseguire una frenata di servizio sulle ruote dell'assale posteriore R1 del veicolo 1 in risposta ad un'azione di frenata esercitata su un pedale 5 dell'impianto
20 frenante 1000.

[0055]. Tale prima unità di controllo frenata BCU1 è configurata per controllare, attraverso una unità di controllo frenata secondaria BCU2, BCU3, il primo modulo attuatore 2, per eseguire una frenata di servizio sulle ruote dell'assale anteriore A1 del
25 veicolo 1 in risposta all'azione di frenata esercitata sul pedale

5 dell'impianto frenante 1000.

[0056]. In particolare, la prima unità di controllo frenata BCU1 è configurata per calcolare valori obiettivo di coppia frenante da applicare sia alle ruote dell'assale posteriore R1 sia alle ruote
5 dell'assale anteriore A1 del veicolo 1 sulla base di segnali di frenata S1, S2 generati in seguito all'azione sul pedale 5 dell'impianto 1000. Tale prima unità di controllo frenata BCU1 è denominata, per esempio, "centralina master".

[0057]. I valori obiettivo di coppia frenante sono resi
10 disponibili all'unità di controllo frenata secondaria BCU2, BCU3 attraverso una linea o bus di comunicazioni dati bidirezionale CAN1, per esempio di tipo seriale, che collega la prima unità di controllo frenata BCU1 all'unità di controllo frenata BCU2, BCU3 secondaria.

15 **[0058].** In riferimento all'esempio di figura 1, tale unità di controllo frenata secondaria BCU2, BCU3 comprende una seconda unità di controllo frenata BCU2 ed una terza unità di controllo frenata BCU3, ciascuna collegata alla prima unità di controllo frenata BCU1 attraverso la linea di comunicazioni dati CAN1.

20 **[0059].** In un esempio di realizzazione, la seconda unità di controllo frenata BCU2 è configurata per ricevere i valori obiettivo di coppia frenante generati dalla prima unità di controllo frenata BCU1 per applicarli a ciascuna ruota dell'assale anteriore A1. In tale configurazione operativa, la seconda unità
25 di controllo frenata BCU2 opera come "centralina slave".

[0060]. In particolare, in riferimento all'esempio di figura 1, la seconda unità di controllo frenata BCU2 è configurata per controllare sia il terzo attuatore ACT3 della seconda ruota anteriore FR sia il primo attuatore della prima ruota anteriore FL.

[0061]. In un differente esempio di realizzazione, la seconda unità di controllo frenata BCU2 è configurata per generare, in background, valori obiettivo di coppia frenante indipendentemente dalla prima unità di controllo frenata BCU1 per applicarli a ciascuna ruota dell'assale anteriore A1. In particolare, tali valori obiettivo di coppia frenante sono generati sulla base un ulteriore segnale di frenata S3 generato in seguito all'azione sul pedale 5 dell'impianto 1000. In tale configurazione operativa, la seconda unità di controllo frenata BCU2 permette di gestire la frenata delle ruote dell'assale anteriore A1 anche in caso di malfunzionamento della prima unità di controllo frenata BCU1, operando come "centralina quasi-master".

[0062]. In un esempio di realizzazione, la terza unità di controllo frenata BCU3 è configurata per ricevere i valori obiettivo di coppia frenante generati dalla prima unità di controllo frenata BCU1 per applicarli a ciascuna ruota dell'assale anteriore A1. In tale configurazione operativa, tale terza unità di controllo frenata BCU3 opera come "centralina slave". A differenza della "centralina quasi-master", alla terza unità di controllo frenata BCU3 non sono demandati compiti di generazione

di valori obiettivo di coppia frenante.

[0063]. In particolare, la terza unità di controllo frenata BCU3 è configurata per controllare sia il secondo attuatore ACT2 della prima ruota anteriore FL sia il quarto attuatore della seconda
5 ruota anteriore FR.

[0064]. Sulla base del controllo sugli attuatori ACT1, ACT2, ACT3, ACT4 realizzato attraverso la seconda BCU2 e la terza BCU3 unità di controllo frenata, nel caso di malfunzionamento di una di tali unità di controllo, il sistema 100 dell'invenzione assicura
10 comunque una frenata bilanciata su entrambe le ruote dell'assale anteriore A1 del veicolo 1.

[0065]. In un esempio di realizzazione, la prima BCU1, la seconda BCU2 e la terza BCU3 unità elettronica di controllo frenata sono alimentate attraverso la tensione in continua di una
15 batteria 30 del veicolo 1 attraverso un rispettivo blocco di gestione di potenza (Power Manager) 31 dell'impianto frenante 1000.

[0066]. L'impianto frenante 1000 comprende, inoltre, sensori di velocità della ruota WS1, WS2, WS3, WS4 ciascuno operativamente
20 associato ad una delle ruote del veicolo 1, rispettivamente alla prima RL e alla seconda RR ruota posteriore, ed alla prima FL e seconda FR ruota anteriore per rilevare una velocità di ciascuna ruota da trasmettere ad una rispettiva unità di controllo frenata.

[0067]. In particolare, il primo WS1 ed il secondo WS2 sensore
25 di velocità sono collegati alla prima unità di controllo frenata

BCU1. Il terzo WS3 ed il quarto WS4 sensore di velocità sono collegati alla seconda unità di controllo frenata BCU2.

[0068]. In riferimento all'esempio di figura 1, l'almeno primo modulo attuatore 2 dell'impianto frenante 1000 comprende un primo
5 EP1 ed un secondo EP2 attuatore di stazionamento configurati per agire, rispettivamente, sulla prima P1 e sulla seconda P2 pinza freno dell'assale anteriore A1 in caso di attivazione del freno di stazionamento.

[0069]. Ancora in riferimento alla forma di realizzazione
10 mostrata nella figura 1, l'almeno secondo modulo attuatore 3 comprende un terzo EP3 ed un quarto EP4 attuatore di stazionamento configurati per agire, rispettivamente, sulla terza P3 e sulla quarta P4 pinza freno dell'assale posteriore R1 in caso di attivazione del freno di stazionamento.

[0070]. Il primo EP1 ed il secondo EP2 attuatore di
15 stazionamento sono controllati dalla terza unità di controllo frenata BCU3. Il terzo EP3 ed il quarto EP4 attuatore di stazionamento sono controllati dalla prima unità di controllo frenata BCU1.

[0071]. In particolare, un comando di stazionamento è attivato
20 da parte di una unità di controllo stazionamento 20 del veicolo 1 in seguito alla pressione esercitata su un tasto di stazionamento EPB-B da parte dell'utente. Tale unità di controllo di stazionamento 20 è configurata per trasmettere il suddetto comando
25 di stazionamento alla prima BCU1, alla seconda BCU2 ed alla terza

BCU3 unità di controllo frenata dell'impianto attraverso un ulteriore linea o bus di comunicazioni dati bidirezionale CAN2, per esempio di tipo seriale, che collega l'unità di controllo di stazionamento 20 a ciascuna delle unità di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3.

[0072]. In riferimento alle figure 2-4, di seguito sono descritte in maggior dettaglio le fasi operative di un metodo 200, 300, 400 di controllo della distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 in un impianto frenante 1000 di un veicolo 1, su almeno un primo P11, P21 ed almeno un secondo pistone P12, P22 di una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1. Tale metodo di controllo è implementato attraverso il sistema di controllo 100 sopra descritto.

[0073]. In particolare, tale metodo di controllo dell'invenzione comprende un primo algoritmo che implementa un controllo passivo dell'impianto frenante 1000 del veicolo 1. Tale primo algoritmo è configurato per attivarsi ogni volta che l'impianto frenante si trova in prefissate condizioni critiche.

[0074]. Esemplicativamente, di seguito si farà riferimento al primo P11, P21 ed al secondo pistone P12, P22 delle pinze P1, P2 di freno a disco dell'assale anteriore A1 del veicolo 1.

[0075]. In un esempio di realizzazione generale, ciascuna delle suddette prima BCU1, seconda BCU2 e terza BCU3 unità di controllo frenata del sistema 100 è predisposta per eseguire i codici di un programma applicativo che implementa il metodo 200, 300, 400 della

presente invenzione.

[0076]. Per esempio, in riferimento all'esempio di figura 1, di seguito si assumerà che il metodo 200, 300, 400 di controllo sia implementato dalla seconda BCU2 e/o dalla terza BCU3 unità di controllo frenata del sistema 100.

[0077]. In un esempio di realizzazione particolare, il processore di tali unità di controllo frenata è configurato per caricare, in un rispettivo blocco di memoria, ed eseguire i codici del programma applicativo che implementa il metodo 200, 300, 400 della presente invenzione.

[0078]. Il metodo di controllo 200, 300, 400 delle figure 2-4 comincia con una fase simbolica di inizio "STR" e si conclude con una fase simbolica di fine "ED".

[0079]. Nell'esempio di realizzazione più generale, il metodo di controllo 200, 300, 400 di un impianto frenante 1000 comprende una fase di ricevere 201, da parte del sistema di controllo 100, una richiesta di applicazione di una forza frenante X in seguito ad un'azione di frenata esercitata su un pedale 5 (oppure su un tasto EPB-B) dell'impianto frenante 1000, per esempio da parte di un utilizzatore.

[0080]. Inoltre, il metodo 200, 300, 400 comprende una fase di ricevere 202, da parte del sistema di controllo 100, una prima pluralità di parametri V, Temp, F, S, DPTemp associati all'impianto frenante 1000 ciascuno rappresentativo di una condizione di funzionamento corrente dell'impianto frenante.

[0081]. Tale prima pluralità di parametri comprende preferibilmente, ma non limitativamente, informazioni di velocità corrente V del veicolo 1, temperatura corrente Temp dell'ambiente esterno, forza/pressione attuazione corrente F, pendenza corrente S del piano di scorrimento ruote, temperatura corrente della pastiglia del disco o temperatura corrente del disco stesso DPTemp.

[0082]. Tale prima pluralità di parametri V, Temp, F, S, DPTemp è ricavabile dal sistema di controllo 100 attraverso opportuni sensori o dispositivi di "stima" che equipaggiano l'impianto 1000 frenante BBW del veicolo 1, quali per esempio i sensori di velocità WS1, WS2, WS3, WS4 sopra menzionati oppure sensori (HW) che equipaggiano il sistema frenante o il veicolo, oppure stimatori (SW), sensori di temperatura ambientale, di pendenza stradale, pressione impianto frenante, ecc.

[0083]. Inoltre, si prevede una fase di confrontare 203, da parte del sistema di controllo 100, ciascun parametro V, Temp, F, S, DPTemp ricevuto di detta prima pluralità di parametri con un rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc di una seconda pluralità di parametri rappresentativi di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante 1000.

[0084]. Tale seconda pluralità di parametri comprende preferibilmente, ma non limitativamente, informazioni di velocità critica Vc del veicolo 1, temperatura critica Tempc dell'ambiente esterno, forza/pressione attuazione critica Fc, pendenza critica

Sc del piano di scorrimento ruote, temperatura critica DPTempc della pastiglia del disco o temperatura critica del disco stesso. Si osservi che ciascun parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc critico dell'impianto frenante 1000 può assumere sia un
5 valore singolo di parametro critico oppure, preferibilmente, può assumere una pluralità di valori di un intervallo di valori rappresentativi dello stesso parametro critico, per esempio diversi valori di pressioni o velocità "critiche" e anche diverse combinazioni di parametri tra di loro. Infatti, una specifica
10 frequenza di rumore o disturbo dell'impianto frenante 1000 è associata ad una pluralità di valori di parametri critici stimati e misurati relativi alle specifiche condizioni operative. Per esempio, una frequenza di rumore di 2kHz è caratterizzata da: velocità tra 5-15 Km/h; pressione tra 10-20 bar; temperatura
15 compresa tra -5°C e 0°C. Altri rumori aventi differenti frequenze saranno associati a una rispettiva pluralità di valori di parametri critici stimati e misurati specifici per tale frequenza e differenti dai valori sopra menzionati relativi alla frequenza di rumore di 2kHz.

20 **[0085]**. Tale seconda pluralità di parametri Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc (sia valori singoli sia insiemi di valori) è, per esempio, memorizzata in un database CAN del veicolo 1.

[0086]. Nel caso in cui almeno uno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri eguagli il rispettivo
25 parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda

pluralità di parametri, il metodo 200, 300, 400 comprende le fasi di:

[0087]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una prima forza frenante Y,

5 **[0088].** applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una seconda forza frenante Z.

[0089]. In particolare, una somma tra le suddette prima Y e seconda Z forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta
10 ed un rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è diverso da uno.

[0090]. Nel caso in cui ciascuno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri differisca dal
rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc
15 della seconda pluralità di parametri, cioè l'impianto frenante è fuori dal campo operativo critico, il metodo 200, 300, 400 comprende la fase di applicare 206 sia al primo P11, P21 sia al
secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del
veicolo 1 una terza forza frenante $X/2$ uguale alla metà della
20 forza frenate X richiesta.

[0091]. In un esempio di realizzazione alternativo, nel caso in cui ciascuno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri differisca dal rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda pluralità di
25 parametri, cioè l'impianto frenante è fuori dal campo operativo

critico, il metodo 200, 300, 400 comprende la fase di applicare al primo P11, P21 e al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una ulteriore prima ed una ulteriore seconda forza frenante, rispettivamente, in cui un rapporto tra dette ulteriore prima ed ulteriore seconda forza e frenante è predeterminato e diverso da uno e una somma tra le suddette ulteriore prima ed ulteriore seconda forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[0092]. Si osservi che il rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenate è caratterizzato durante lo sviluppo della pinza P1, P2 per evitare instabilità (rumore) ed è funzione della instabilità della pinza, ma anche del livello di forza di serraggio, della temperatura e della velocità del veicolo alla quale tale instabilità è innescata.

[0093]. In un esempio di realizzazione, il rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenate è scelto per essere maggiore di uno.

[0094]. Nel corso di prove sperimentali svolte sui veicoli di prova, la Richiedente ha osservato che la pinza P1, P2 mostra instabilità a 5kHz, a 0°C, a velocità $V < 15 \text{ Km/h}$ e per valori di forza F compresi tra 5 e 10 kN. Inoltre, la Richiedente ha verificato sperimentalmente che, in tali condizioni operative, la suddetta instabilità scompare se la prima Y e la seconda Z forza frenate sono calcolate mediante le equazioni:

prima forza frenate $Y = 0,8 * \text{forza frenante richiesta } X,$

seconda forza frenate $Z = 0,2 \cdot$ forza frenante richiesta X.

[0095]. In riferimento alla figura 3, in un ulteriore esempio di realizzazione, quando almeno uno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri eguaglia il rispettivo
5 parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda pluralità di parametri, il metodo 300 dell'invenzione comprende, successivamente alle sopra menzionate fasi di applicare 204, 205, la fase di rilevare 301, da parte del sistema di controllo 100, una informazione di frequenza caratteristica Freq corrente
10 dell'impianto frenante 1000 mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto. Tale frequenza caratteristica Freq è rappresentativa di rumori e/o vibrazioni correnti associate all'impianto frenante 1000.

[0096]. In un esempio di realizzazione, l'almeno un sensore
15 operativamente associato all'impianto frenante 1000 comprende:

[0097]. almeno un microfono operativamente associato all'impianto frenante,

[0098]. una pluralità di accelerometri, ciascuno associato a una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

20 **[0099].** In un esempio di realizzazione, il sopra menzionato microfono associato all'impianto frenante può essere, nel caso più generale, un microfono già installato in vettura (dentro o fuori l'abitacolo), quale per esempio il microfono interno per viva-voce.

25 **[00100].** Il metodo 300 prevede anche una fase di confrontare 302,

da parte del sistema di controllo 100, tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento o frequenza critica Freq1 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico
5 dell'impianto frenante 1000.

[00101]. Preferibilmente, la suddetta frequenza critica Freq1 comprende un intervallo o banda di frequenze critiche avente ampiezza prefissata. Per esempio, tale intervallo di frequenze critiche comprende tutte le frequenze in un intorno di un valore
10 di frequenza critica di riferimento o di centro-banda, per esempio le frequenze che in valore assoluto differiscono al più del 5%, in particolare al più del 3%, dalla frequenza di riferimento. Pertanto, nel seguito il termine frequenza caratteristica di riferimento o frequenza critica Freq1 è usato per indicare sia il
15 valore della suddetta frequenza critica di riferimento sia tutti i valori di frequenze della suddetta banda di frequenze che differiscono dalla frequenza critica di riferimento con tolleranze al più del 5%, in particolare al più del 3%.

[00102]. La frequenza critica Freq1 viene misurata durante la
20 fase di sviluppo dell'impianto frenante ed è legata alla rilevazione dei rumori e vibrazioni. I valori di frequenza critica di riferimento vengono caratterizzati durante la fase di sviluppo del prodotto prima della delibera tecnica o dell'avvio produzione su banchi dinamometrici o su veicoli prototipali.

25 **[00103].** Nel caso in cui l'informazione di frequenza

caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, cioè la frequenza caratteristica Freq corrente è una frequenza nella banda di frequenze critiche sopra indicata, definita
 5 nell'intorno del valore della frequenza caratteristica di riferimento, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00104]. applicare 303 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una quarta forza frenante Y1 generata sovrapponendo alla prima forza frenante Y un segnale di
 10 forza SIG, SIG1 avente ampiezza "a" variabile nel tempo,

[00105]. applicare 304 all'almeno un secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una quinta forza frenante Z1 generata sovrapponendo alla seconda forza frenante Z tale segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel
 15 tempo.

[00106]. In particolare, una somma tra la quarta Y1 e quinta Z1 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00107]. Sempre in riferimento all'esempio di figura 3, in un ulteriore esempio di realizzazione, quando ciascuno dei parametri
 20 V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri differisce dal rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda pluralità di parametri, il metodo 300 comprende, successivamente alla suddetta fase di applicare 206, le fasi di rilevare 301, da parte del sistema di controllo 100, una
 25 informazione di frequenza caratteristica Freq corrente

dell'impianto frenante 1000 mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto. Tale frequenza caratteristica Freq è rappresentativa di rumori e/o vibrazioni correnti associate all'impianto frenante 1000.

5 **[00108]**. Inoltre, il metodo 300 prevede una fase di confrontare 302, da parte del sistema di controllo 100, tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento Freq1 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante 1000.

10 **[00109]**. Nel caso in cui l'informazione di frequenza caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, cioè la frequenza caratteristica Freq corrente è nella banda di frequenze critiche definita nell'intorno del valore della
15 frequenza caratteristica di riferimento, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00110]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la prima forza frenante Y,

[00111]. applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza
20 P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la seconda forza frenante Z.

[00112]. In particolare, la somma tra le suddette prima Y e seconda Z forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta ed un rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è diverso da uno.

25 **[00113]**. In modo analogo a quanto descritto sopra, il metodo 300

comprende anche le fasi di rilevare 301, da parte del sistema di controllo 100, una ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto e di
5 confrontare 302, da parte del sistema di controllo 100, l'ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento Freq1 dell'impianto frenante.

[00114]. Nel caso in cui tale ulteriore informazione di frequenza
10 caratteristica Freq' corrente dell'impianto rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00115]. applicare 303 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la quarta forza frenante Y1,

15 **[00116].** applicare 304 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la quinta forza frenante Z1.

[00117]. In un esempio di realizzazione, il suddetto segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza "a" variabile nel tempo comprende un segnale che assume valori di ampiezza a maggiori o minori
20 rispetto ad un valor medio.

[00118]. In un esempio di realizzazione particolare, il segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo è scelto nel gruppo costituito da: segnale sinusoidale, segnale a rampa, segnale triangolare, segnale ad onda quadra, segnale variabile in
25 maniera casuale (random) intorno ad un valor medio.

[00119]. In ancora un altro esempio di realizzazione particolare, il segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo comprende un primo SIG ed un secondo SIG1 segnale di forza tra loro in opposizione di fase. Tale primo segnale di forza SIG è
 5 sovrapponibile alla prima forza frenante Y per generare la quarta forza frenante Y1, il secondo segnale di forza SIG1 è sovrapponibile alla seconda forza frenante Z per generare la quinta forza frenante Z1.

[00120]. In un esempio di realizzazione, la frequenza del primo
 10 SIG e del secondo SIG1 segnale di forza sovrapponibile è almeno nell'intervallo 1-200Hz.

[00121]. In riferimento alla figura 4, in un ulteriore esempio di realizzazione, nel caso in cui ciascuno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri differisca dal
 15 rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda pluralità di parametri, il metodo 400 comprende, successivamente alla suddetta fase di applicare 206, le fasi di:

[00122]. rilevare 301, da parte del sistema di controllo 100, una informazione di frequenza caratteristica Freq corrente
 20 dell'impianto frenante 1000 mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto,

[00123]. confrontare 302, da parte del sistema di controllo 100, tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento Freq1
 25 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico

dell'impianto frenante 1000.

[00124]. Nel caso in cui l'informazione di frequenza caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq₁, il
5 metodo 400 comprende una fase di selezionare 401 in maniera casuale una prima 402 o una seconda 403 metodologia di distribuzione delle forze frenanti F3, F4, F5, F6 sul primo P11, P21 e secondo pistone P12, P22 di una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

10 **[00125].** In maggior dettaglio, la prima metodologia 402 di distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 comprende le fasi di:

[00126]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una prima forza frenante Y,

15 **[00127].** applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco una seconda forza frenante Z,

[00128]. in cui la somma tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta ed un rapporto tra la prima Y e seconda Z forza frenante è diverso da uno.

20 **[00129].** Inoltre, il metodo 400 prevede:

[00130]. una fase di rilevare 301', da parte del sistema di controllo 100, una ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto;

25 **[00131].** una fase di confrontare 302', da parte del sistema di

controllo 100, l'ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento Freq1 dell'impianto frenante.

[00132]. Nel caso in cui tale ulteriore informazione di frequenza
5 caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il metodo 400 comprende, inoltre, le fasi di:

[00133]. applicare 303 al primo pistone P11, P21 della pinza P1,
P2 di freno a disco del veicolo una quarta forza frenante Y1
10 generata sovrapponendo alla prima forza frenante Y un segnale di forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00134]. applicare 304 al secondo pistone P12, P22 della pinza
P1, P2 di freno a disco del veicolo una quinta forza frenante Z1
generata sovrapponendo alla seconda forza frenante Z detto segnale
15 di forza SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00135]. ed in cui la somma tra la quarta Y1 e la quinta Z1 forza
frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00136]. Sempre in riferimento alla figura 4, in un ulteriore
esempio di realizzazione, la suddetta seconda metodologia 403 di
20 distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 comprende le fasi di:

[00137]. rendere disponibile una prima forza frenante Y ed una
seconda forza frenante Z, in cui la somma tra la prima Y e la
seconda Z forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta
25 ed un rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è

diverso da uno,

[00138]. applicare 303 all'almeno un primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo una quarta forza frenante Y1 generata sovrapponendo alla prima forza frenante Y un
5 segnale di forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00139]. applicare 304 all'almeno un secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una quinta forza frenante Z1 generata sovrapponendo alla seconda forza frenante Z il suddetto segnale di forza SIG1 avente ampiezza a variabile nel
10 tempo.

[00140]. In particolare, la somma tra la quarta Y1 e la quinta Z1 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00141]. Il metodo 400 prevede, inoltre, una fase di rilevare 301', da parte del sistema di controllo 100, una ulteriore
15 informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto,

[00142]. ed una fase di confrontare 302', da parte del sistema di controllo 100, l'ulteriore informazione di frequenza
20 caratteristica Freq' corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento Freq1 dell'impianto frenante.

[00143]. Nel caso in cui tale ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il metodo 400 comprende,
25 inoltre, le fasi di:

[00144]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la prima forza frenante Y,

[00145]. applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 la seconda forza frenante Z.

5 **[00146].** In riferimento alle figure 5-6, di seguito sono descritte in maggior dettaglio le fasi operative di un esempio di metodo 500, 600 di controllo della distribuzione di forze frenanti F1, F2, F3, F4, F5, F6 in un impianto frenante 1000 di un veicolo 1, su almeno un pistone P31, P41, P11, P12, P21, P22 di una pinza
10 P3, P4, P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

[00147]. Tale metodo di controllo è implementato attraverso il sistema di controllo 100 sopra descritto.

[00148]. Il metodo di controllo 500, 600 comprende un secondo algoritmo che implementa un controllo attivo dell'impianto
15 frenante 1000 del veicolo 1. Tale secondo algoritmo è configurato per attivarsi solo in seguito alla rilevazione, per esempio mediante un microfono o accelerometro, di una informazione di frequenza operativa Freq corrente dell'impianto frenante, che sia uguale ad un valore prefissato di riferimento o frequenza critica
20 Freq1.

[00149]. Si osservi che tale metodo di controllo 500 è applicabile alla distribuzione delle forze frenanti sulle pinze mono-pistone, cioè sul primo pistone P31, P41 della terza P3 e quarta P4 pinza dell'assale posteriore R1 del veicolo 1. In un
25 diverso esempio di realizzazione, tale metodo 600 è anche

applicabile alle pinze con due o più pistoni, per esempio sul primo P11, P21 e secondo pistone P12, P22 delle pinze P1, P2 di freno a disco dell'assale anteriore A1 del veicolo 1.

[00150]. In un esempio di realizzazione generale, ciascuna delle
5 suddette prima BCU1, seconda BCU2 e terza BCU3 unità di controllo frenata del sistema 100 è predisposta per eseguire i codici di un programma applicativo che implementa il metodo 500, 600. In altre parole, di seguito si assumerà che il metodo 500, 600 di controllo sia implementato da una qualsiasi unità di controllo frenata del
10 sistema 100.

[00151]. In un esempio di realizzazione particolare, il processore di tali unità di controllo frenata è configurato per caricare, in un rispettivo blocco di memoria, ed eseguire i codici del programma applicativo che implementa il metodo 500, 600.

15 **[00152].** Il metodo di controllo 500, 600 delle figure 5-6 comincia con una fase simbolica di inizio "STR" e si conclude con una fase simbolica di fine "ED".

[00153]. Tale metodo di controllo 500 comprende la fase di ricevere 501, da parte del sistema di controllo 100, una richiesta
20 di applicazione di una forza frenante X in seguito ad un'azione di frenata esercitata su un pedale 5 (o un tasto EPB-B) dell'impianto frenante 1000.

[00154]. Inoltre, nel caso di pinza P3 o P4 mono-pistone, il metodo 500 prevede di applicare 502 al suddetto pistone P31, P41,
25 la forza frenante richiesta X.

[00155]. Il metodo 500 prevede anche di rilevare 503, da parte del sistema di controllo 100, una informazione di frequenza caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto. Tale
5 frequenza caratteristica Freq è rappresentativa di rumori e/o vibrazioni correnti associate all'impianto frenante 1000.

[00156]. Inoltre, si prevede una fase di confrontare 504, da parte del sistema di controllo 100, tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente rilevata con una frequenza
10 caratteristica di riferimento Freq1 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante 1000.

[00157]. Nel caso in cui tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il
15 metodo 500 comprende la fase di applicare 505 all'almeno un pistone P31, P41 della pinza P3, P4 di freno a disco del veicolo 1 una ulteriore forza frenante X' generata sovrapponendo alla forza frenante X richiesta un segnale di forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo.

20 **[00158]**. In questo caso, per esempio, l'ampiezza a variabile del segnale di forza SIG è inferiore al 20% rispetto ad un valore medio.

[00159]. Inoltre, si prevede che la porzione variabile della forza sia tale da non influenzare in maniera percepibile la
25 decelerazione totale del veicolo 1 e si compensi tra i due assali

A1, R1 dell'impianto 1000 in controfase per mantenere costante la coppia frenante totale e quindi la decelerazione.

[00160]. Inoltre, la frequenza del segnale di forza di attuazione sovrapponibile SIG è almeno nell'intervallo 1-200Hz.

5 **[00161].** In riferimento alla figura 6, nell'esempio di realizzazione del metodo 600 di controllo per la distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 su un primo P11, P21 e su un secondo pistone P12, P22 di una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1, la suddetta fase di applicare 502 descritta in riferimento alla
10 figura 5 comprende la fase di applicare 601 sia al primo P11, P21 sia al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco una sesta forza frenante $X6=X/2$, uguale alla metà della forza frenate X richiesta.

[00162]. Inoltre, il metodo 600 prevede che la suddetta fase di
15 applicare 505 descritta in riferimento alla figura 5, comprende la fase di applicare 602 al primo P11, P21 ed al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo una settima X1 ed una ulteriore settima X2 forza frenante, rispettivamente, generate sovrapponendo a detta sesta forza frenante X6 il segnale
20 di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo. In particolare, la somma tra la settima X1 e l'ulteriore settima X2 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00163]. In un esempio di realizzazione, il suddetto segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo comprende un
25 primo SIG ed un secondo SIG1 segnale di forza tra loro in

opposizione di fase. Il primo segnale di forza SIG è sovrapponibile alla sesta forza frenante X6 applicata al primo pistone P11, P21 per generare la settima X1 forza frenante.

[00164]. Il secondo segnale di forza SIG1 è sovrapponibile alla
5 sesta forza frenante X6 applicata al secondo pistone P12, P22 per generare detta ulteriore settima X2 forza frenante.

[00165]. Come sopra dimostrato, il metodo di controllo 200, 300, 400, 500, 600 della distribuzione di forze frenanti in un impianto frenante 1000 di un veicolo 1 ha numerosi vantaggi e consegue gli
10 scopi prefissati.

[00166]. Infatti, il metodo di controllo dell'invenzione, permette di ridurre o eliminare rumore e/o vibrazioni generati in un impianto frenante di un veicolo, in particolare un autoveicolo, accorciando i tempi e costi di sviluppo del progetto
15 dell'impianto.

[00167]. In particolare, non sarà più necessario giungere alla risoluzione delle problematiche di rumori e vibrazioni attraverso lunghe fasi di progettazione meccanica e successivi test.

[00168]. Tramite l'applicazione del primo algoritmo o del primo e
20 del secondo algoritmo sopra descritti in successione, infatti, è possibile, rispettivamente, attivare la modifica dell'attuazione quando almeno uno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp attuali dell'impianto rientrano nelle condizioni critiche, oppure attivare il controllo della modifica dell'attuazione quando viene rilevata
25 una delle frequenze critiche Freq1 del sistema frenante tramite

microfono o accelerometro. Ciò consente di ridurre o eliminare, in maniera automatica, il rumore e/o le vibrazioni generati nell'impianto frenante del veicolo.

[00169]. Alle forme di realizzazione del metodo sopra descritte,
5 un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare numerose modifiche, adattamenti e sostituzione di elementi con altri funzionalmente equivalenti, senza tuttavia uscire dall'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIFERIMENTI

	1000	impianto frenante
	1	veicolo
	100	sistema di controllo di impianto frenante
5	A1	assale anteriore
	FL	prima ruota anteriore
	FR	seconda ruota anteriore
	R1	assale posteriore
	RL	prima ruota posteriore
10	RR	seconda ruota posteriore
	2	primo modulo attuatore
	3	secondo modulo attuatore
	ACT1	primo attuatore
	ACT2	secondo attuatore
15	P1	prima pinza freno
	ACT3	terzo attuatore
	ACT4	quarto attuatore
	P2	seconda pinza freno
	ACT5	quinto attuatore
20	P3	terza pinza freno P3
	ACT6	sesto attuatore
	P4	quarta pinza freno
	BCU1	prima unità di controllo frenata
	BCU2	seconda unità di controllo frenata
25	BCU3	terza unità di controllo frenata

- 5 pedale
- S1, S2 segnali di frenata
- S3 ulteriore segnale di frenata
- CAN1 linea o bus di comunicazione dati
- 5 CAN2 ulteriore linea o bus di comunicazione dati
- 20 unità di controllo stazionamento
- 30 batteria
- 31 blocco gestione potenza dell'impianto
- WS1 primo sensore di velocità
- 10 WS2 secondo sensore di velocità
- WS3 terzo sensore di velocità
- WS4 quarto sensore di velocità
- EP1 primo attuatore di stazionamento
- EP2 secondo attuatore di stazionamento
- 15 EP3 terzo attuatore di stazionamento
- EP4 quarto attuatore di stazionamento
- EPB-B tasto di stazionamento
- F1, F2, F3, F4, F5, F6 forze frenanti
- P11, P21, P13, P14 primo pistone
- 20 P12, P22, secondo pistone
- V, Temp, F, S, DPTemp prima pluralità di parametri
- Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc seconda pluralità di parametri
- X forza frenante richiesta
- Y prima forza frenante
- 25 Z seconda forza frenante

- X/2 terza forza frenante
- Freq informazione di frequenza caratteristica corrente
- Freq1 frequenza caratteristica di riferimento
- Y1 quarta forza frenante
- 5 Z1 quinta forza frenante
- SIG primo segnale di forza
- SIG1 secondo segnale di forza
- Freq' ulteriore informazione di frequenza caratteristica corrente
- X' ulteriore forza frenante
- 10 X6 sesta forza frenante
- X1 settima forza frenante
- X2 ulteriore settima forza frenante
- 200, 300, 400, 500, 600 metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti
- 15 201, 501 fase di ricevere una richiesta di applicazione di una forza frenante
- 202 fase di ricevere una prima pluralità di parametri
- 203, 302, 302', 504 fase di confrontare
- 204, 205, 206, 303, 304, 502, 505, 601, 602 fasi di applicare
- 20 301, 301', 503 fase di rilevare una informazione di frequenza caratteristica corrente
- 401 fase di selezionare in maniera casuale
- 402, 403 prima e seconda metodologia di distribuzione delle forze frenanti

RIVENDICAZIONI

1. Metodo (200; 300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) per la distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) su almeno un primo (P11, P21) ed almeno un secondo pistone (P12, P22) di una pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1), detto metodo essendo eseguito da un sistema (100) di controllo di impianto frenante (1000) per la distribuzione delle forze frenanti, il metodo comprendendo le fasi di:
- 10 - ricevere (201), da parte del sistema di controllo (100), una richiesta di applicazione di una forza frenante (X) in seguito ad un'azione di frenata esercitata su un pedale/tasto (5, EPB-B) dell'impianto frenante (1000);
 - ricevere (202), da parte del sistema di controllo (100), una
15 prima pluralità di parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) associati all'impianto frenante (1000) ciascuno rappresentativo di una condizione di funzionamento corrente dell'impianto frenante;
 - confrontare (203), da parte del sistema di controllo (100), ciascun parametro (V, Temp, F, S, DPTemp) ricevuto di detta prima
20 pluralità di parametri con un rispettivo parametro di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) di una seconda pluralità di parametri rappresentativi di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante (1000);
- nel caso in cui almeno uno dei parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) della prima pluralità di parametri eguagli il rispettivo parametro
25 di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) della seconda

pluralità di parametri, il metodo (200) comprende le fasi di:

- applicare (204) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una prima forza frenante (Y),

5 - applicare (205) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una seconda forza frenante (Z),

in cui la somma tra dette prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta ed un rapporto tra detta
10 prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è diverso da uno;

nel caso in cui ciascuno dei parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) della prima pluralità di parametri differisca dal rispettivo parametro di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) della seconda pluralità di parametri, il metodo (200) comprende le fasi

15 di:

- applicare (206) sia all'almeno un primo (P11, P21) sia all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una terza forza frenante ($X/2$) uguale alla metà della forza frenate (X) richiesta, oppure

20 - applicare all'almeno un primo (P11, P21) e all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1), rispettivamente, una ulteriore prima ed una ulteriore seconda forza frenante, in cui un rapporto tra l'ulteriore prima e l'ulteriore seconda forza frenante è diverso
25 da uno e una somma tra le suddette ulteriore prima ed ulteriore

seconda forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta.

2. Metodo (300) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui

5 quando almeno uno dei parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) della prima pluralità di parametri eguaglia il rispettivo parametro di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) della seconda pluralità di parametri, il metodo (300) comprende, successivamente alle suddette fasi di applicare (204, 205), le fasi di:

10 - rilevare (301), da parte del sistema di controllo (100), una informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto, detta frequenza caratteristica (Freq) essendo rappresentativa di rumori e/o
15 vibrazioni correnti associate all'impianto frenante (1000);

- confrontare (302), da parte del sistema di controllo (100), detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) rappresentativa di una condizione di funzionamento critico
20 dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento (Freq1), il metodo (300) comprende, inoltre, le fasi di:

25 - applicare (303) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della

pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quarta forza frenante (Y1) generata sovrapponendo a detta prima forza frenante (Y) un segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,

- 5 - applicare (304) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quinta forza frenante (Z1) generata sovrapponendo a detta seconda forza frenante (Z) detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,
- 10 in cui la somma tra dette quarta (Y1) e quinta (Z1) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta.

3. Metodo (300) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui

- 15 quando ciascuno dei parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) della prima pluralità di parametri differisce dal rispettivo parametro di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) della seconda pluralità di parametri, il metodo (300) comprende, successivamente alla suddetta fase di applicare (206), le fasi di:

- 20 - rilevare (301), da parte del sistema di controllo (100), una informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto, detta frequenza caratteristica (Freq) essendo rappresentativa di rumori e/o
- 25 vibrazioni correnti associate all'impianto frenante (1000);

- confrontare (302), da parte del sistema di controllo (100), detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) rappresentativa di una condizione di funzionamento critico
5 dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento (Freq1), il metodo (300) comprende, inoltre, le fasi di:

10 - applicare (204) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) la prima forza frenante (Y),

- applicare (205) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) la seconda forza
15 frenante (Z),

in cui la somma tra dette prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta ed un rapporto tra detta prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è diverso da uno;

- rilevare (301), da parte del sistema di controllo (100), una
20 ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq') corrente dell'impianto frenante (1000) mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto;

- confrontare (302), da parte del sistema di controllo (100), detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq')
25 corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento

(Freq1) dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq') corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento

5 (Freq1), il metodo (300) comprende, inoltre, le fasi di:

- applicare (303) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) detta quarta forza frenante (Y1),

10 - applicare (304) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) detta quinta forza frenante (Z1).

4. Metodo (400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui

15 nel caso in cui ciascuno dei parametri (V, Temp, F, S, DPTemp) della prima pluralità di parametri differisca dal rispettivo parametro di riferimento (Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc) della seconda pluralità di parametri, il metodo (400) comprende, successivamente alla suddetta fase di applicare (206), le fasi di:

20 - rilevare (301), da parte del sistema di controllo (100), una informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) mediante almeno un sensore operativamente associato all'impianto, detta frequenza caratteristica (Freq) essendo rappresentativa di rumori e/o
25 vibrazioni correnti associate all'impianto frenante (1000);

- confrontare (302), da parte del sistema di controllo (100), detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) rappresentativa di una condizione di funzionamento critico
5 dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta informazione di frequenza caratteristica (Freq) corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento (Freq1), il metodo (400) comprende una fase di selezionare (401) in maniera casuale
10 una prima (402) o una seconda (403) metodologia di distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) sull'almeno un primo (P11, P21) e almeno un secondo pistone (P12, P22) di una pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1).

15 **5.** Metodo (400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, in cui detta prima metodologia (402) di distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) comprende le fasi di:

- applicare (204) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della
20 pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una prima forza frenante (Y),

- applicare (205) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una seconda forza frenante (Z),

25 in cui la somma tra dette prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è

uguale alla forza frenate (X) richiesta ed un rapporto tra detta prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è diverso da uno;

- rilevare (301'), da parte del sistema di controllo (100), una ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq')

5 corrente dell'impianto frenante (1000) mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto;

- confrontare (302'), da parte del sistema di controllo (100), detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq')

10 corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq') corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento (Freq1), il metodo (300) comprende, inoltre, le fasi di:

15 - applicare (303) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quarta forza frenante (Y1) generata sovrapponendo a detta prima forza frenante (Y) un segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,

20 - applicare (304) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quinta forza frenante (Z1) ottenuta sovrapponendo a detta seconda forza frenante (Z) detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,

25 in cui la somma tra dette quarta (Y1) e quinta (Z1) forza frenante

è uguale alla forza frenate (X) richiesta.

6. Metodo (400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, in cui detta seconda metodologia (403) di distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) comprende le fasi di:

- rendere disponibile una prima forza frenante (Y) ed una seconda forza frenante (Z), in cui la somma tra dette prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta ed un rapporto tra detta prima (Y) e seconda (Z) forza frenante è diverso da 1;

- applicare (303) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quarta forza frenante (Y1) generata sovrapponendo a detta prima forza frenante (Y) un segnale di forza (SIG) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,

- applicare (304) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una quinta forza frenante (Z1) ottenuta sovrapponendo a detta seconda forza frenante (Z) detto segnale di forza (SIG) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,

in cui la somma tra dette quarta (Y1) e quinta (Z1) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta;

- rilevare (301'), da parte del sistema di controllo (100), una ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq')

corrente dell'impianto frenante (1000) mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto;

- confrontare (302'), da parte del sistema di controllo (100), detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq')

5 corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) dell'impianto frenante (1000);

nel caso in cui detta ulteriore informazione di frequenza caratteristica (Freq') corrente dell'impianto frenante (1000) rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento

10 (Freq1), il metodo (400) comprende, inoltre, le fasi di:

applicare (204) all'almeno un primo pistone (P11, P21) della pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) detta prima forza frenante (Y),

- applicare (205) all'almeno un secondo pistone (P12, P22) della
15 pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) detta seconda forza frenante (Z).

7. Metodo (400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-6, in cui
20 un rapporto tra dette prima (Y) e seconda (Z) forza frenate è maggiore di uno.

8. Metodo (400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 7, in cui dette prima (Y) e
25 seconda (Z) forza frenate sono calcolate mediante le equazioni:

prima forza frenate $(Y) = 0,8 * \text{forza frenante richiesta } (X)$,
 seconda forza frenate $(Z) = 0,2 * \text{forza frenante richiesta } (X)$.

9. Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000)
 5 di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-6,
 in cui detto almeno un sensore operativamente associato
 all'impianto frenante (1000) comprende:

- almeno un microfono operativamente associato all'impianto
 frenante,

10 - una pluralità di accelerometri, ciascuno associato a una
 pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1).

10. Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000)
 di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-6,
 15 in cui

detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile
 nel tempo comprende un segnale che assume valori di ampiezza (a)
 maggiori o minori rispetto ad un valor medio.

20 **11.** Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000)
 di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-6,
 in cui detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a)
 variabile nel tempo è scelto nel gruppo costituito da: segnale
 sinusoidale, segnale a rampa, segnale triangolare, segnale ad onda
 25 quadra, segnale variabile in maniera casuale intorno ad un valor

medio.

12. Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui detto
5 segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo comprende un primo (SIG) ed un secondo (SIG1) segnale di forza tra loro in opposizione di fase, detto primo segnale di forza (SIG) essendo sovrapponibile a detta prima forza frenante (Y) per generare detta quarta forza frenante
10 (Y1)
- detto secondo segnale di forza (SIG1) essendo sovrapponibile a detta seconda forza frenante (Z) per generare detta quinta forza frenante (Z1).
- 15 13. Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-6, in cui detta frequenza caratteristica di riferimento (Freq1) rappresentativa di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante (1000) comprende una banda di frequenze
20 critiche avente ampiezza prefissata, detta banda di frequenze critiche comprendendo sia un valore di frequenza caratteristica di riferimento sia valori di frequenze in un intorno del valore di frequenza caratteristica di riferimento.
- 25 14. Metodo (300; 400) di controllo di un impianto frenante (1000)

di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 13, in cui detta banda di frequenze critiche comprende frequenze che in valore assoluto differiscono al più del 5%, in particolare al più del 3%, dalla frequenza caratteristica di riferimento.

5

15. Sistema (100) di controllo di impianto frenante (1000) di un veicolo (1) per la distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) su almeno un pistone (P11, P12, P21, P22) di una pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1), il sistema comprendente
10 almeno una unità elettronica di controllo frenata (BCU1, BCU2, BCU3) configurata per generare segnali elettrici per l'azionamento delle dette pinze freno (P1, P2) dell'impianto (1000),
detta almeno una unità elettronica di controllo frenata (BCU1, BCU2, BCU3) del sistema essendo configurata per eseguire le fasi
15 del metodo delle rivendicazioni 1-14.

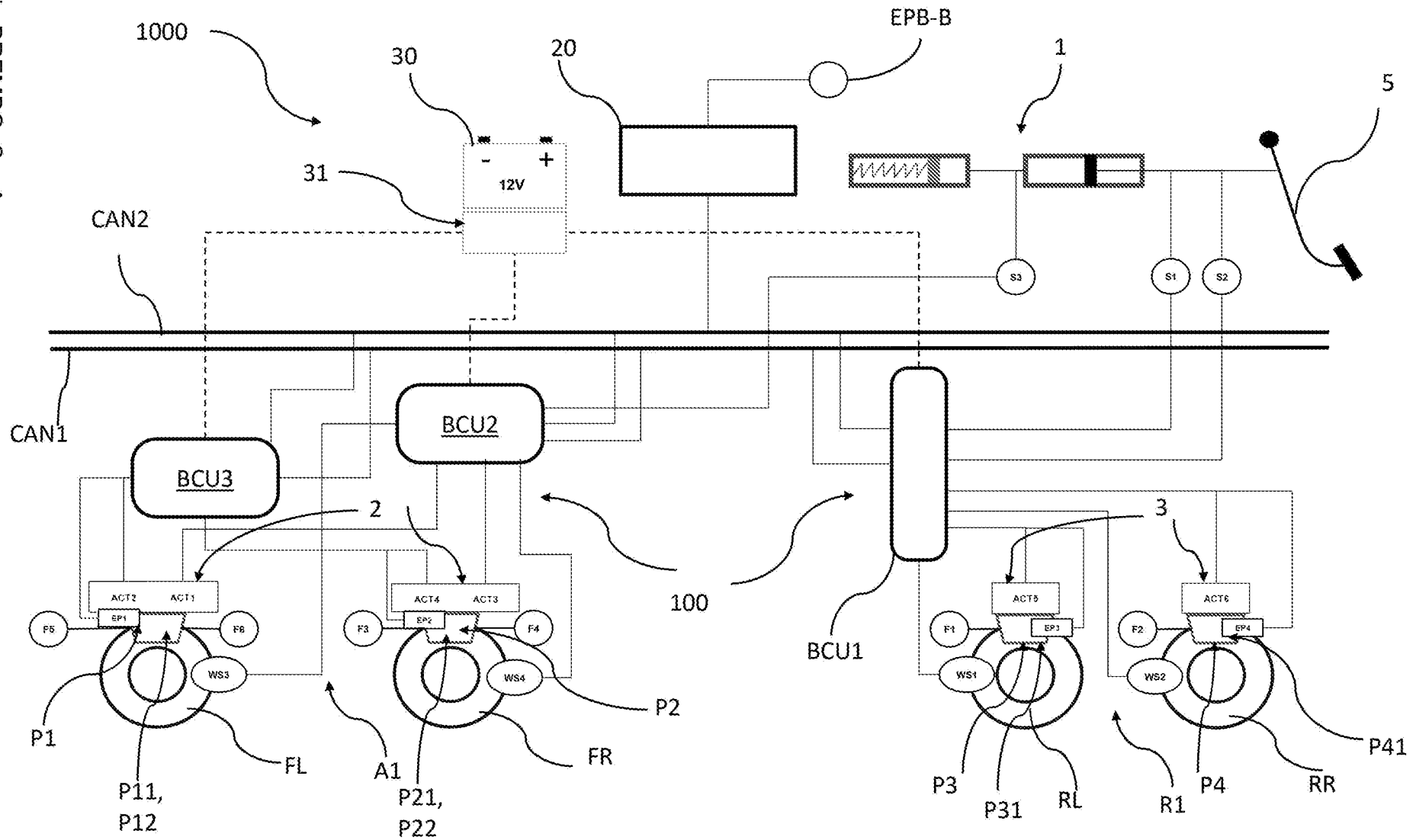


Fig. 1

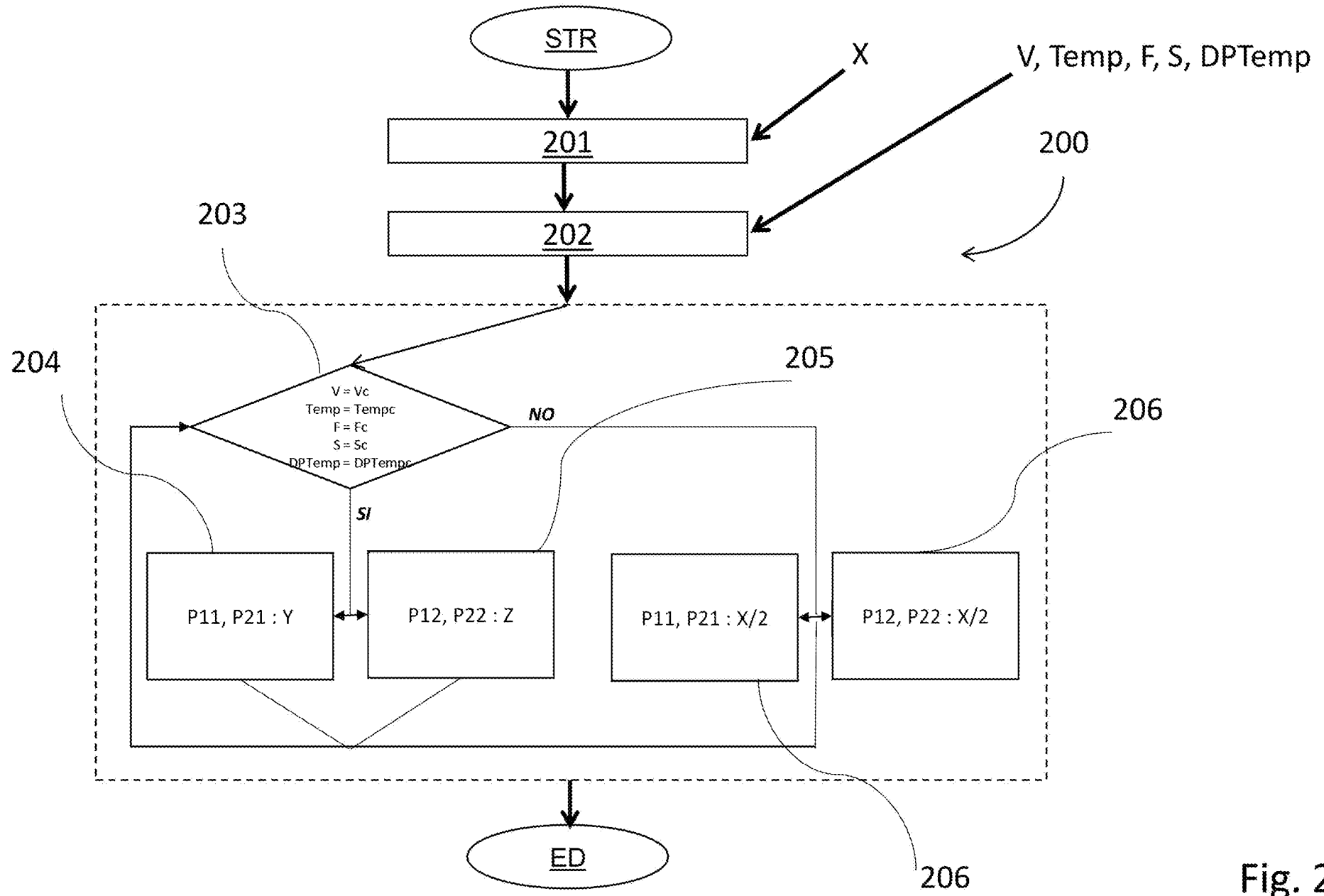


Fig. 2

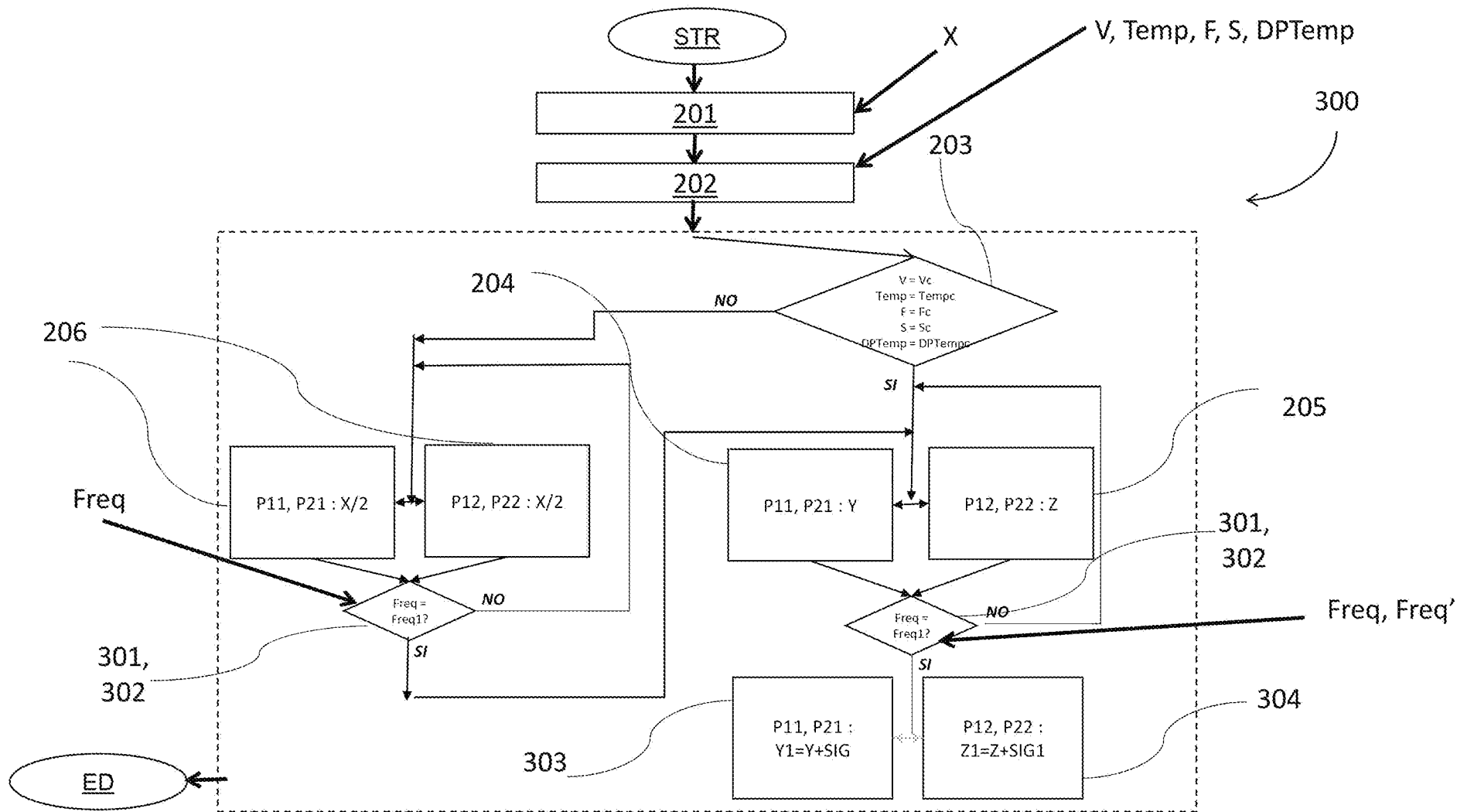


Fig. 3

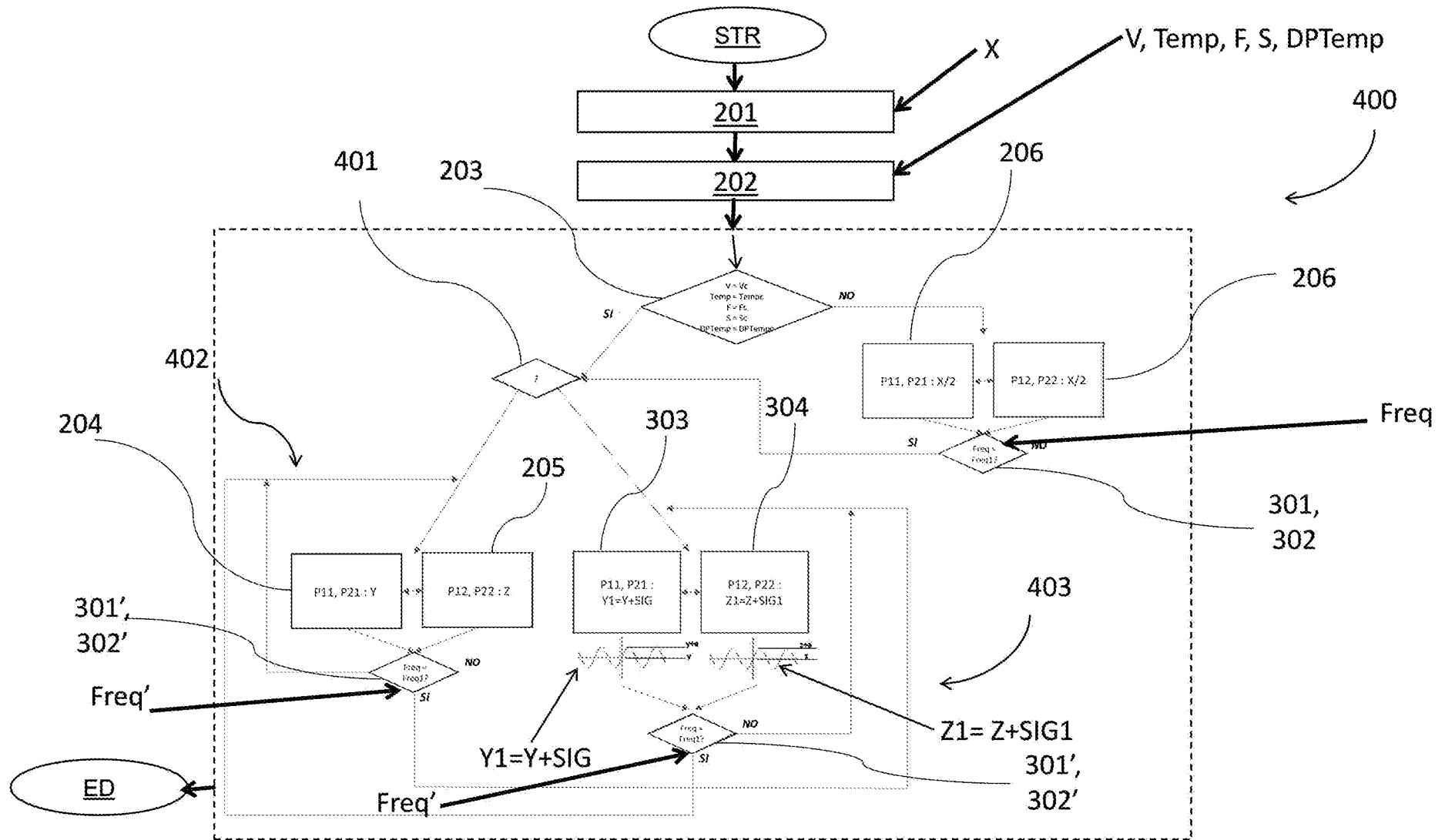


Fig. 4

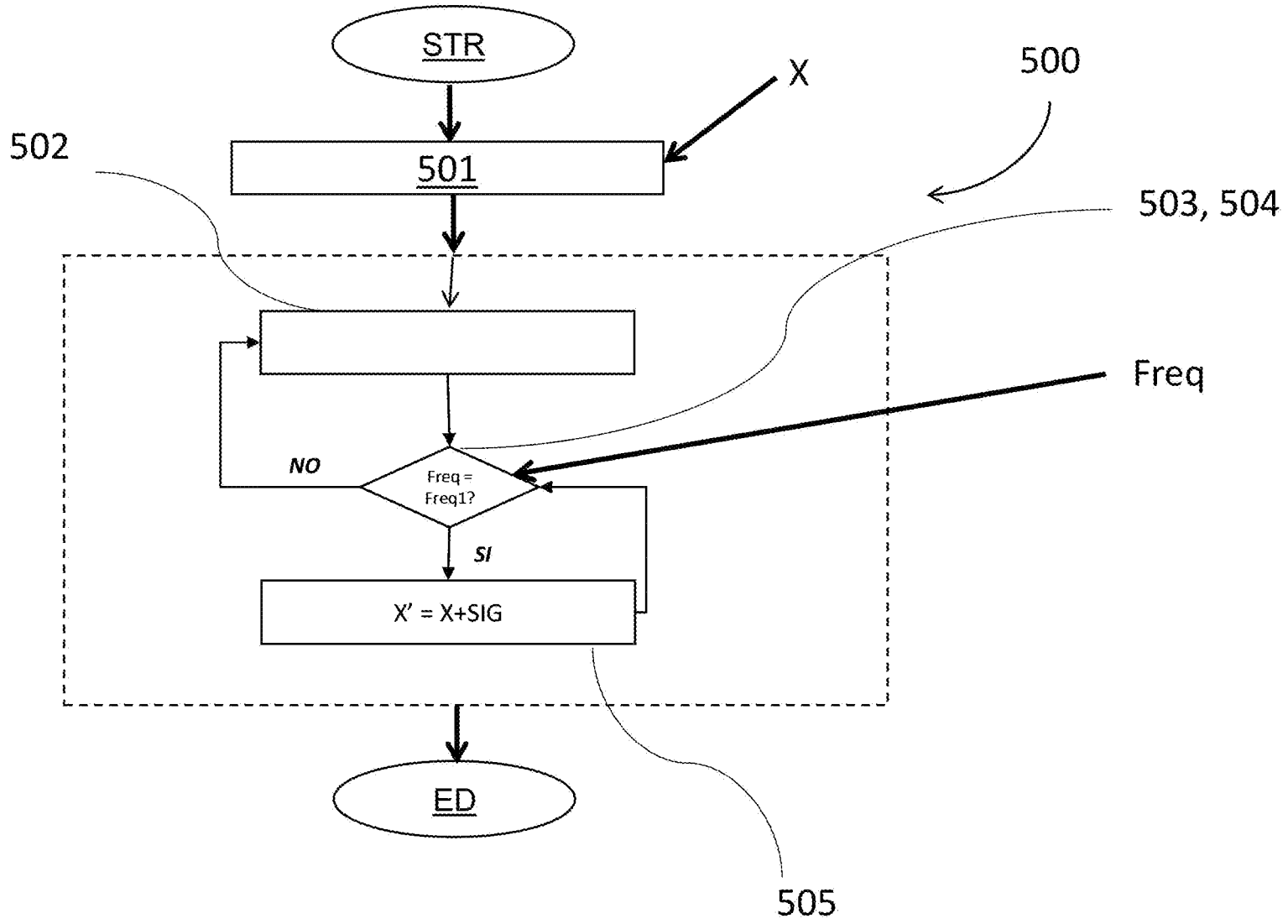


Fig. 5

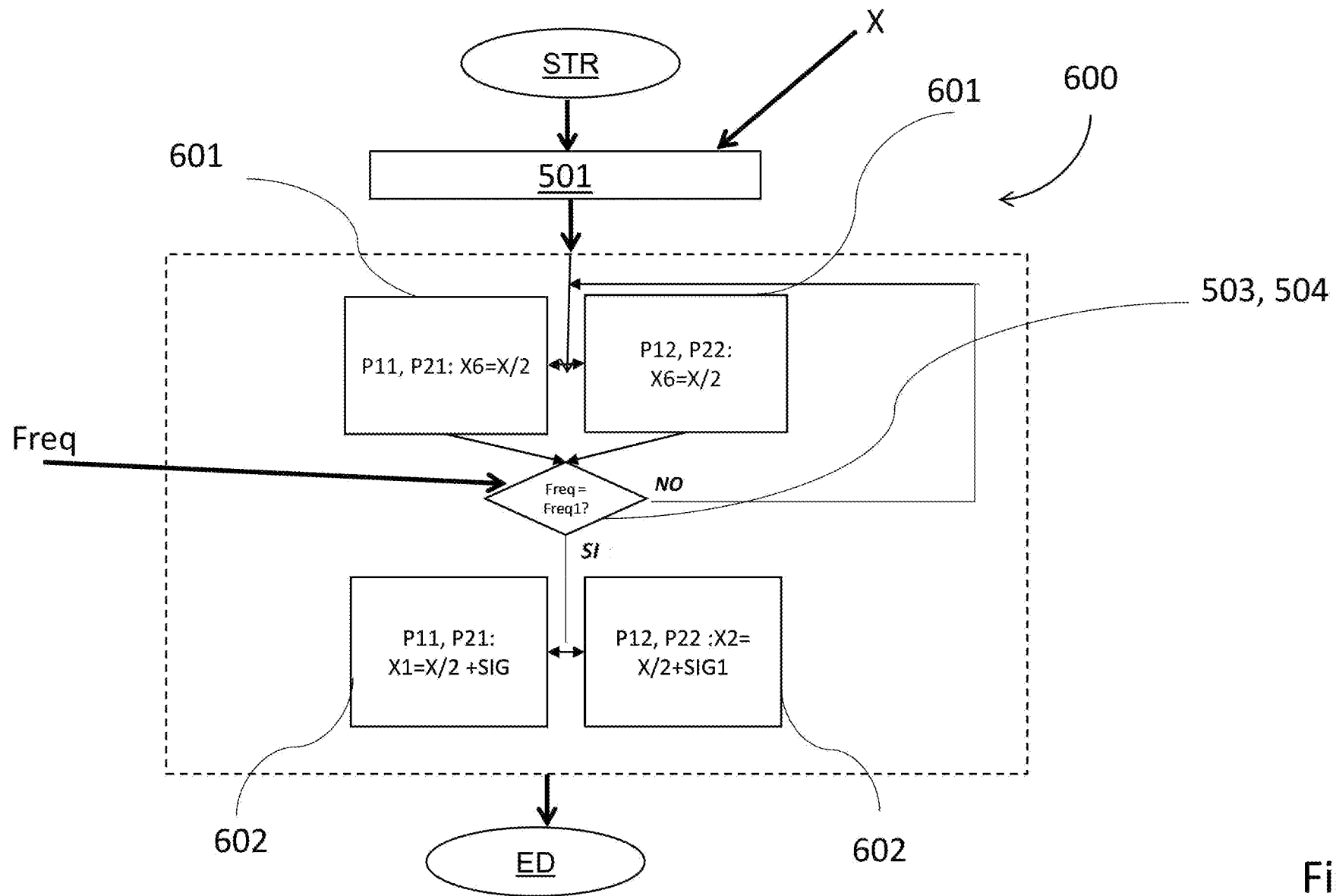


Fig. 6