



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102019000009897
Data Deposito	24/06/2019
Data Pubblicazione	24/12/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	17	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	T	17	22

Titolo

Procedimento di monitoraggio di un compressore di un sistema frenante ferroviario

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento di monitoraggio di un compressore di un sistema frenante ferroviario"

Di: FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A., nazionalità italiana, via Volvera 51, 10045, Piossasco, TO

Inventori designati: Roberto TIONE

depositata il: 24 giugno 2019

DESCRIZIONE

Settore tecnico

La presente invenzione si colloca, in generale, nel settore dei sistemi frenanti ferroviari; in particolare, l'invenzione si riferisce ad un procedimento di monitoraggio di un compressore di un sistema frenante ferroviario.

Tecnica nota

Nel sistema di trasporto ferroviario, i sistemi frenanti noti utilizzano aria compressa opportunamente iniettata in cilindri freno per generare forza frenante. L'aria compressa è generata da uno o più compressori.

Figura 1 illustra un esempio di sistema frenante ferroviario noto. Questo esempio è estremamente semplificato ed è riportato a puro scopo esplicativo.

Un modulo di generazione e trattamento dell'aria

AGTU ("Air Generation and Treatment Unit") 100 include un compressore 101 e un gruppo essiccatore 102 disposto successivamente al compressore 101. Il gruppo essiccatore 102 ha lo scopo di separare acqua presente in stato di liquido ed in stato di vapore dalla aria compressa. Il gruppo essiccatore 102 comprende normalmente composto uno o più separatori ciclonici, per la rimozione dell'acqua allo stato di liquido, e un sistema di essiccazione a sali o allumina per la rimozione dell'acqua allo stato di vapore.

L'aria compressa prodotta dal gruppo AGTU 100 viene accumulata in un serbatoio principale 104, attraverso una valvola di non ritorno 103.

Il serbatoio principale 104 alimenta a sua volta una condotta principale 105, la quale distribuisce l'aria compressa ad uno o più sottosistemi frenanti 106, 107, ... distribuiti lungo il convoglio, attraverso valvole di non ritorno 109, 110. Ulteriormente la condotta principale 105 distribuisce l'aria compressa ad uno o più sistemi di sospensioni pneumatiche 108, interposti tra i carrelli e le casse costituenti il convoglio, non illustrati in figura, attraverso valvole di non ritorno 111.

Il sistema di sospensione pneumatica 108

comprende normalmente un serbatoio ausiliario 112, una valvola livellatrice 113, un soffietto 114, un mezzo sensore di pressione 115. Il soffietto 114 è meccanicamente interposto tra il rispettivo carrello e la cassa, non illustrati in figura, fungendo da sospensione. La distanza tra la cassa ed il carrello è funzione della pressione presente all'interno del soffietto 114. Per mantenere detta distanza tra la cassa ed il carrello ad un valore costante al variare del peso della cassa, corrispondente al variare del peso dei passeggeri, una valvola livellatrice 113 sensibile alla distanza tra il rispettivo carrello e la cassa agisce aumentando la pressione al soffietto 114 quando la distanza tende a diminuire per aumento di peso, e riducendo la pressione al soffietto 114, scaricando parzialmente il soffietto all'atmosfera, quando la distanza tende ad aumentare per riduzione di peso.

I sottosistemi frenanti 106, 107, ..., comprendono normalmente un serbatoio ausiliario 116, 117, ..., che alimenta un sistema di controllo di frenatura 118, 119, ...

Il sistema di controllo di frenatura 118, 119, a sua volta comprende una unità elettronica 120, 121, ..., ed un pannello pneumatico 122, 123, ...

Un mezzo sensore di pressione 124, 125 invia all'unità elettronica 120, 121 un segnale elettrico 126, 127 indicante il valore istantaneo di pressione presente all'interno del serbatoio ausiliario 116, 117. Uno o più mezzi sensori di pressione 115 misurano la pressione all'interno del soffietto 114 ed inviano un segnale elettrico 135 ad ingressi 128, 129, ..., delle unità elettroniche 120, 121.

Nei sistemi frenanti moderni, i mezzi sensori di pressione 124, 125, ..., sono normalmente integrati all'interno del pannello pneumatico 122, 123, ...

Ulteriormente, le più recenti realizzazioni dei sistemi di controllo frenatura 118, 119, sono costituite da dispositivi altamente integrati, come illustrato ad esempio in EP3328698, ove il mezzo sensore di pressione 9a rappresenta l'equivalente del mezzo sensore di pressione 124, 125 di figura 1.

Un pressostato con isteresi 130 misura la pressione presente all'uscita del serbatoio principale 104. Quando la pressione misurata è inferiore al valore inferiore di isteresi, il pressostato con isteresi 130 eccita un teleruttore 131, il quale alimenta elettricamente il compressore 101. Quando la pressione raggiunge e supera il valore superiore di isteresi, il pressostato con isteresi

130 diseccita il teleruttore 131, il quale interrompe l'alimentazione al compressore 101. Valori di isteresi usati in applicazioni ferroviarie assumono normalmente valori compresi tra 2bar e 3bar, con il valore massimo di pressione normalmente compreso tra 9bar e 10bar.

La pressione massima raggiunta all'interno dei serbatoi ausiliari 116, 117, 112 corrisponde sempre alla pressione massima raggiunta dal serbatoio principale 104, ovvero al valore superiore di isteresi del pressostato con isteresi 130, a meno di cadute di pressione provocate dalle valvole di non ritorno 109, 110, 111. Dette cadute di pressione sono comunque considerate trascurabili ai fini del presente brevetto.

La pressione minima raggiunta all'interno dei serbatoi ausiliari 116, 117, 112, ..., assume normalmente valori differenti tra i vari serbatoi ausiliari 116, 117, 112, ..., a causa di diversi consumi di aria da parte dei vari sottosistemi frenanti 106, 107, ..., e dei sistemi di sospensioni pneumatica 108. Normalmente solo uno tra i serbatoi ausiliari 116, 117, 112, ... raggiunge la pressione minima corrispondente alla pressione minima nel serbatoio principale 104 tale da attivare il pressostato con

isteresi 130, provocando l'eccitazione del teleruttore 131 con conseguente accensione del compressore 101.

È stato dell'arte eseguire manutenzione sui compressori secondo cicli manutentivi predeterminati durante la fase di progetto in base a previsioni di utilizzo, detti cicli manutentivi restando poi invariati durante la vita complessiva del compressore.

È richiesta crescente di mercato effettuare manutenzione sui compressori in base a concetti noti come CBM "Condition Based Maintenance", ovvero basati sulla condizione funzionale reale del compressore, verificata periodicamente durante la vita complessiva del compressore.

La misura della portata è il metodo per la verifica dello stato di salute del compressore. Il tempo di riempimento è indice di buono o cattivo funzionamento di organi di tenuta di compressione del compressore. Un tempo di riempimento superiore ad un valore nominale indica che tali organi sono usurati, quindi soggetti a perdite durante la fase di compressione, e quindi devono essere sostituiti, per evitare possibili gravi danni al compressore stesso. In tal caso, gli organi di tenuta devono essere

tempestivamente sostituiti per evitare possibili successivi gravi danni al compressore stesso.

Un metodo di misura di portata applicabile al compressore 101 durante la sua vita operativa a bordo del veicolo ferroviario è rappresentato dal misurare il tempo necessario al compressore per portare la pressione da un primo valore iniziale ad un secondo valore finale. La misura viene eseguita su un volume di riferimento costante nel tempo, ad esempio sul volume rappresentato dal completo impianto pneumatico che comprende il serbatoio principale 104, la condotta 105 e i serbatoi ausiliari 116, 117, 112. Qualora i suddetti valore iniziale e valore finale di pressione non siano ripetitivi da una misura all'altra, allora il metodo corretto è la misura del rapporto avente al numeratore la differenza tra la pressione finale e la pressione iniziale, ed al denominatore la differenza tra l'istante al quale è stata misurata la pressione finale e l'istante al quale è stata misurata la pressione iniziale. Questo rapporto è noto come "flow rate", direttamente proporzionale alla portata del compressore. Un flow-rate inferiore ad un valore nominale indica che gli organi di compressione sono usurati, quindi soggetti a perdite durante la fase di compressione, e quindi

devono essere sostituiti.

È ulteriore parametro fondamentale indicativo della vita rimanente del compressore, il tempo cumulato dal compressore nel provvedere aria compressa all'impianto pneumatico, misurabile come la somma dei tempi in cui il compressore è acceso. Il tempo cumulato analizzato contemporaneamente all'eccedere del valore di soglia limite per il tempo di riempimento, può indicare se la previsione di ciclo manutentivo è stata ottimistica, corretta, o conservativa. L'informazione acquisita quindi può aiutare a riformulare il ciclo manutentivo, adeguandosi al reale utilizzo e comunque ottimizzando al meglio il noto "Life Cycle Cost", ovvero del costo della vita totale del compressore.

In ultimo, è parametro importante per la valutazione dell'utilizzo del compressore il parametro "duty cycle", ovvero il rapporto tra tempo cumulato dal compressore nel provvedere aria compressa all'impianto pneumatico, ed il tempo cumulato di esercizio del convoglio. Con tempo cumulato di esercizio del convoglio si intende il tempo complessivo in cui il convoglio è nello stato acceso. Questo valore è normalmente fornito dal cliente, ovvero il costruttore del convoglio

ferroviario, al fornitore dell'impianto ferroviario, per il calcolo del ciclo manutentivo, e per il concordare sulle clausole di garanzia. La misura esatta del "duty cycle" fornisce una precisa valutazione dei dati forniti inizialmente dal costruttore al fornitore del sistema frenante, permettendo una corretta valutazione in caso di reclami del cliente durante il periodo di garanzia.

È stato dell'arte il fatto che lo stato del pressostato con isteresi 130, ovvero del teleruttore 131, sia ignoto alle unità elettroniche 120, 121, ..., non essendo questa informazione considerata funzionale al comportamento del sottosistema frenante 106, 107. È quindi mancante, alle unità elettroniche 120, 121, l'informazione diretta sullo stato acceso o spento del compressore 101.

Breve descrizione dei disegni

Verranno ora descritte le caratteristiche funzionali e strutturali di alcune forme di realizzazione preferite di un sistema di controllo elettronico della frenatura di emergenza e di servizio secondo l'invenzione. Si fa riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la figura 1 illustra un sistema completo di impianto frenate per un convoglio ferroviario;

- La figura 2 illustra un primo caso di ciclo riempimento e svuotamento dell'impianto frenante;
- La figura 3 illustra un secondo caso di ciclo riempimento e svuotamento dell'impianto frenante; e
- La figura 4 illustra un terzo caso di ciclo riempimento e svuotamento dell'impianto frenante.

Descrizione dettagliata

Prima di spiegare nel dettaglio una pluralità di forme di realizzazione dell'invenzione, va chiarito che l'invenzione non è limitata nella sua applicazione ai dettagli costruttivi e alla configurazione dei componenti presentati nella seguente descrizione o illustrati nei disegni. L'invenzione è in grado di assumere altre forme di realizzazione e di essere attuata o realizzata praticamente in diversi modi. Si deve anche intendere che la fraseologia e la terminologia hanno scopo descrittivo e non vanno intese come limitative. L'utilizzo di "includere" e "comprendere" e le loro variazioni sono da intendersi come ricomprendenti gli elementi enunciati a seguire e i loro equivalenti, così come anche elementi aggiuntivi e gli equivalenti

di questi.

Facendo inizialmente riferimento alla figura 2, essa illustra un andamento esemplificativo di una pressione $P(t)$, misurata ad esempio dal mezzo sensore di pressione 124, 125 qualora i serbatoi ausiliari 116, 117, ..., 112 abbiano raggiunto contemporaneamente, in una fase di scarica, un valore di pressione P_{on} corrispondente al valore inferiore di isteresi di commutazione del pressostato con isteresi 130. In tal caso, il compressore 101 riempie contemporaneamente il serbatoio principale 104, ed i serbatoi ausiliari 116, 117, ..., 112 attraverso la condotta principale 105.

Il compressore 101 può essere tipicamente volumetrico ed avere una portata direttamente proporzionale alla velocità di rotazione.

Nell'ambito ferroviario, il compressore è pressoché sempre movimentato da un motore asincrono alimentato a frequenza fissa, tipicamente 50Hz o 60Hz, nei quali casi, considerando trascurabile lo scorrimento di velocità tipico dei motori asincroni, si può assumere la portata costante. In tal caso la pressione è attesa essere una rampa a pendenza pressoché costante.

Osservando la pressione $P(t)$, è possibile

identificare un'istante di accensione T_1 come il momento in cui la pendenza della pressione $P(t)$ passa da un valore negativo ad un valore positivo. In modo equivalente l'unità elettronica può campionare il segnale di pressione $P(t)$ con periodo di campionamento T ed eseguire la derivata discreta

$$(P(nT+1)-P(nT))/T$$

identificando l'istante di accensione T_1 come l'istante in cui detta derivata discreta passa da segno negativo a segno positivo.

Ulteriormente, osservando la pressione $P(t)$ è possibile identificare un'istante di spegnimento T_2 come il momento in cui la pendenza della pressione $P(t)$ passa da un valore positivo ad un valore nullo o negativo. In modo equivalente, l'unità elettronica 120, 121 può campionare il segnale di pressione $P(t)$ con periodo di campionamento T ed eseguire la derivata discreta $(P(nT+1)-P(nT))/T$, identificando l'istante di spegnimento T_2 come l'istante in cui detta derivata discreta passa da segno positivo a segno nullo o negativo.

Onde evitare che rumore presente sul segnale elettrico possa generare indebite variazioni di segno locali, tecniche di filtraggio digitale per la rimozione del rumore, note agli esperti del settore

del digital processing quali ad esempio ma non esclusivamente semplici algoritmi FIR (Finite Impulse Filter) di media mobile, possono essere applicate.

Alla luce di quanto sopra, nel seguito è descritto un procedimento di monitoraggio di un compressore per un sistema frenante ferroviario secondo l'invenzione.

Il sistema frenante ferroviario comprende un modulo di generazione e trattamento dell'aria AGTU 100 che include un compressore 101, un serbatoio principale 104 predisposto per alimentare una condotta principale 105 atta a distribuire aria compressa ad almeno un sottosistema frenante 106 che comprende un serbatoio ausiliario 116 predisposto per alimentare un sistema di controllo di frenatura 118.

Il procedimento di monitoraggio di un compressore per un sistema frenante ferroviario comprendere il passo di monitorare un comportamento di almeno un valore di pressione $P(t)$ a valle del serbatoio principale 104 o misurato all'uscita del serbatoio ausiliario 116.

Il valore di pressione $P(t)$ può essere misurato da un mezzo sensore di pressione 132 disposto a valle del serbatoio principale 104 o misurato da un mezzo sensore di pressione 124 disposto all'uscita del

serbatoio ausiliario 116.

Inoltre, il procedimento di monitoraggio di un compressore comprende il passo di derivare l'utilizzo e/o lo stato di salute del compressore 101 esclusivamente sulla base dell'andamento temporale del valore di pressione $P(t)$ misurato.

Durante le fasi di frenatura, i sistemi frenanti 118, 119, ..., possono avere un consumo diverso d'aria tra loro. Questo caso si manifesta frequentemente nella realtà, ad esempio a causa di pesi differenti gravanti sui differenti carrelli, richiedendo differenti pressioni di frenatura, provocando uno svuotamento differente dei serbatoi ausiliari 116, 117, ... Allo stesso tempo i sistemi di sospensione consumano aria in tempi diversi rispetto ai sistemi frenanti. In particolar modo le sospensioni consumano aria al variare di peso gravante sul carrello, tipicamente alle stazioni al salire e scendere dei passeggeri.

I vari serbatoi ausiliari 116, 117, ..., 112 non possono compensarsi l'un con l'altro a causa delle valvole di non ritorno 109, 110, ..., 111.

In questo caso, solo uno dei serbatoi 116, 117, ..., 112 raggiunge il valore di pressione P_{on} tale da far ripartire il compressore.

Figura 3 illustra la fase di riempimento appena descritta. Supponendo, a titolo esemplificativo, che i tre serbatoi ausiliari 116, 117, 112 abbiano raggiunto all'istante di accensione T_1 rispettivamente i valori di pressione P_{0n} , P_1 , P_2 , ed assumendo la portata del compressore 101 costante, si avrà una prima fase compresa tra l'istante di accensione T_1 e un'istante T_3 , in cui i soli serbatoi principale 104 e serbatoio ausiliario 116 vengono riempiti. Quando nell'istante di T_3 il valore P_1 viene raggiunto, al volume da riempire si aggiunge il serbatoio ausiliario 117. Questo evento causa un aumento di volume globale provocando una riduzione della pendenza della curva spezzata $P(t)$. Ulteriormente, raggiunta la pressione P_2 nell'istante T_4 , al volume da riempire si aggiunge il serbatoio 112, aumentando ulteriormente il volume globale e riducendo ulteriormente la pendenza della curva spezzata $P(t)$. Appare evidente come la pendenza che deve essere considerata per il calcolo del tempo di riempimento dell'impianto completo deve essere quella appartenente al segmento di curva compreso tra gli istante T_4 e l'istante di spegnimento T_2 , ovvero l'intervallo di tempo dopo l'ultimo cambio di pendenza.

Preferibilmente, il procedimento di monitoraggio di un compressore può inoltre comprendere il passo di determinare che un istante di spegnimento T2 del compressore 101 coincide con l'istante in cui una variazione di una derivata della pressione $P(t)$ da un valore positivo ad un valore nominalmente nullo o negativo. L'istante di spegnimento T2 può essere determinato da una unità elettronica di controllo 120 del sistema di controllo di frenatura 118.

Preferibilmente, il procedimento può inoltre comprendere il passo di determinare che un istante di accensione T1 del compressore 101 coincide con un istante in cui viene rilevata una variazione della derivata della pressione $P(t)$ da un valore negativo o nominalmente nullo ad un valore positivo.

L'istante di accensione T1 può essere determinato dall'unità elettronica di controllo 120 del sistema di controllo di frenatura 118.

Oppure, in presenza di ulteriori sistemi frenanti 119, ... il procedimento può comprendere il passo di determinare che l'istante di accensione (T1) del compressore 101 coincide con il minore tra gli istanti T1, T3, T4 corrispondenti ad istanti di

tempo in cui sono rilevati rispettivi valori di pressione P_3 , P_2 , P_1 della pressione $P(t)$ in cui viene rilevata una variazione della derivata della pressione $P(t)$ da un valore negativo o nominalmente nullo ad un valore positivo. Le pressioni P_1 , P_2 , P_3 , ... sono misurate a valle di una pluralità di serbatoi ausiliari 116, 117, ...

Uno o più detti istanti T_1 , T_3 , T_4 può essere rilevato/i da una molteplicità di unità elettroniche 120, 121, ... Le unità elettroniche 120, 121 possono essere connesse tra di loro mediante un mezzo di comunicazione 133 e possono comunicare tra di loro i rispettivi istanti rilevati T_1 , T_3 , T_4 , ...

Le ulteriori relative pressioni P_2 , P_3 , ... possono essere misurate da rispettivi ulteriori mezzi sensori di pressione 125, ...

Gli ulteriori istanti di accensione T_1 , T_3 , T_4 possono essere identificati da ulteriori unità elettroniche di controllo 121, ... di ulteriori sistemi di controllo di frenatura 119, ..., e possono essere comunicati dall'unità di controllo elettronica 120 e dalle ulteriori unità di controllo elettroniche 121, ... attraverso un mezzo di comunicazione 133.

Preferibilmente, il procedimento può

comprendere inoltre il passo di calcolare un rapporto di riempimento tramite un rapporto in cui al numeratore è posta una differenza tra un valore di pressione di spegnimento P_{off} della pressione $P(t)$ all'istante di spegnimento T_2 e un primo valore di pressione P_1 della pressione $P(t)$ in un istante di variazione negativa T_4 coincidente con un istante in cui avviene un'ultima variazione negativa della derivata della pressione $P(t)$, ed al denominatore è posta una differenza tra l'istante di spegnimento T_2 e l'istante di variazione negativa T_4 .

L'unità elettronica 120, 121, ..., può identificare un valore P_{off} , calcolato come il valore di $P(t)$ a cui il segno della derivata discreta $(P(nT+1)-P(nT))/T$ passa da positivo a nullo o negativo, e lo confronta con il valore nominale del pressostato 130, precaricato nella sua memoria non volatile, per valutare lo stato di salute di detto pressostato 130.

Attraverso il confronto del rapporto "filling-rate" $(P_{off}-P_{on})/(T_2-T_1)$ con una fascia di accettazione precaricata in una memoria non volatile della unità elettronica 120, 121, ..., detta unità elettronica 120, 121, ..., può stabilire lo stato di salute del compressore, attivando eventualmente un

segnale di richiesta di manutenzione qualora detto rapporto risulti inferiore ad un valore nominale di soglia.

Ulteriormente, il procedimento può quindi comprendere inoltre il passo di emettere una informazione di anomalia quando il rapporto di riempimento è inferiore ad un predeterminato valore di soglia. L'informazione di anomalia può essere emessa da almeno una o da ciascuna delle unità di controllo elettroniche 120, 121.

Essendo Pon noto a tutte le unità elettroniche almeno come dato di progetto e Poff come valore di pressione misurato in tempo reale, il rapporto "filling rate" nominale dell'impianto può essere calcolato da ciascuna unità elettronica come $(T4 - T2) / (Poff - P2)$.

In un ulteriore aspetto, il procedimento può comprendere inoltre il passo di calcolare ciclicamente un intervallo di accensione tramite le unità di controllo elettroniche 120, 121, come differenza fra l'istante di spegnimento T2 e l'istante di accensione T1 ovvero Tm.

L'unità elettronica 120, 121, ..., può eseguire la sommatoria dei successivi $(T2 - T1)$, cumulando il tempo di utilizzo effettivo del compressore.

L'unità elettronica 120, 121, ..., esegue il conteggio del tempo complessivo in cui il sistema frenante è acceso, ovvero attivo. In tal modo, dividendo il tempo di utilizzo effettivo del compressore per il tempo complessivo in cui il sistema frenante è acceso, l'unità elettronica 120, 121, ..., calcola continuamente il "duty-cycle" del compressore e lo memorizza nella memoria non volatile di detta unità elettronica 120, 121, ..., per poi essere fornito ad un personale manutentivo per una possibile valutazione del corretto utilizzo da parte del costruttore del convoglio ferroviario.

Il procedimento può quindi comprendere inoltre i passi di calcolare un tempo totale di esercizio del compressore 101 come sommatoria degli intervalli di accensione calcolati durante la vita del compressore 101, e di memorizzare il tempo totale di esercizio.

Il tempo totale di esercizio del compressore 101 può essere calcolato tramite le unità elettroniche di controllo 120, 121, ...

Figura 4 illustra un ulteriore caso ricorrente ove durante la fase di riempimento avviene un evento che porta a consumo di aria, quale ad esempio un evento di frenatura o una variazione di peso del veicolo tale da richiedere riempimento dei soffietti

delle sospensioni. Tale possibile evento porta ad una diminuzione di pendenza per tutta la durata del suddetto evento, illustrato tra TA e TB in figura 4. In tal caso l'unità elettronica utilizza la misura T2-T1 solo per calcolare il tempo di utilizzo cumulato ed il duty cycle, scartando la stima di tempo di riempimento, che risulterebbe falsata dall'evento avvenuto tra TA e TB.

Qualora un ulteriore mezzo sensore di pressione 132 fosse presente per la misura diretta della pressione nella condotta principale 105, ed il segnale corrispondente fosse disponibile ad almeno una delle unità elettroniche 120, 121, ..., detta almeno una unità elettronica può dedurre le informazioni di tempo di riempimento, tempo cumulato e duty-cycle utilizzando gli stessi criteri finora descritti, ma senza necessità di dover identificare il tempo Tm tra più T1, T2, ...

Qualora un mezzo di comunicazione 133 sia disponibile per la comunicazione tra le unità di controllo 120, 121, ... , dette unità di controllo 120, 121, ... trasmetteranno l'un l'altra i valori esatti Pon, P1, P2, ... Poff, nonché il rapporto "filling-rate" conseguentemente calcolato, per mutuo confronto e validazione.

Inoltre è possibile trasmettere almeno un valore tra i valori del rapporto di riempimento o del tempo totale di esercizio o del duty-cycle di esercizio ad una unità centrale 134, oppure o in aggiunta trasmettere almeno un valore tra i valori del rapporto di riempimento o del tempo totale di esercizio o del duty-cycle di esercizio da bordo del convoglio a terra per mezzo di un sistema wireless.

Ancora ulteriormente, il procedimento può comprendere comprendente inoltre il passo di emettere una segnalazione di informazione quando almeno uno tra i tempi di accensione o spegnimento T_1 , T_2 supera una rispettiva soglia limite. Inoltre, il procedimento può comprendere il passo di emettere almeno uno tra il valore di pressione di spegnimento P_{off} della pressione $P(t)$ e il valore di pressione di accensione P_{on} della pressione $P(t)$ escono da rispettive bande di tolleranza, e /o quando almeno un tempo di riempimento supera un predeterminato valore limite.

La segnalazione di informazione può essere emessa da almeno una o da ciascuna unità di controllo elettronica 120, 121, ...

Appare evidente come questo metodo, basato sulla osservazione del profilo di $P(t)$ sia vantaggiosamente

più preciso ed affidabile rispetto alla misura del tempo di riempimento nominale eseguita attraverso la semplice misura del tempo in cui il pressostato 130 o il teleruttore 131 rimangono attivati, non potendo in questo caso tenere conto dell'incremento progressivo del volume da riempire.

Sono stati descritti diversi aspetti e forme di realizzazione di un procedimento di realizzazione di un procedimento di monitoraggio dell'utilizzo e dello stato di salute di un compressore di un sistema frenante ferroviario secondo l'invenzione. Si intende che ciascuna forma di realizzazione può essere combinata con qualsiasi altra forma di realizzazione. L'invenzione, inoltre, non è limitata alle forme di realizzazione descritte, ma potrà essere variata entro l'ambito definito dalle rivendicazioni annesse.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di monitoraggio di un compressore per un sistema frenante ferroviario, detto sistema frenante ferroviario comprendendo un modulo di generazione e trattamento dell'aria AGTU (100) che include un compressore (101), un serbatoio principale (104) predisposto per alimentare una condotta principale (105) atta a distribuire aria compressa ad almeno un sottosistema frenante (106) che comprende un serbatoio ausiliario (116) predisposto per alimentare un sistema di controllo di frenatura (118);

il procedimento di monitoraggio essendo caratterizzato dal fatto di comprendere i passi di:

- monitorare un comportamento di almeno un valore di pressione ($P(t)$) misurato a valle del serbatoio principale (104) o misurato all'uscita del serbatoio ausiliario (116);

- derivare l'utilizzo e/o lo stato di salute del compressore (101) esclusivamente sulla base dell'andamento temporale del valore di pressione ($P(t)$) misurato.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre il passo di:

- determinare che un istante di spegnimento (T_2) del compressore (101) coincide con l'istante in cui viene rilevata una variazione di una derivata della pressione ($P(t)$) da un valore positivo ad un valore nominalmente nullo o negativo.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2, comprendente inoltre il passo di:

- determinare che l'istante di accensione (T_1) del compressore (101) coincide con un istante in cui viene rilevata una variazione di una derivata della pressione ($P(t)$) da un valore negativo o nominalmente nullo ad un valore positivo.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2, comprendente il passo di:

- determinare che l'istante di accensione (T_1) del compressore (101) coincide con il minore tra gli istanti (T_1 , T_3 , T_4) corrispondenti ad istanti di tempo in cui sono rilevati rispettivi valori di pressione (P_1 , P_2 , P_3 , ...) della pressione ($P(t)$) in cui viene rilevata una variazione della derivata della pressione ($P(t)$) da un valore negativo o nominalmente nullo ad un valore positivo;

dette pressioni (P_1 , P_2 , P_3 , ...) essendo misurate a valle di una pluralità di serbatoi ausiliari (116,

117, ...).

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 4, comprendente inoltre il passo di:

- calcolare un rapporto di riempimento tramite un rapporto in cui al numeratore è posta una differenza tra un valore di pressione di spegnimento (P_{off}) della pressione ($P(t)$) all'istante di spegnimento (T_2) e un primo valore di pressione (P_1) della pressione ($P(t)$) in un istante di variazione negativa (T_4) coincidente con un istante in cui avviene un'ultima variazione negativa della derivata della pressione ($P(t)$), ed al denominatore è posta una differenza tra l'istante di spegnimento (T_2) e l'istante di variazione negativa (T_4) in cui avviene un'ultima variazione negativa della derivata della pressione ($P(t)$)

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, comprendente inoltre il passo di

- emettere una informazione di anomalia quando il rapporto di riempimento è inferiore ad un predeterminato valore di soglia.

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 3 a 6, comprendente inoltre il

passo di:

- calcolare ciclicamente un intervallo di accensione come differenza fra l'istante di spegnimento (T2) e l'istante di accensione (T1).

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre i passi di:

- calcolare un tempo totale di esercizio del compressore (101) come sommatoria degli intervalli di accensione calcolati durante la vita di detto compressore (101),

- memorizzare il tempo totale di esercizio durante la vita di detto compressore (101).

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, comprendente inoltre i passi di:

- calcolare un duty-cycle di esercizio del compressore (101) come rapporto tra il tempo totale di esercizio calcolato ed un tempo di esercizio del veicolo ferroviario.

10. Procedimento secondo almeno una tra le rivendicazioni da 7 a 9, comprendente inoltre il passo di:

- trasmettere almeno un valore tra i valori del rapporto di riempimento o del tempo totale di

esercizio o del duty-cycle di esercizio ad una unità centrale (134).

11. Procedimento secondo almeno una tra le rivendicazioni da 7 a 10, comprendente inoltre il passo di:

- trasmettere almeno un valore tra i valori del rapporto di riempimento o del tempo totale di esercizio o del duty-cycle di esercizio da bordo del convoglio a terra per mezzo di un sistema wireless.

12. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 3 a 11, comprendente inoltre il passo di:

- emettere una segnalazione di informazione quando almeno uno tra un valore di pressione di spegnimento (P_{off}) della pressione ($P(t)$) all'istante di spegnimento (T_2) e un valore di pressione di accensione (P_{on}) della pressione ($P(t)$) all'istante di accensione (T_1) escono da rispettive bande di tolleranza.

13. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente inoltre il passo di:

- emettere una segnalazione di informazione quando almeno un tempo di riempimento supera un

predeterminato valore limite.

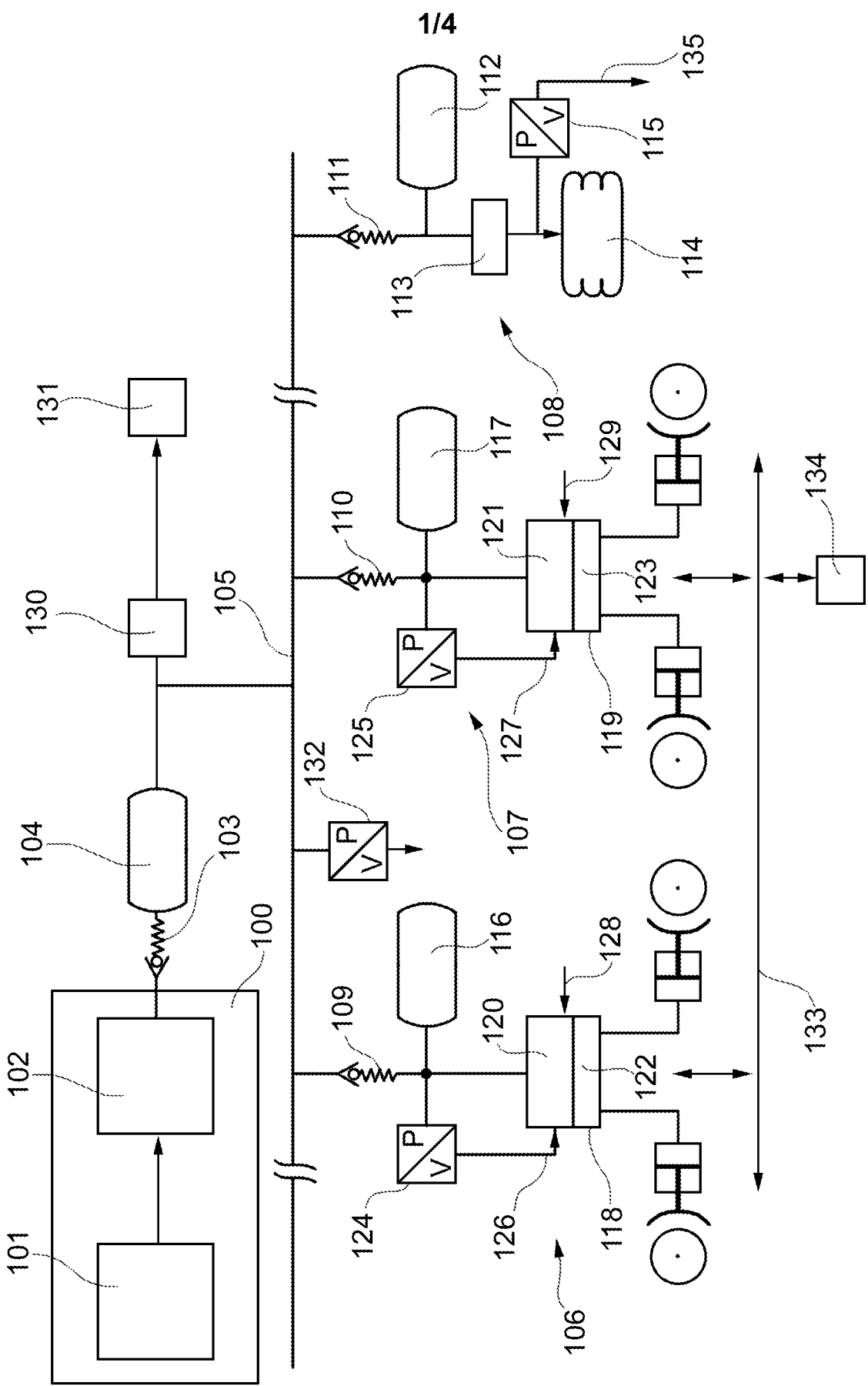


FIG.1

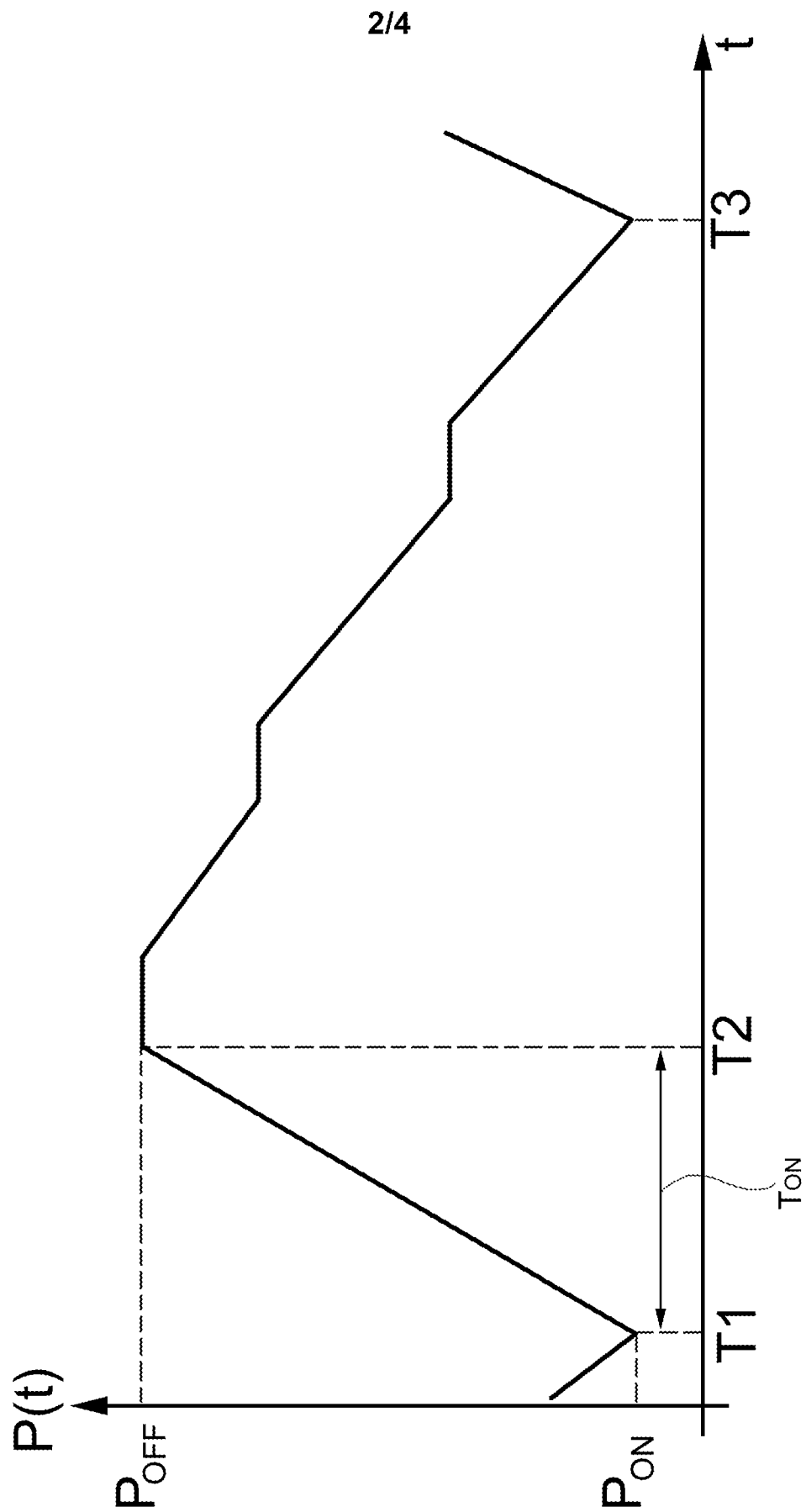


FIG.2

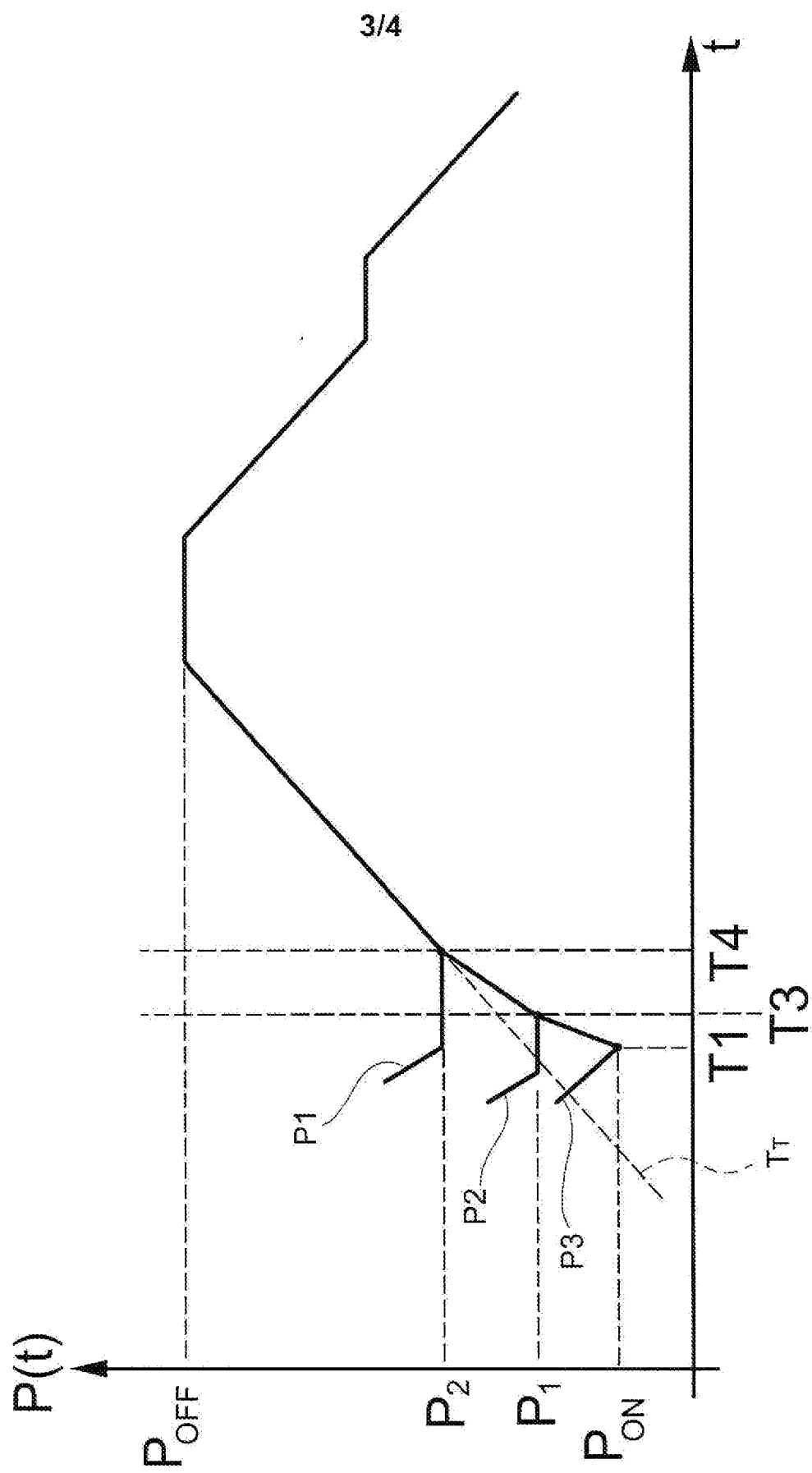


FIG.3

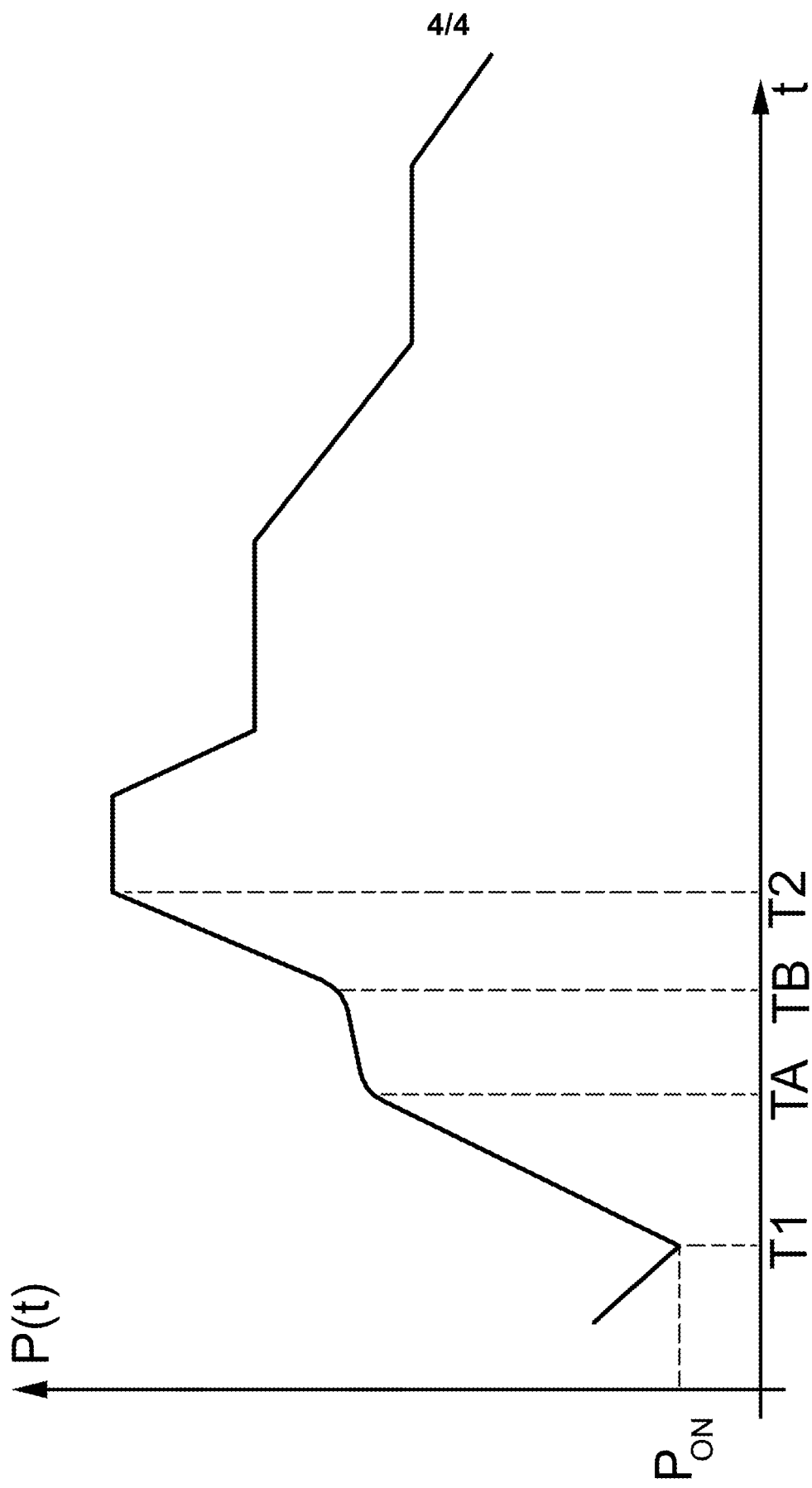


FIG.4