



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102008901684902
Data Deposito	05/12/2008
Data Pubblicazione	05/06/2010

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA TEMPERATURA.

Sistema di monitoraggio della temperatura

DESCRIZIONE

Settore della Tecnica

La presente invenzione riguarda un sistema per il
5 monitoraggio della temperatura.

Più precisamente, l'invenzione riguarda un sistema per il
monitoraggio della temperatura, in corrispondenza di una
pluralità di organi meccanici comprendenti ciascuno almeno
due parti suscettibili di spostamento relativo.

10 Ancor più in particolare, l'invenzione riguarda un sistema
per il monitoraggio della temperatura in corrispondenza delle
boccole o cuscinetti associati ai carrelli dei vagoni o dei
locomotori di un convoglio ferroviario.

Come noto, le boccole ed i cuscinetti associati ai carrelli
15 dei vagoni e dei locomotori di un convoglio ferroviario sono
organi meccanici che svolgono la funzione di ridurre
l'attrito fra l'asse, al quale è associata, la ruota ed il
supporto, associato al telaio del vagone, che sorregge l'asse
stesso.

20 Nel settore ferroviario, il peso dei vagoni e dei locomotori,
sottopone le boccole ed i cuscinetti ad uno sforzo
elevatissimo cui consegue un inevitabile innalzamento della
temperatura ed usura delle parti, tanto che il regolare
funzionamento può risultare compromesso.

25 In alcune situazioni le boccole ed i cuscinetti possono
addirittura raggiungere la temperatura di fusione col rischio
conseguente di deragliamento del vagone o del locomotore e
dell'intero convoglio.

E' evidente che a differenza di un veicolo su gomma, in cui
30 la condizione di ruota sgonfia sarebbe percepita
immediatamente e spesso progressivamente dal conducente, in
un convoglio ferroviario questo non accade, principalmente a
causa delle masse in gioco.

Il monitoraggio della temperatura delle boccole e dei cuscinetti negli assali associati ai carrelli dei vagoni ferroviari e dei locomotori è pertanto un'esigenza oggi fortemente sentita, anche a causa della maggiore velocità
5 raggiunta dai treni in generale.

Arte Nota

Attualmente il controllo della temperatura delle boccole e dei cuscinetti avviene mediante sistemi statici cablati, collocati a terra lungo la linea ferroviaria, in
10 corrispondenza di appositi varchi che, al passare del convoglio ferroviario, eseguono un rilevamento termografico dei carrelli estrapolando la temperatura esterna dei relativi mozzi in corrispondenza dei quali sono collocate le boccole ed i cuscinetti.

15 Qualora fosse registrata dal sistema suddetto una condizione di allarme, il sistema informerebbe la stazione di competenza al fine di arrestare il treno.

Questa soluzione, non si presta tuttavia ad una distribuzione capillare sulla rete ferroviaria a causa del costo elevato e
20 delle infrastrutture necessarie.

Descrizione dell'Invenzione

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di provvedere un sistema di monitoraggio della temperatura, che possa essere vantaggiosamente impiegato in particolare per il
25 monitoraggio della temperatura in corrispondenza dei mozzi, delle boccole e dei cuscinetti associati ai carrelli dei vagoni o dei locomotori di un convoglio ferroviario o, più in generale delle parti in movimento e ancor più in generale delle parti soggette a variazione di temperatura.

30 Secondo l'invenzione è previsto un sistema di controllo montato a bordo del convoglio anziché a terra.

Questo approccio, opposto rispetto all'arte nota, presenta il notevole vantaggio di consentire un monitoraggio continuo nel tempo della temperatura e permette di prevenire i fenomeni

indesiderati menzionati ed intervenire preventivamente, garantendo una gestione più flessibile della marcia del treno, ad esempio mediante una riduzione della velocità, piuttosto che il suo arresto totale.

- 5 Inoltre, come noto, alcuni vagoni ferroviari, in particolare i vagoni merci, non sono generalmente provvisti di cablaggi elettrici. L'assenza di una fonte di energia elettrica, rende pertanto pressoché impossibile ogni tentativo di equipaggiare detti vagoni con una qualsivoglia strumentazione elettrica.
- 10 D'altra parte, l'utilizzo di batterie sarebbe difficilmente praticabile in quanto il loro uso comporterebbe un'attività di manutenzione non trascurabile ed un impatto ambientale rilevante, proporzionale al volume delle apparecchiature installate.
- 15 Un altro aspetto che renderebbe problematico qualunque tentativo di informatizzazione del vagone deriva dalla totale assenza di interconnessioni fra vagoni, se non per l'aria compressa, necessaria per gli impianti frenanti. Ciò fa comprendere inoltre che se pur ci fosse un'ipotetica
- 20 generazione di informazioni, a bordo di un vagone, queste non potrebbero essere messe a disposizione di alcun apparato di gestione, appunto per l'assenza di un mezzo di trasmissione o di comunicazione fra i vari vagoni che compongono il convoglio.
- 25 Uno scopo ulteriore dell'invenzione è pertanto quello di provvedere una soluzione al problema suddetto. Questi ed altri scopi sono risolti dal sistema di monitoraggio della temperatura, come rivendicato nelle rivendicazioni da 1 a 10.
- 30 Secondo l'invenzione il sistema è in grado di monitorare, istante per istante, la temperatura ad esempio in corrispondenza dei mozzi, delle boccole e dei cuscinetti associati ai carrelli dei vagoni o dei locomotori di un convoglio ferroviario e segnalare se il valore di temperatura

rilevato è indicativo di uno stato di normalità o se c'è una tendenza all'innalzamento eccessivo della temperatura.

Descrizione Sintetica delle Figure

La seguente descrizione di una forma preferita di
 5 realizzazione dell'invenzione è data a titolo esemplificativo e non limitativo con riferimento alle figure annesse in cui:

- la Figura 1 è una vista schematica del sistema secondo l'invenzione, associato ad un convoglio ferroviario;

10 - la Figura 2 è uno schema a blocchi di un nodo sensore di rete;

- la Figura 3 mostra un esempio di carrello di vagone ferroviario, cui è associato un nodo sensore di rete.

Descrizione di una Forma Preferita di Realizzazione

Con riferimento alle figure allegate, secondo l'invenzione è
 15 previsto un sistema di monitoraggio della temperatura in corrispondenza di una pluralità di organi comprendenti ciascuno parti suscettibili di vibrazione o spostamento relativo, comprendente una rete di sensori costituita da una pluralità di dispositivi elettronici programmabili definenti
 20 altrettanti nodi sensore di rete **11a...11n**, ognuno dei quali associabile ad esempio ad un corrispondente mozzo **MZ** di un carrello **CR** di un vagone ferroviario **VG** o di un locomotore **LC**.

Secondo l'invenzione, ciascun nodo sensore di rete **11a...11n**
 25 comprende un generatore statico **13a,13b** costituito da un dispositivo piezoelettrico o materiali con proprietà analoghe **15** in grado di trasformare l'energia meccanica, ad esempio prodotta da vibrazioni, torsioni o pressione, in energia elettrica. Più precisamente, detto dispositivo piezoelettrico
 30 **15** trasforma l'energia meccanica derivante dalle vibrazioni meccaniche, ad esempio quelle prodotte durante la marcia del treno, per generare energia elettrica. A tale scopo, una prima porzione **13a** del generatore è associata ad una delle parti dell'organo meccanico ed una seconda porzione **13b** è

associata ad un'altra parte dell'organo meccanico, dette parti dell'organo meccanico essendo suscettibili di spostamento relativo per provocare la generazione di energia elettrica da parte di detto generatore **13a,13b**. Una soluzione
5 più integrata potrebbe essere realizzata con una sola porzione 13a associata ad una delle parti dell'organo meccanico e l'altra lasciata libera in modo da oscillare proporzionalmente all'entità del momento flettente generato dalle vibrazioni.

10 Vantaggiosamente, questo tipo di generatore è privo di organi in movimento (dinamo o alternatore), caratteristica questa che conferisce al generatore stesso alta affidabilità, lunga vita ed assenza di manutenzione.

Sempre secondo l'invenzione inoltre, detto generatore statico
15 **13a,13b** è associato ad un'unità di comunicazione wireless **17** per la trasmissione del segnale elettrico prodotto dal nodo sensore corrispondente **11a...11n**.

Vantaggiosamente, l'unità di comunicazione wireless **17** garantisce bassissimi consumi e permette pertanto di
20 usufruire di quella poca energia che i micro-generatori piezoelettrici sono in grado di erogare.

Ciascun nodo sensore **11a...11n** risulta inoltre equipaggiato con almeno una sonda di temperatura **19**, necessaria per il rilevamento della temperatura e comprende un'unità di
25 elaborazione **21**, dedicata al controllo dell'alimentazione e delle comunicazioni, grazie all'adozione di specifici algoritmi e protocolli.

Secondo l'invenzione, ogni nodo sensore **11a...11n** è programmato per svolgere una prima funzione di trasmettere ad
30 un dispositivo elettronico di controllo programmabile, definente un corrispondente nodo master **23** i dati rilevati dalla sonda di temperatura **19** associata al corrispondente nodo sensore **11a...11n** e preferibilmente anche una seconda funzione di ripetere verso il nodo master **23** il segnale

contenente il pacchetto dati ricevuto da un altro nodo sensore **11a...11n** che si trova più lontano dal nodo master.

Questo approccio consente l'utilizzo di trasmettitori wireless **17** di bassa potenza, in quanto non è necessario che

5 il nodo sensore più lontano **11n**, ad esempio dell'ultimo vagone, comunichi direttamente con il nodo master, ma sarà carico di tutti gli altri nodi sensori **11a...11n-1**, interposti tra l'ultimo vagone ed il locomotore, a passarsi il pacchetto di dati fino alla destinazione finale
10 corrispondente con il nodo master **23**.

Il nodo master **23** è l'elemento del sistema che gestisce la rete di sensori senza fili WSN (Wireless Sensor Network).

In particolare, secondo l'invenzione, il nodo master **23** svolge le funzioni di:

- 15 • configurazione della WSN;
- supervisione della WSN;
- raccolta dei dati trasmessi dai nodi sensori (**11a...11n**);
- analisi e filtro dei dati ricevuti.

20 Nel caso in cui il sistema di monitoraggio sia implementato in un convoglio ferroviario, detto nodo master **23** è inoltre preferibilmente associato ad un elaboratore di bordo **25** che controlla la marcia del treno, generalmente situato in corrispondenza del locomotore **LC**.

25 Sempre secondo l'invenzione, detto nodo master **23** gestisce inoltre le comunicazioni, ad esempio tramite rete GSM-R (standard internazionale di telefonia mobile per le comunicazioni ferroviarie usato principalmente per le comunicazioni fra treni e centri di controllo, e parte
30 dell'ERTMS - European Rail Traffic Management System), con un elaboratore server nazionale o server geografico **SN** per lo smistamento (dispatching) degli Allarmi.

Il nodo master **23** è inoltre l'elemento che contiene tutte le informazioni necessarie per stabilire l'insorgere di una

condizione di allarme. In corrispondenza del nodo master **23**, i dati ricevuti dai nodi sensori (**11a...11n**) sono comparati in tempo reale con valori di soglia di riferimento e, in base al risultato dell'analisi, il nodo master (**23**) stabilisce se
5 segnalare una condizione di allarme, ad esempio tramite la rete GSM-R.

Secondo una forma preferita di realizzazione dell'invenzione, le azioni che il nodo master **23** può intraprendere sono:

- segnalare al personale di bordo del convoglio
10 ferroviario una condizione di allarme;
- interagire con l'elaboratore di bordo per attivare una procedura di frenata del convoglio ferroviario;
- segnalare ad un Server Nazionale tutte le informazioni, necessarie alla localizzazione del convoglio ed al suo stato
15 di allarme.

Il server nazionale **SN** ha il compito di inoltrare verso il territorio la segnalazione di anomalia. L'informazione di anomalia, anche se notificata al personale di bordo, può infatti essere gestita anche dalle infrastrutture di terra
20 (sale di controllo delle stazioni) che gestiscono il segnalamento ferroviario e di conseguenza la condotta dei treni sulla rete ferroviaria.

Grazie ai dati ricevuti dal nodo master **23**, il server nazionale **SN** è in grado di localizzare il treno sul
25 territorio e segnalare la condizione di allarme al server compartimentale **SC** di competenza che, a sua volta, interessa la stazione che operativamente potrebbe fermare il treno.

Il server nazionale può inoltre gestire un data base **DB**, popolato con tutte le informazioni ricevute dai treni per:

- 30 • effettuare nel tempo il censimento del parco rotabile;
- monitorare nel tempo il comportamento del singolo elemento censito;
- segnalare in anticipo un comportamento tendenzialmente rischioso;

- attivare un programma di manutenzione.

Fra le informazioni censite nel database **DB** vi sono preferibilmente:

- identificazione dei nodi sensori presenti sul convoglio;
- 5 - profilo termico temporale delle boccole monitorate;
- profilo vibrazionale temporale dei carrelli monitorati;
- censimento vagoni attrezzati con nodi sensori;
- identificazione e tracciamento, lungo il percorso, della composizione del convoglio;
- 10 - correlazione della difformità di comportamento fra carrelli;
- segnalazione anticipata di un comportamento tendenzialmente rischioso;
- informazioni per la gestione di un programma di
- 15 manutenzione preventiva.

Evidentemente, nel sistema suddetto la trasmissione delle informazioni dovrà avvenire in modalità "sicura", per evitare effrazioni o manomissioni delle informazioni trasmesse.

Il server compartimentale **SC** è l'elemento della rete geograficamente più prossimo alle infrastrutture di terra. Detto server compartimentale **SC**, in base alle indicazioni ricevute dal server nazionale **SN** è in grado di localizzare, all'interno del proprio territorio, il treno dotato di nodi sensore di rete **(11a...11n)** ed interessare quindi la stazione più prossima che lo stesso andrebbe ad attraversare. Compito della stazione ferroviaria interessata sarebbe, alla fine, quello di attivare i comandi opportuni per fermare il treno in caso di segnale corrispondente trasmesso dal nodo master **23** del treno il quale, a sua volta, ha ricevuto il segnale indicativo del livello di temperatura da ciascun nodo sensore di rete **(11a...11n)** presente sul treno.

Secondo tecnica nota, il segnale di arresto del treno può essere fornito ad esempio utilizzando il cosiddetto segnalamento ottico di cui è generalmente equipaggiata la

rete ferroviaria esistente e che riceve i comandi dalle infrastrutture di controllo della rete ferroviaria.

Per svolgere le funzioni sopramenzionate, il sistema di segnalamento di stazione di cui è notoriamente equipaggiata la rete ferroviaria, deve preferibilmente essere dotato di un opportuno sistema di comunicazione "In Sicurezza" che consente di operare con il server compartimentale, evitando rischi di effrazioni o manomissioni delle informazioni trasmesse.

10 Il sistema secondo l'invenzione offrendo la disponibilità di una fonte di energia e di un mezzo per trasmettere dati, può essere riutilizzato per monitorare altre grandezze fisiche o chimiche come ad esempio: vibrazioni anomale, perdita di sostanze trasportate od altro.

15 Il sistema descritto è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo.

RIVENDICAZIONI

1.Sistema di monitoraggio della temperatura in corrispondenza di una pluralità di organi meccanici comprendenti ciascuno almeno due parti suscettibili di spostamento relativo, detto
5 sistema comprendendo:

- una pluralità di nodi sensore di rete **(11a...11n)** associabili a detti organi e dotati di un'unità generatore di energia elettrica **(13a,13b)**, un'unità elettronica di trasmissione di dati **(17)**, una sonda di temperatura **(19)** e
10 un'unità di elaborazione **(21)**, per il controllo delle funzioni del nodo sensore di rete corrispondente;

- un nodo master **(23)** dotato di un'unità ricevente e suscettibile di generare un segnale di allarme al verificarsi di una condizione anomala di temperatura in corrispondenza di
15 uno di detti nodi sensore di rete **(11a...11n)**.

2.Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto sistema comprende inoltre un'unità elettronica di trasmissione di dati associata a detto nodo master **(23)** per la trasmissione di detto segnale di allarme all'interno di una rete di
20 comunicazione.

3.Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui detta rete di comunicazione è una rete di comunicazione GSM-R.

4.Sistema secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui detto sistema comprende un elaboratore server nazionale **(SN)**
25 associato a detta rete di comunicazione per lo smistamento di detto segnale di allarme.

5.Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui dette unità generatore di energia elettrica comprendono un generatore statico **(13a,13b)**
30 costituito da un dispositivo piezoelettrico **(15)** in grado di trasformare energia meccanica in energia elettrica.

6.Sistema secondo la rivendicazione 5, in cui detto dispositivo piezoelettrico **(15)** è suscettibile di trasformare l'energia meccanica derivante dalle vibrazioni meccaniche, ad

esempio quelle prodotte durante la marcia di un treno, in energia elettrica.

7.Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detta unità elettronica di trasmissione di
5 dati **(17)** associata a ciascun nodo sensore di rete **(11a...11n)** è un'unità di comunicazione wireless **(17)** per la trasmissione senza fili del segnale elettrico prodotto dal nodo sensore corrispondente **(11a...11n)**.

8.Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni
10 precedenti, in cui almeno uno di detti nodi sensore di rete **(11a...11n)** è programmato per ripetere il segnale ricevuto da un altro nodo sensore **(11a...11n)** che si trova più lontano dal nodo master **(23)**.

9.Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni
15 precedenti, in cui detto nodo master **(23)** è associato ad un elaboratore di bordo **(25)** che controlla la marcia del treno.

10.Sistema secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, in cui detto nodo master **(23)** è programmato per
comparare i dati ricevuti dai nodi sensori **(11a...11n)** con
20 valori di soglia di riferimento e per generare, in base al risultato della comparazione, detto segnale di allarme.

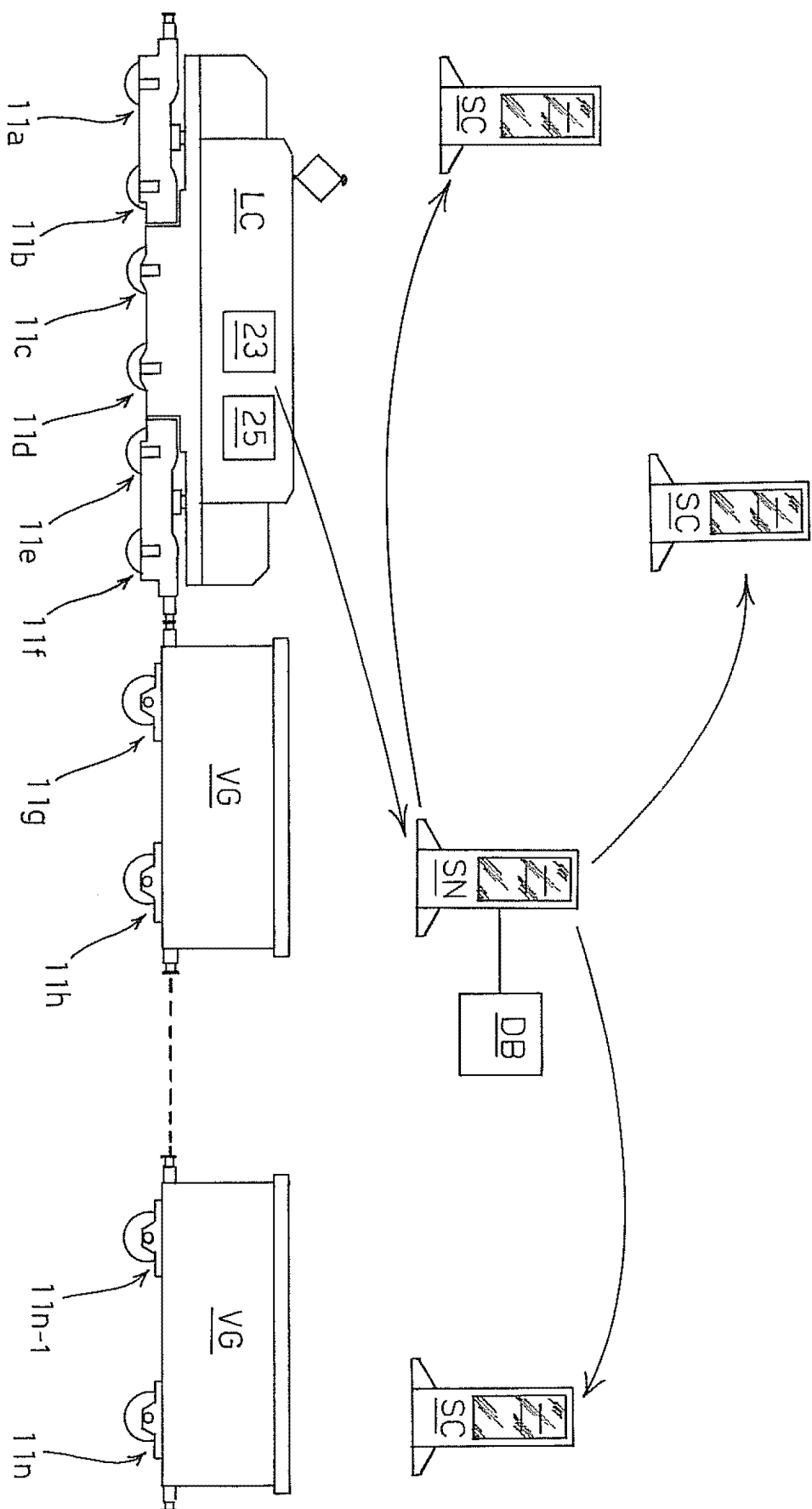


FIG. 1

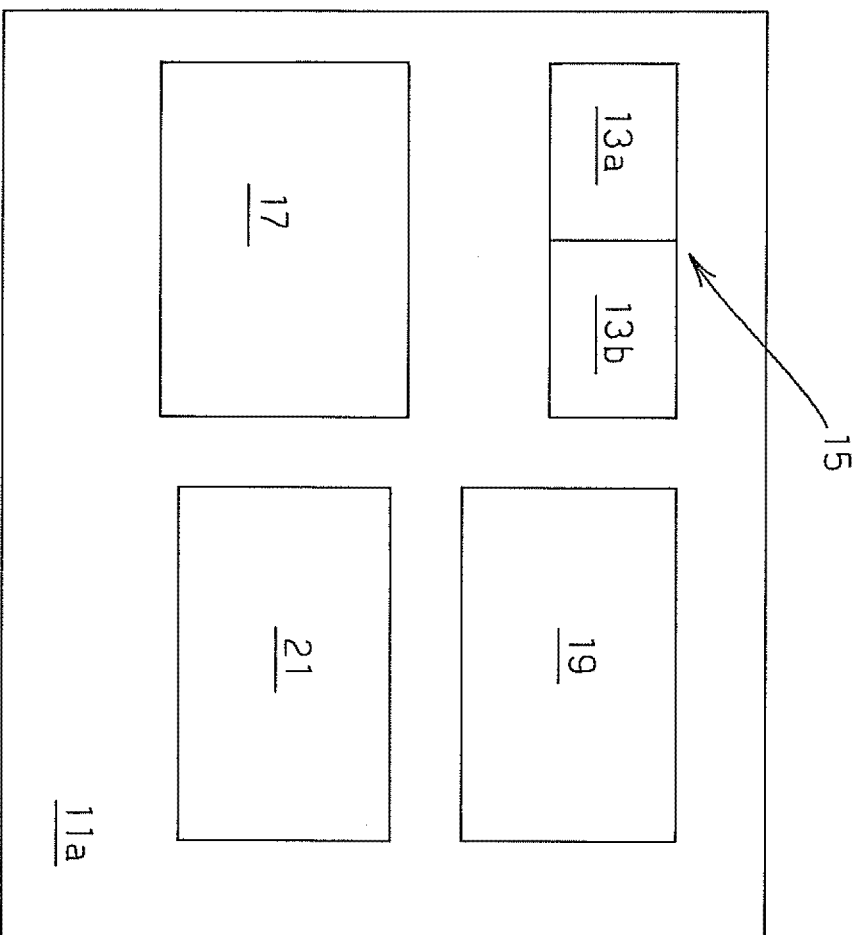


FIG. 2

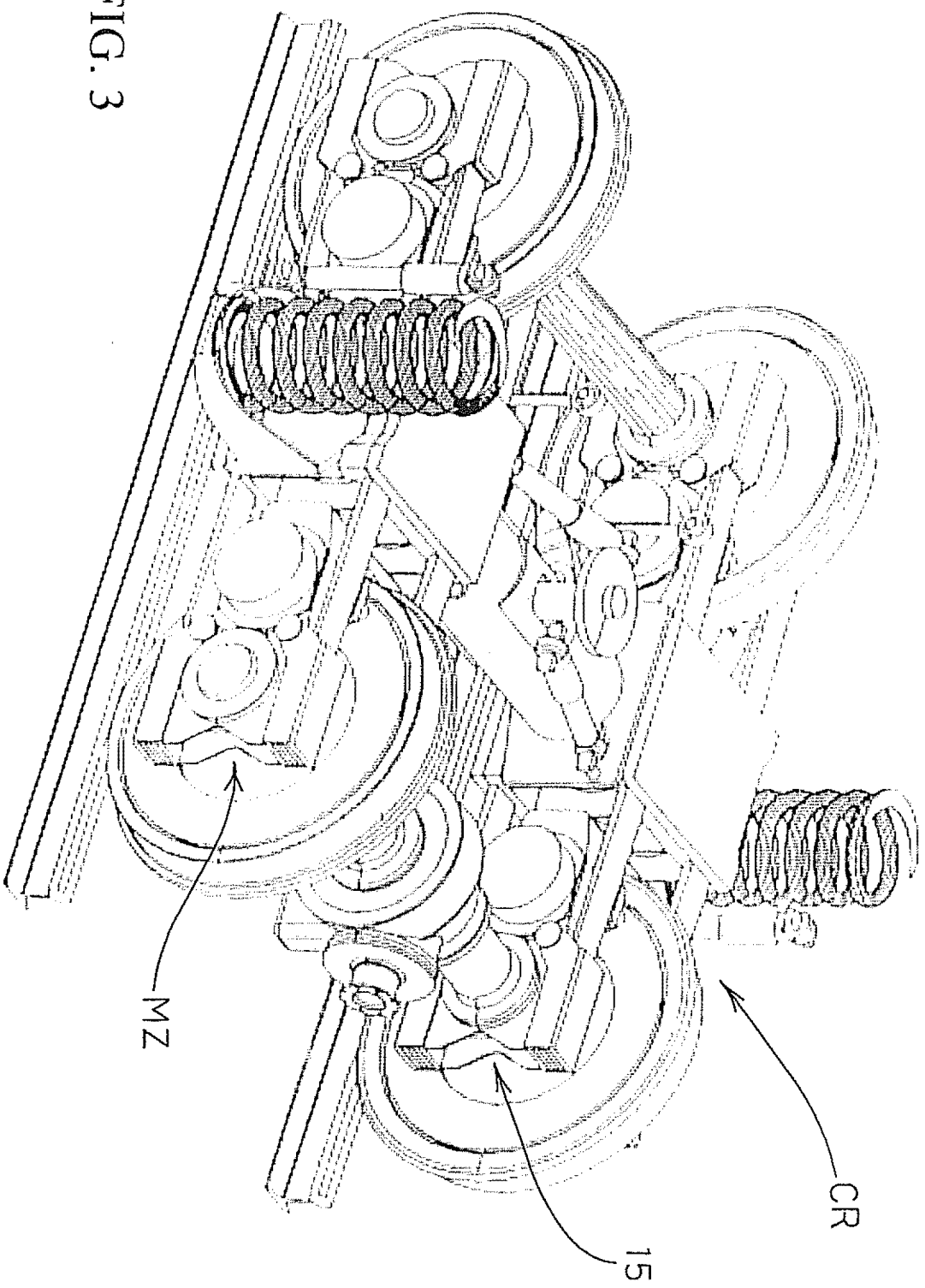


FIG. 3