

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000025142
Data Deposito	30/09/2021
Data Pubblicazione	30/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	13	74

Titolo

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

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"**

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.: BR00697.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 algoritmo che implementa un controllo attivo dell'impianto frenante del veicolo. Tale algoritmo è configurato per attivarsi solo in seguito alla rilevazione, per esempio mediante un
25 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.

[0015]. 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 9.

[0016]. Alcune forme di realizzazione vantaggiose sono oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

[0017]. Figure

[0018]. 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:

[0019]. - 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;

[0020]. - la **figura 2** 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;

[0021]. - la **figura 3** illustra, in un diagramma di flusso, un
5 ulteriore esempio di realizzazione del metodo di controllo della distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1;

[0022]. - la **figura 4** illustra, in un diagramma di flusso, un
ulteriore esempio di realizzazione del metodo di controllo della
10 distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della figura 1;

[0023]. - la **figura 5** illustra, in un diagramma di flusso, un
primo esempio di realizzazione del metodo di controllo della
distribuzione di forze frenanti nell'impianto frenante della
15 figura 1 in accordo con la presente invenzione;

[0024]. - la **figura 6** 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.

20 [0025]. Nelle suddette figure elementi uguali o analoghi sono indicati con gli stessi riferimenti numerici.

[0026]. Descrizione di alcuni esempi realizzativi preferiti

[0027]. Con riferimento alla figura 1, il riferimento numerico
1000 indica nel suo complesso un impianto frenante di un veicolo 1
25 comprendente un sistema di controllo 100 di impianto frenante per

la distribuzione di forze frenanti per frenata di servizio e/o per 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
5 sistema.

[0028]. Per esempio, l'impianto frenante 1000, in cui è impiegabile il sistema di controllo 100, è un'architettura in tecnologia Brake-by-Wire (BBW).

[0029]. Ai fini della presente descrizione per "veicolo" si
10 intende qualsiasi veicolo o motoveicolo, anche di tipo commerciale, avente due, tre, quattro o più ruote.

[0030]. 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
15 generazione della frenata di servizio di un veicolo e/o alla generazione della frenata di stazionamento di un veicolo.

[0031]. 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.

20 **[0032].** 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.

[0033]. Inoltre, il veicolo 1 comprende un assale posteriore R1 al quale sono collegate una prima ruota posteriore RL ed una
25 seconda ruota posteriore RR.

[0034]. 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.

[0035]. L'impianto frenante 1000 comprende almeno un primo
5 modulo attuatore 2 operativamente collegato all'assale anteriore A1.

[0036]. L'impianto frenante 1000 comprende inoltre almeno un secondo modulo attuatore 3 operativamente collegato all'assale posteriore R1.

10 **[0037].** Ciascun modulo attuatore 2,3 comprende uno o più attuatori per ogni ruota per assale.

[0038]. Ciascun attuatore è di tipo elettromeccanico o di tipo elettroidraulico.

[0039]. In riferimento alla forma di realizzazione mostrata
15 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.

20 **[0040].** In maggior dettaglio, tale prima pinza freno P1 comprende un primo P11 ed un secondo P12 pistone azionati dal primo ACT1 e dal secondo ACT2 attuatore, rispettivamente.

[0041]. Inoltre, l'almeno primo modulo attuatore 2 comprende un
25 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.

[0042]. 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.

[0043]. Ancora in riferimento alla forma di realizzazione 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.

[0044]. In maggior dettaglio, tale terza pinza freno P3 comprende un rispettivo primo P31 pistone azionato dal quinto ACT5 attuatore.

[0045]. Inoltre, l'almeno secondo modulo attuatore 3 comprende un sesto ACT6 attuatore configurato per agire su una quarta pinza freno P4 della seconda ruota posteriore RR. Tale quarta pinza freno è, in particolare una pinza a singolo pistone.

[0046]. In maggior dettaglio, tale quarta pinza freno P4 comprende un rispettivo primo P41 pistone azionato dal sesto ACT6 attuatore.

[0047]. 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 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
5 posteriore; pinze con due pistoni anche sulle ruote dell'assale posteriore; pinze mono-pistone sia sulle ruote dell'assale 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"
10 sia di tipo "wet".

[0048]. Ciascun attuatore ACT1, ACT2, ACT3, ACT4, ACT5, ACT6 è 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
15 Unit o BCU). Ciascun modulo di controllo attuatore è, ad esempio, un modulo hardware o una logica software all'interno di un modulo hardware dell'impianto frenante (stand-alone o integrato nell'attuatore stesso) o più in generale del veicolo 1.

[0049]. In riferimento all'esempio di figura 1, le unità
20 elettroniche di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3 concorrono a formare il sistema di controllo 100 dell'impianto frenante 1000 del veicolo 1.

[0050]. In particolare, ciascuna delle suddette unità elettroniche di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3 comprende per
25 esempio un microcontrollore o un microprocessore, ed è configurata

per generare segnali elettrici per l'azionamento delle pinze freno P1, P3, P3, P4 elettro-attuate dell'impianto 1000.

[0051]. 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.

[0052]. 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 frenante 1000.

[0053]. 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 veicolo 1 in risposta all'azione di frenata esercitata sul pedale 5 dell'impianto frenante 1000.

[0054]. 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 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".

[0055]. I valori obiettivo di coppia frenante sono resi 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.

[0056]. 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.

[0057]. 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 di controllo frenata BCU2 opera come "centralina slave".

[0058]. 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.

[0059]. 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".

10 **[0060]**. 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
15 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.

[0061]. In particolare, la terza unità di controllo frenata BCU3
20 è configurata per controllare sia il secondo attuatore ACT2 della prima ruota anteriore FL sia il quarto attuatore della seconda ruota anteriore FR.

[0062]. Sulla base del controllo sugli attuatori ACT1, ACT2, ACT3, ACT4 realizzato attraverso la seconda BCU2 e la terza BCU3
25 unità di controllo frenata, nel caso di malfunzionamento di una di

tali unità di controllo, il sistema 100 dell'invenzione assicura comunque una frenata bilanciata su entrambe le ruote dell'assale anteriore A1 del veicolo 1.

[0063]. In un esempio di realizzazione, la prima BCU1, la
5 seconda BCU2 e la terza BCU3 unità elettronica di controllo frenata sono alimentate attraverso la tensione in continua di una batteria 30 del veicolo 1 attraverso un rispettivo blocco di gestione di potenza (Power Manager) 31 dell'impianto frenante 1000.

10 **[0064].** L'impianto frenante 1000 comprende, inoltre, sensori di velocità della ruota WS1, WS2, WS3, WS4 ciascuno operativamente 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
15 ruota da trasmettere ad una rispettiva unità di controllo frenata.

[0065]. In particolare, il primo WS1 ed il secondo WS2 sensore 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.

20 **[0066].** In riferimento all'esempio di figura 1, l'almeno primo modulo attuatore 2 dell'impianto frenante 1000 comprende un primo 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
25 stazionamento.

[0067]. Ancora in riferimento alla forma di realizzazione 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
5 quarta P4 pinza freno dell'assale posteriore R1 in caso di attivazione del freno di stazionamento.

[0068]. Il primo EP1 ed il secondo EP2 attuatore di stazionamento sono controllati dalla terza unità di controllo frenata BCU3. Il terzo EP3 ed il quarto EP4 attuatore di
10 stazionamento sono controllati dalla prima unità di controllo frenata BCU1.

[0069]. In particolare, un comando di stazionamento è attivato da parte di una unità di controllo stazionamento 20 del veicolo 1 in seguito alla pressione esercitata su un tasto di stazionamento
15 EPB-B da parte dell'utente. Tale unità di controllo di stazionamento 20 è configurata per trasmettere il suddetto comando 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,
20 per esempio di tipo seriale, che collega l'unità di controllo di stazionamento 20 a ciascuna delle unità di controllo frenata BCU1, BCU2, BCU3.

[0070]. In riferimento alle figure 2-4, di seguito sono descritte in maggior dettaglio le fasi operative di un metodo 200,
25 300, 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
5 sopra descritto.

[0071]. In particolare, tale metodo di controllo 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
10 prefissate condizioni critiche.

[0072]. 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.

[0073]. In un esempio di realizzazione generale, ciascuna delle
15 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.

[0074]. Per esempio, in riferimento all'esempio di figura 1, di seguito si assumerà che il metodo 200, 300, 400 di controllo sia
20 implementato dalla seconda BCU2 e/o dalla terza BCU3 unità di controllo frenata del sistema 100.

[0075]. 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
25 del programma applicativo che implementa il metodo 200, 300, 400.

[0076]. 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".

[0077]. 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.

[0078]. 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.

[0079]. 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.

[0080]. 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.

[0081]. 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.

[0082]. 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 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 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 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.

10 **[0083]**. 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.

[0084]. Nel caso in cui almeno uno dei parametri V, Temp, F, S, DPTemp della prima pluralità di parametri eguagli il rispettivo parametro di riferimento Vc, Tempc, Fc, Sc, DPTempc della seconda pluralità di parametri, il metodo 200, 300, 400 comprende le fasi di:

[0085]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una prima forza frenante Y,

20 **[0086]**. applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una seconda forza frenante Z.

[0087]. In particolare, una 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

25

diverso da uno.

[0088]. 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, 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 forza frenate X richiesta.

[0089]. 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 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.

[0090]. 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.

5 **[0091]**. In un esempio di realizzazione, il rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenate è scelto per essere maggiore di uno.

10 **[0092]**. 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:

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

20 **[0093]**. 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 parametro di riferimento V_c , $Temp_c$, F_c , S_c , $DPTemp_c$ della seconda pluralità di parametri, il metodo 300 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
25 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.

[0094]. In un esempio di realizzazione, l'almeno un sensore

5 operativamente associato all'impianto frenante 1000 comprende:

[0095]. almeno un microfono operativamente associato all'impianto frenante,

[0096]. una pluralità di accelerometri, ciascuno associato a una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

10 **[0097].** 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.

15 **[0098].** 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
20 dell'impianto frenante 1000.

[0099]. 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
25 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
 5 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%.

[00100]. La frequenza critica Freq₁ viene misurata durante la
 10 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.

[00101]. Nel caso in cui l'informazione di frequenza
 15 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
 20 nell'intorno del valore della frequenza caratteristica di riferimento, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00102]. 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
 25 forza SIG, SIG1 avente ampiezza "a" variabile nel tempo,

[00103]. 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
5 tempo.

[00104]. In particolare, una somma tra la quarta Y1 e quinta Z1 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00105]. Sempre in riferimento all'esempio di figura 3, in un ulteriore esempio di realizzazione, quando ciascuno dei parametri
10 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
15 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.

[00106]. Inoltre, il metodo 300 prevede una fase di confrontare
20 302, 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.

[00107]. Nel caso in cui l'informazione di frequenza
25

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
5 frequenza caratteristica di riferimento, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00108]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la prima forza frenante Y,

[00109]. applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza
10 P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la seconda forza frenante Z.

[00110]. 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.

[00111]. In modo analogo a quanto descritto sopra, il metodo 300
15 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
20 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.

[00112]. Nel caso in cui tale ulteriore informazione di frequenza
25 caratteristica Freq' corrente dell'impianto rilevata sia uguale

alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il metodo 300 comprende, inoltre, le fasi di:

[00113]. applicare 303 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la quarta forza frenante Y1,

5 **[00114]**. applicare 304 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la quinta forza frenante Z1.

[00115]. 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
10 rispetto ad un valor medio.

[00116]. 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
15 maniera casuale (random) intorno ad un valor medio.

[00117]. 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
20 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.

[00118]. In un esempio di realizzazione, la frequenza del primo
25 SIG e del secondo SIG1 segnale di forza sovrapponibile è almeno

nell'intervallo 1-200Hz.

[00119]. 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
 5 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:

[00120]. 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,

[00121]. confrontare 302, da parte del sistema di controllo 100, tale informazione di frequenza caratteristica Freq corrente rilevata con una frequenza caratteristica di riferimento Freq1
 15 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante 1000.

[00122]. 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
 20 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.

[00123]. In maggior dettaglio, la prima metodologia 402 di
 25

distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 comprende le fasi di:

[00124]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 una prima forza frenante Y,

5 **[00125].** applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 di freno a disco una seconda forza frenante Z,

[00126]. in cui la somma tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è uguale alla forza frenante X richiesta ed un rapporto tra la prima Y e seconda Z forza frenante è diverso da uno.

10 **[00127].** Inoltre, il metodo 400 prevede:

[00128]. 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;

15 **[00129].** 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.

[00130]. Nel caso in cui tale ulteriore informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il metodo 400 comprende, inoltre, le fasi di:

[00131]. applicare 303 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo una quarta forza frenante Y1
25 generata sovrapponendo alla prima forza frenante Y un segnale di

forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00132]. 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

5 di forza SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00133]. ed in cui la somma tra la quarta Y1 e la quinta Z1 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00134]. Sempre in riferimento alla figura 4, in un ulteriore esempio di realizzazione, la suddetta seconda metodologia 403 di
10 distribuzione di forze frenanti F3, F4, F5, F6 comprende le fasi di:

[00135]. 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
15 ed un rapporto tra la prima Y e la seconda Z forza frenante è diverso da uno,

[00136]. 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
20 segnale di forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo,

[00137]. 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
25 tempo.

[00138]. In particolare, la somma tra la quarta Y1 e la quinta Z1 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

[00139]. Il metodo 400 prevede, inoltre, una fase di rilevare 301', da parte del sistema di controllo 100, una ulteriore
5 informazione di frequenza caratteristica Freq' corrente dell'impianto frenante 1000 mediante l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto,

[00140]. ed una fase di confrontare 302', da parte del sistema di controllo 100, l'ulteriore informazione di frequenza
10 caratteristica Freq' corrente rilevata con la frequenza caratteristica di riferimento Freq1 dell'impianto frenante.

[00141]. 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,
15 inoltre, le fasi di:

[00142]. applicare 204 al primo pistone P11, P21 della pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1 la prima forza frenante Y,

[00143]. applicare 205 al secondo pistone P12, P22 della pinza P1, P2 la seconda forza frenante Z.

20 [00144]. In riferimento alle figure 5-6, di seguito sono descritte in maggior dettaglio le fasi operative di un 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 della presente invenzione, su almeno un pistone P31, P41, P11, P12, P21,
25 P22 di una pinza P3, P4, P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

[00145]. Tale metodo di controllo è implementato attraverso il sistema di controllo 100 sopra descritto.

[00146]. Il metodo di controllo 500, 600 dell'invenzione comprende un secondo algoritmo che implementa un controllo attivo
5 dell'impianto 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
10 critica Freq1.

[00147]. Si osservi che tale metodo di controllo 500 dell'invenzione 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
15 veicolo 1. In un 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.

[00148]. In un esempio di realizzazione generale, ciascuna delle
20 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 della presente invenzione. In altre parole, di seguito si assumerà che il metodo 500, 600 di controllo sia implementato da una qualsiasi
25 unità di controllo frenata del sistema 100.

[00149]. 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 della presente invenzione.

[00150]. 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".

[00151]. Tale metodo di controllo 500 comprende la fase di ricevere 501, 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 (o un tasto EPB-B) dell'impianto frenante 1000.

[00152]. Inoltre, nel caso di pinza P3 o P4 mono-pistone, il metodo 500 prevede di applicare 502 al suddetto pistone P31, P41, la forza frenante richiesta X.

[00153]. 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 frequenza caratteristica Freq è rappresentativa di rumori e/o vibrazioni correnti associate all'impianto frenante 1000.

[00154]. In un esempio di realizzazione, l'almeno un sensore operativamente associato all'impianto frenante 1000 comprende:

[00155]. almeno un microfono operativamente associato

all'impianto frenante,

[00156]. una pluralità di accelerometri, ciascuno associato a una pinza P1, P2 di freno a disco del veicolo 1.

[00157]. In un esempio di realizzazione, il sopra menzionato
5 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.

[00158]. Inoltre, si prevede una fase di confrontare 504, da
10 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.

[00159]. Nel caso in cui tale informazione di frequenza
15 caratteristica Freq corrente dell'impianto frenante 1000 rilevata sia uguale alla frequenza caratteristica di riferimento Freq1, il 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
20 frenante X richiesta un segnale di forza SIG avente ampiezza a variabile nel tempo.

[00160]. In questo caso, per esempio, l'ampiezza a variabile del segnale di forza SIG è inferiore al 20% rispetto ad un valore medio.

25 **[00161].** Inoltre, si prevede che la porzione variabile della

forza sia tale da non influenzare in maniera percepibile la 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.

5 **[00162]**. Inoltre, la frequenza del segnale di forza di attuazione sovrapponibile SIG è almeno nell'intervallo 1-200Hz.

[00163]. 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
10 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 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 $X_6 = X/2$, uguale alla metà della
15 forza frenate X richiesta.

[00164]. Inoltre, il metodo 600 prevede che la suddetta fase di 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 settimana X1
20 ed una ulteriore settimana X2 forza frenante, rispettivamente, generate sovrapponendo a detta sesta forza frenante X6 il segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo. In particolare, la somma tra la settimana X1 e l'ulteriore settimana X2 forza frenante è uguale alla forza frenate X richiesta.

25 **[00165]**. In un esempio di realizzazione, il suddetto 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. Il primo segnale di forza SIG è sovrapponibile alla sesta forza frenante X6 applicata al primo
5 pistone P11, P21 per generare la settima X1 forza frenante.

[00166]. Il secondo segnale di forza SIG1 è sovrapponibile alla sesta forza frenante X6 applicata al secondo pistone P12, P22 per generare detta ulteriore settima X2 forza frenante.

[00167]. In un esempio di realizzazione, il suddetto segnale di
10 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.

[00168]. In un esempio di realizzazione particolare, il segnale di forza SIG, SIG1 avente ampiezza a variabile nel tempo è scelto
15 nel gruppo costituito da: segnale sinusoidale, segnale a rampa, segnale triangolare, segnale ad onda quadra, segnale variabile in maniera casuale (random) intorno ad un valor medio.

[00169]. Come sopra dimostrato, il metodo di controllo 500, 600 della distribuzione di forze frenanti in un impianto frenante 1000
20 di un veicolo 1 ha numerosi vantaggi e consegue gli scopi prefissati.

[00170]. 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,
25 accorciando i tempi e costi di sviluppo del progetto

dell'impianto.

[00171]. In particolare, non sarà più necessario giungere alla risoluzione delle problematiche di rumori e vibrazioni attraverso lunghe fasi di progettazione meccanica e successivi test.

5 **[00172]**. Tramite l'applicazione del secondo algoritmo sopra descritto, 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
10 dell'attuazione quando viene rilevata 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.

[00173]. Alle forme di realizzazione del metodo sopra descritte,
15 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 (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) per la distribuzione di forze frenanti (F1, F2, F3, F4, F5, F6) su almeno un pistone (P31, P41, P11, P12, P21, P22) di una pinza (P3, P4, 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 (501), 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);
- applicare (502) a detto almeno un pistone (P31, P41, P11, P12, P21, P22) detta forza frenante richiesta (X);
- 15 - 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, detta frequenza
- 20 caratteristica (Freq) essendo rappresentativa di rumori e/o vibrazioni correnti associate all'impianto frenante (1000);
- confrontare (504), da parte del sistema di controllo (100), detta 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);

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

5 (500; 600) comprende, inoltre, la fase di:

- applicare (505) all'almeno un pistone (P31, P41, P11, P12, P21, P22) di una pinza (P3, P4, P1, P2) di freno a disco del veicolo (1) una ulteriore forza frenante (X') generata sovrapponendo a detta forza frenante (X) richiesta un segnale di
10 forza (SIG) avente ampiezza (a) variabile nel tempo.

2. Metodo (600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 1, per la distribuzione di forze frenanti (F3, F4, F5, F6) su un primo (P11, P21) ed un
15 secondo pistone (P12, P22) di una pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1), in cui detta fase di applicare (502) 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 del veicolo (1) una prima forza frenante (X6) uguale alla metà della
20 forza frenate (X) richiesta;

- ed in cui detta fase di applicare (505) 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 (1) una seconda (X1) ed una ulteriore seconda (X2) forza frenante,
25 rispettivamente, generate sovrapponendo a detta prima forza

frenante (X6) detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo,
in cui la somma tra dette seconda (X1) ed ulteriore seconda (X2) forza frenante è uguale alla forza frenate (X) richiesta.

5

3. Metodo (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, in cui detto almeno un sensore operativamente associato all'impianto frenante (1000) comprende:

- 10 - almeno un microfono operativamente associato all'impianto frenante,
- una pluralità di accelerometri, ciascuno associato a una pinza (P1, P2) di freno a disco del veicolo (1).

15 **4.** Metodo (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, in cui
detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a) variabile nel tempo comprende un segnale che assume valori di ampiezza (a)
20 maggiori o minori rispetto ad un valor medio.

5. Metodo (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, in cui detto segnale di forza (SIG, SIG1) avente ampiezza (a)
25 variabile nel tempo è scelto nel gruppo costituito da: segnale

sinusoidale, segnale a rampa, segnale triangolare, segnale ad onda quadra, segnale variabile in maniera casuale intorno ad un valor medio.

- 5 **6.** Metodo (600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, in cui detto 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,
- 10 detto primo segnale di forza (SIG) essendo sovrapponibile a detta prima forza frenante ($X/2$) applicata al primo pistone (P11, P21) per generare detta seconda forza frenante,
- detto secondo segnale di forza (SIG1) essendo sovrapponibile a detta prima forza frenante ($X/2$) applicata al secondo pistone
- 15 (P12, P22) per generare detta ulteriore seconda forza frenante.

- 7.** Metodo (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 o 2, in cui detta frequenza caratteristica di riferimento (Freq1)
- 20 rappresentativa di una condizione di funzionamento critico dell'impianto frenante (1000) comprende una banda di frequenze 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
- 25 frequenza caratteristica di riferimento.

8. Metodo (500; 600) di controllo di un impianto frenante (1000) di un veicolo (1) secondo la rivendicazione 7, 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.

9. Sistema (100) di controllo di impianto frenante (1000) di un veicolo (1) per la distribuzione di forze frenanti (F1, F2, F3, F4, F5, F6) su almeno un pistone (P31, P41, P11, P12, P21, P22) di una pinza (P3, P4, P1, P2) di freno a disco del veicolo (1), il sistema comprendente almeno una unità elettronica di controllo frenata (BCU1, BCU2, BCU3) configurata per generare segnali elettrici per l'azionamento delle dette pinze freno (P1, P2, P3, P4) dell'impianto (1000),
detta almeno una unità elettronica di controllo frenata (BCU1, BCU2, BCU3) del sistema essendo configurata per eseguire le fasi del metodo delle rivendicazioni 1-8.

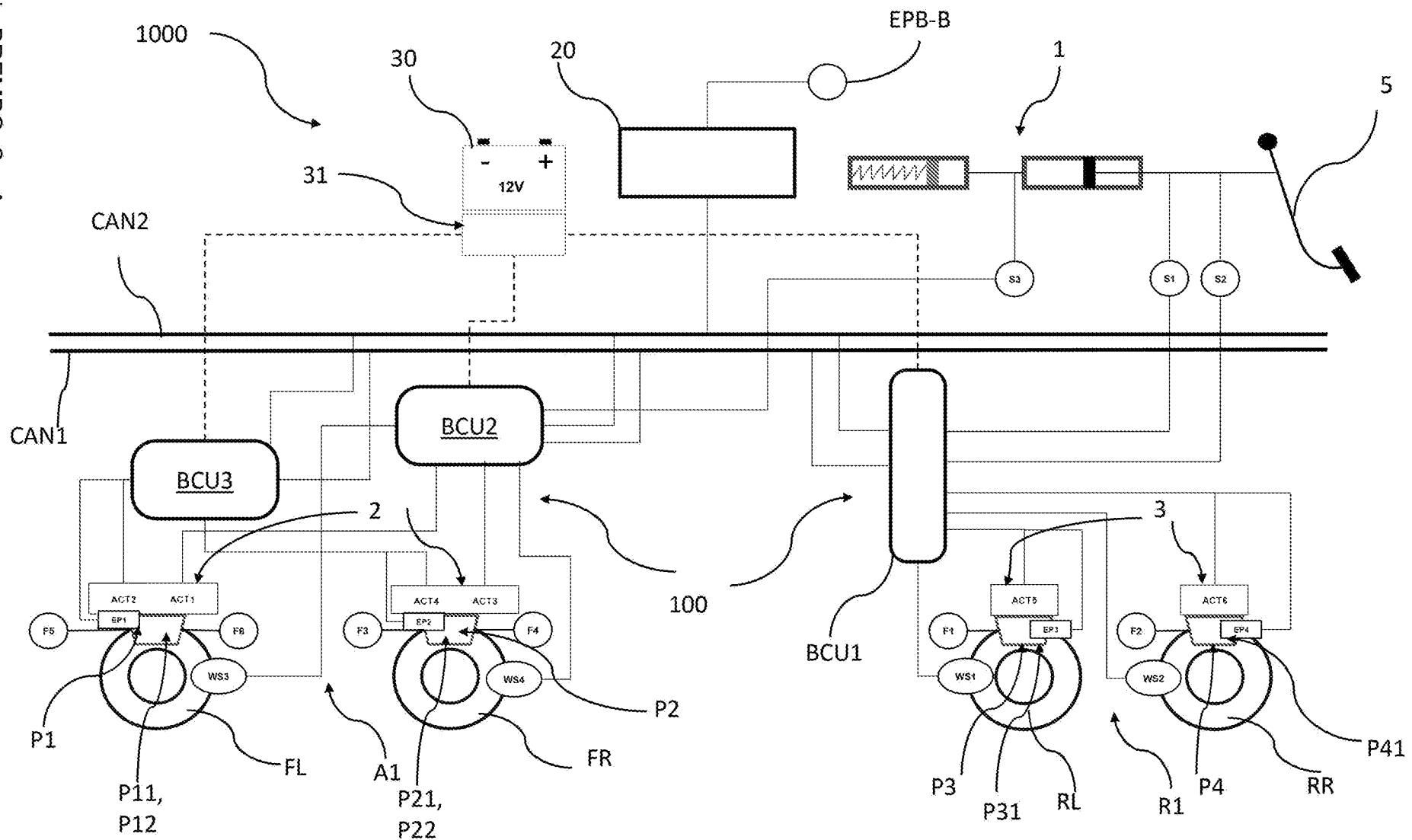


Fig. 1

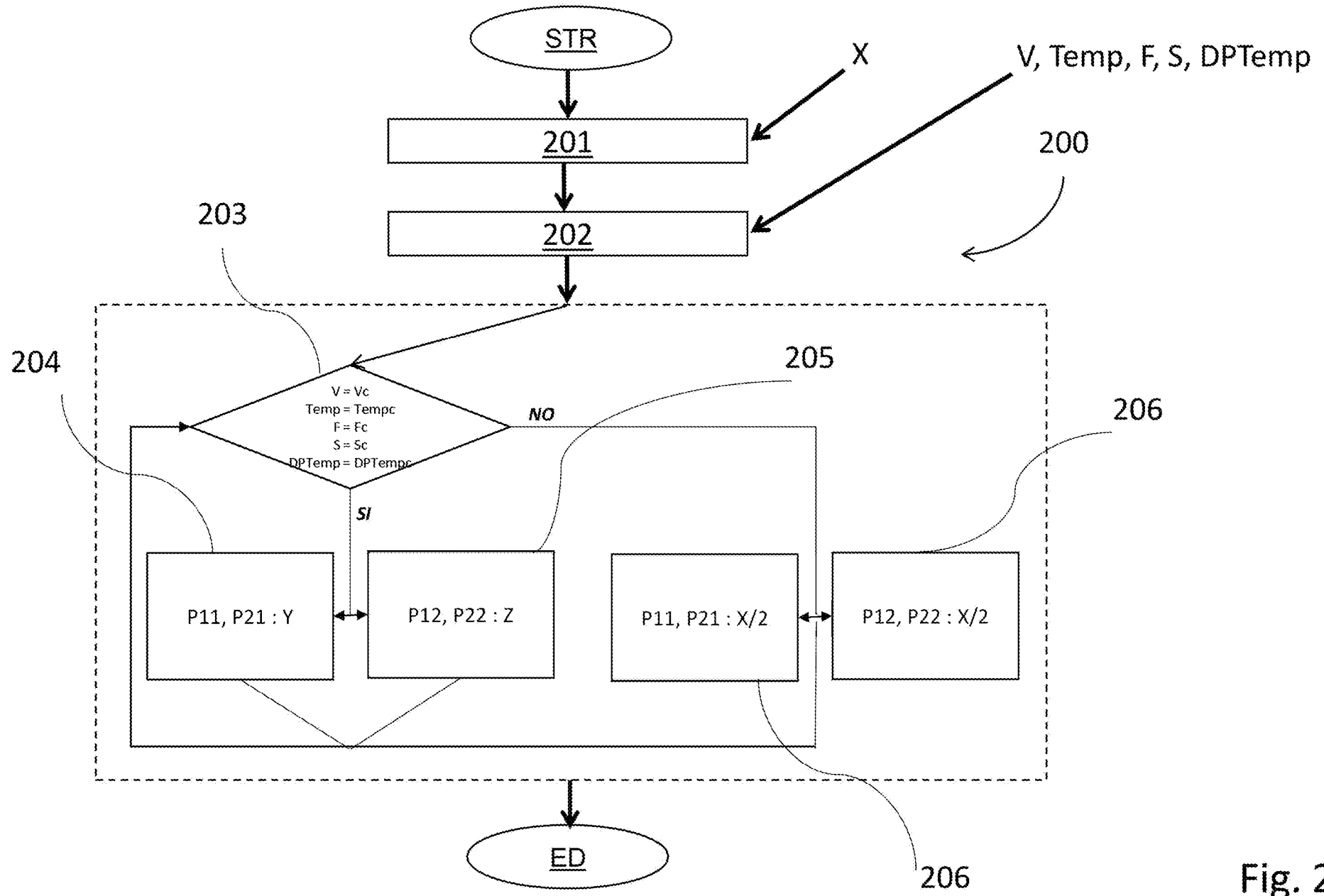


Fig. 2

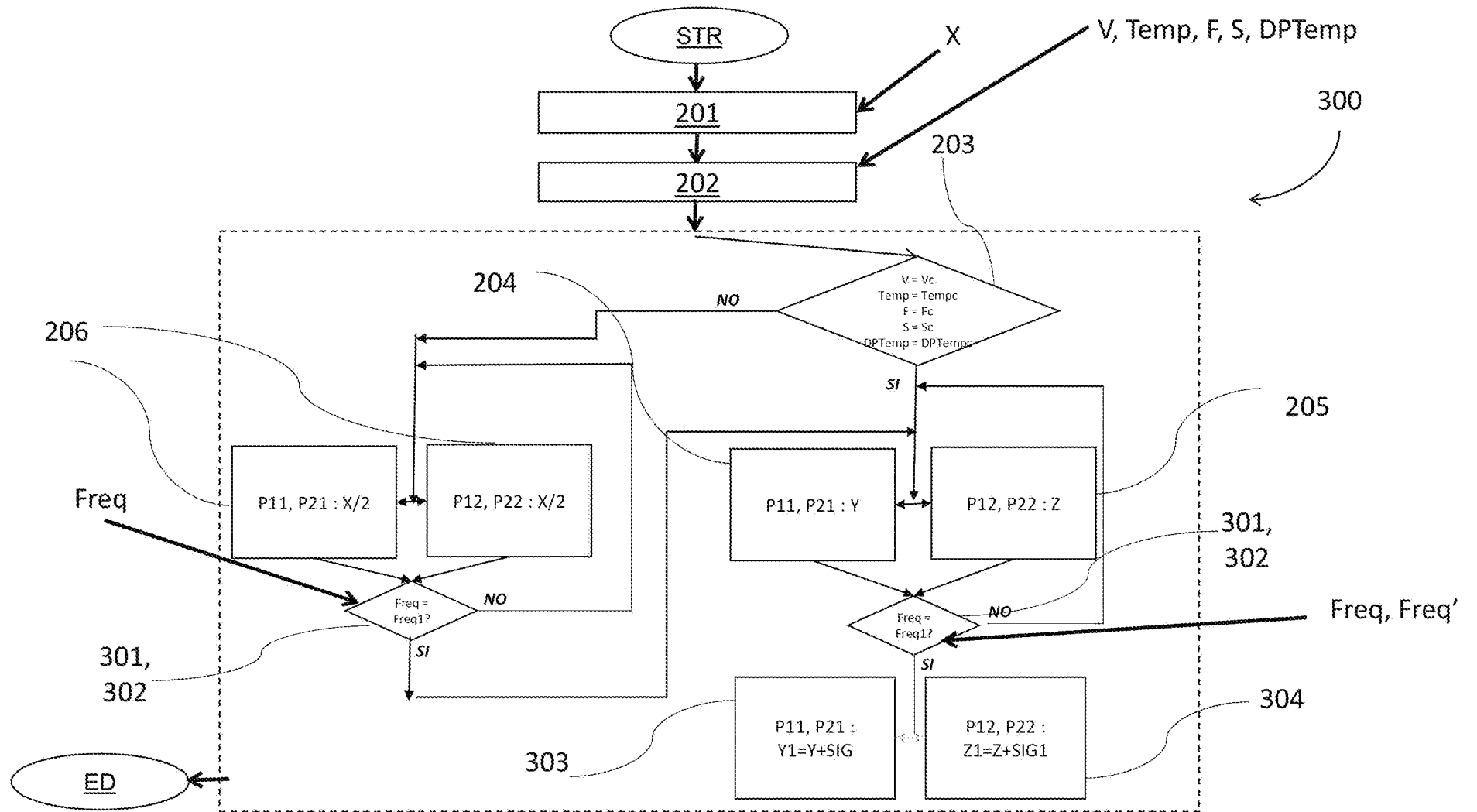


Fig. 3

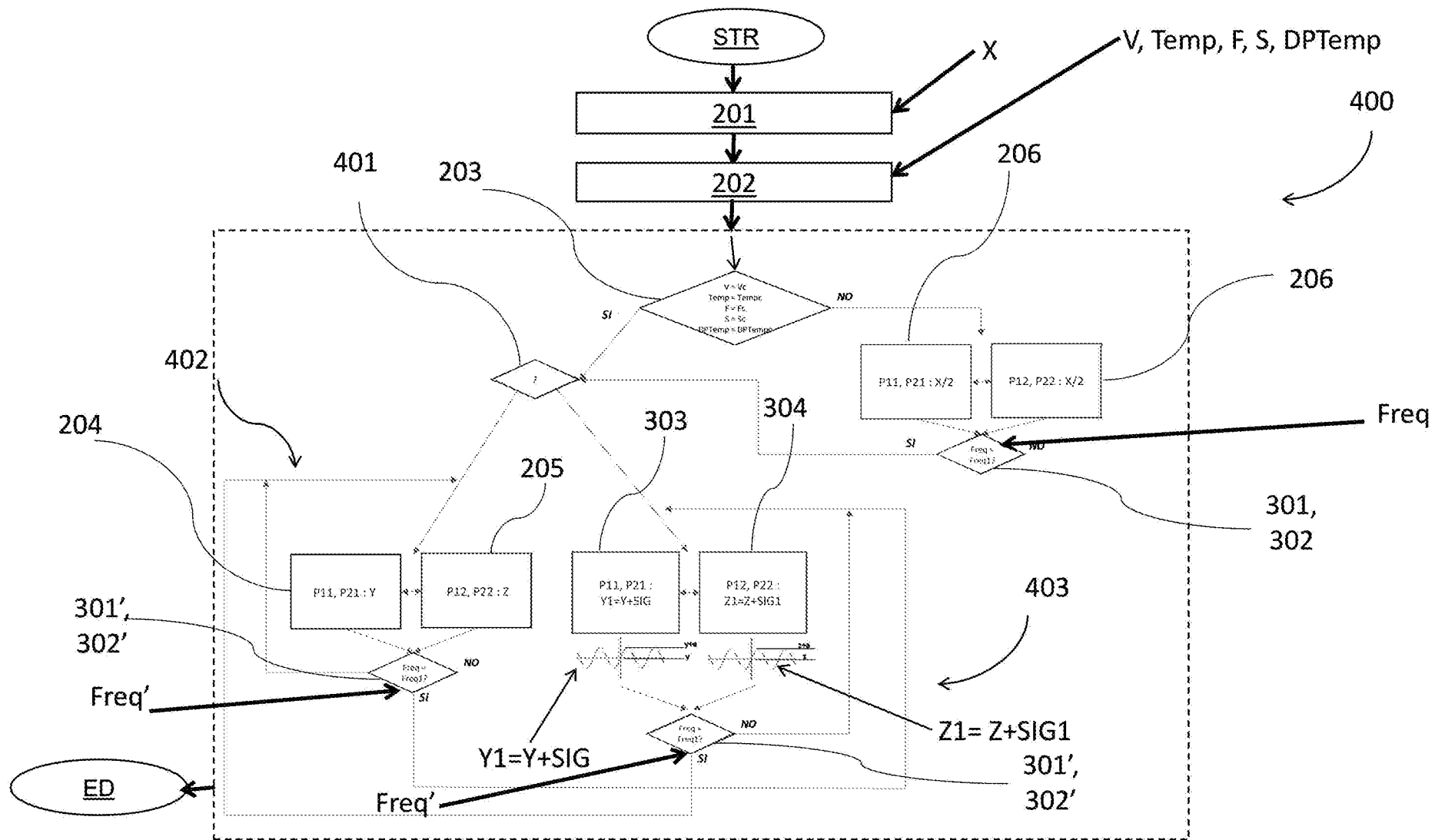


Fig. 4

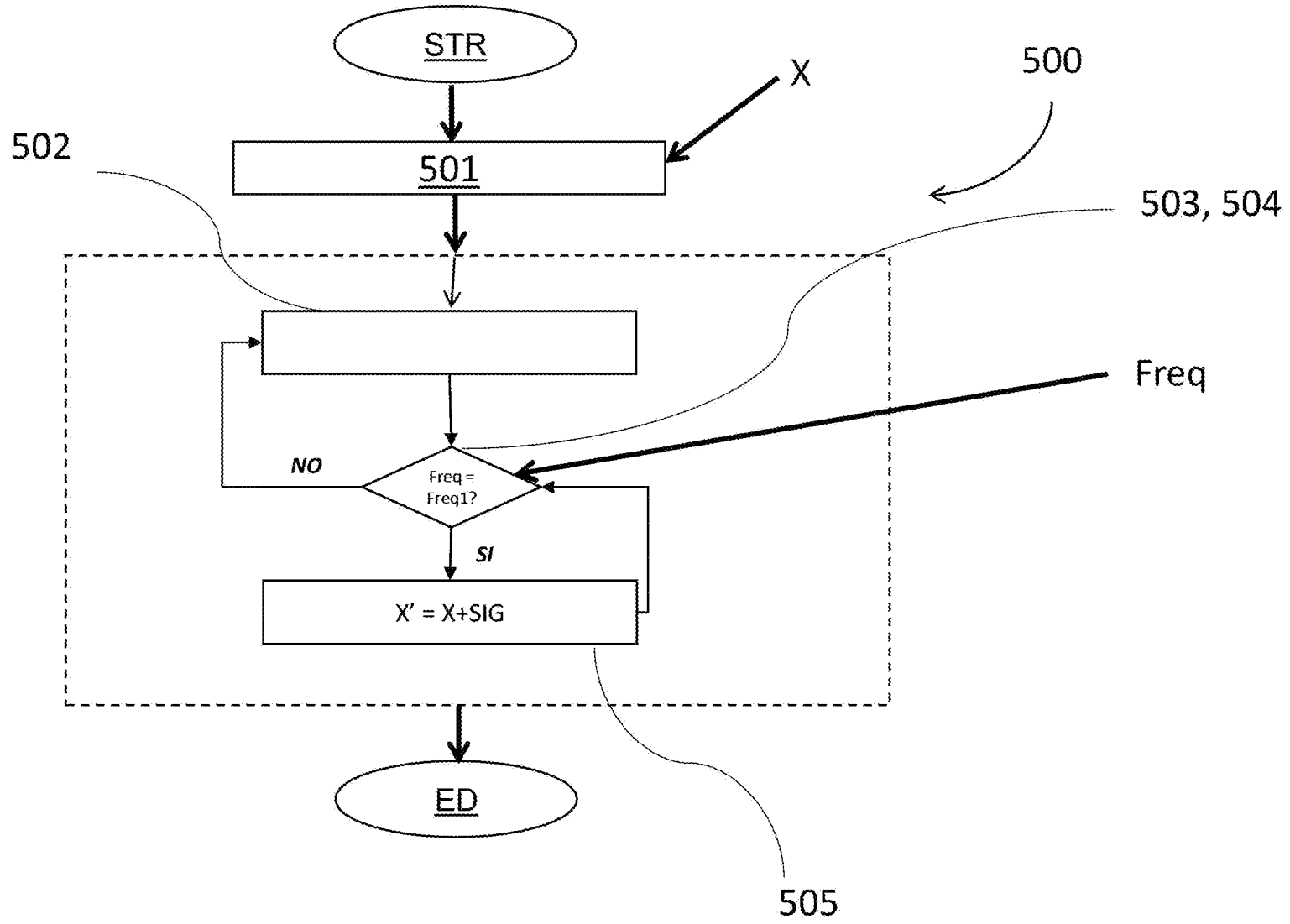


Fig. 5

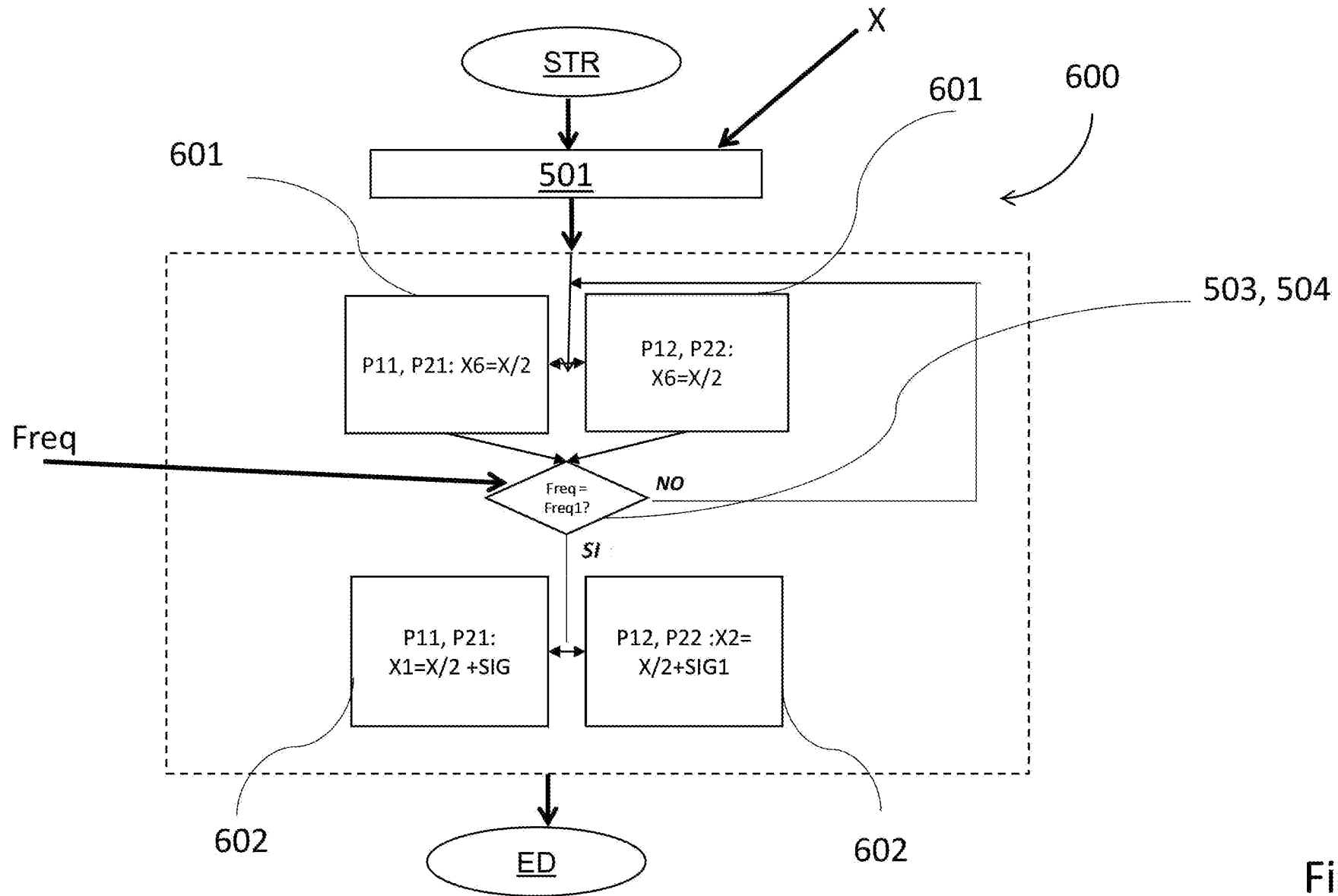


Fig. 6