



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900599823
Data Deposito	28/05/1997
Data Pubblicazione	28/11/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	61	L		

Titolo

METODO E SISTEMA PER IL COMANDO DI UNA CASSA AD ASSETTO VARIABILE DI UN VEICOLO FERROVIARIO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Metodo e sistema per il comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario"

di: FIAT FERROVIARIA S.P.A., nazionalità italiana,
Corso Marconi, 20 - 10125 Torino TO

Inventori designati: Bruno Parussatti; Rocco Giuzio;
Giuseppe Vernillo

Depositata il: 28 maggio 1997

TO 97A 000457

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale ai veicoli ferroviari con cassa ad assetto variabile, cioè suscettibile di essere ruotata intorno ad un asse longitudinale durante la marcia del veicolo lungo curve del percorso ferroviario, verso l'interno della curva. Tali rotazioni consentono, in particolare nei veicoli ferroviari ad alta velocità, di migliorare apprezzabilmente il comfort per i viaggiatori all'interno della cassa.

La variazione di assetto è comandata mediante mezzi attuatori a fluido o elettrici, interposti fra la cassa e i relativi carrelli del veicolo. L'intervento di tali mezzi attuatori è comandato, in funzione delle condizioni di marcia del veicolo e delle caratteristiche della curva, tramite mezzi di pilotaggio a loro volta connessi operativamente a

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

rilevatori installati sul veicolo. Tradizionalmente, tali rilevatori comprendono trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici.

Nonostante l'elevato grado di affidabilità e sicurezza raggiunto, questi sistemi convenzionali presentano un inconveniente funzionale critico relativo all'impossibilità di poter prevedere gli eventi riscontrabili sulla linea ferroviaria, e quindi di anticipare la variazione di assetto della cassa rispetto all'istante di iscrizione in curva del veicolo. In effetti la tempestività della rotazione della cassa è influenzata negativamente da ritardi sia elettronici sia di intervento degli attuatori, il che in definitiva non consente il raggiungimento di un livello di comfort ottimale per i passeggeri.

Lo scopo della presente invenzione è quello di ovviare agli inconvenienti suddetti dei sistemi noti per la variazione di assetto della cassa.

Più in particolare, lo scopo primario dell'invenzione è quello di fornire un metodo ed un sistema di comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario che consenta di aumentare in modo apprezzabile la tempestività e la precisione della variazione di assetto della cassa.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di realizzare un metodo ed un sistema di comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario mediante i quali sia possibile aumentare apprezzabilmente il comfort per i viaggiatori.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di fornire un metodo ed un sistema di comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario, predisposti per essere associati ed integrati con un metodo e sistema convenzionali, senza influenzarne le relative caratteristiche ed utilizzandone i medesimi mezzi attuatori per la rotazione della cassa, sostituendosi al metodo e il sistema convenzionali unicamente quando si verificano le necessarie condizioni di affidabilità.

In vista di raggiungere questi scopi, l'invenzione ha per oggetto un metodo per il comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario, mediante l'intervento di mezzi attuatori agenti sulla cassa in modo da effettuare, durante la marcia del veicolo lungo curve di linee ferroviarie, rotazioni della cassa intorno ad un asse longitudinale verso l'interno della curva tendenti a compensare l'accelerazione centrifuga, ed in cui l'intervento di detti mezzi attuatori è pilotato in funzione delle condizioni di marcia del

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

veicolo e delle caratteristiche della curva, la cui caratteristica essenziale risiede nel fatto che consiste nel memorizzare i dati di linee ferroviarie, nel predefinire in funzione di detti dati di linea memorizzati corrispondenti modalità di pilotaggio di detti mezzi attuatori, nel rilevare la posizione reale del veicolo lungo una linea ferroviaria, nel verificare la rispondenza fra la posizione reale del veicolo rilevata e i dati di linea memorizzati, e nel pilotare detti mezzi attuatori in conformità a dette modalità predefinite di pilotaggio se detta rispondenza è verificata.

I suddetti dati memorizzati includono un archivio di dati di linee ferroviarie diverse selezionabili. Tale archivio di dati può essere costruito mediante autoapprendimento delle caratteristiche delle linee ferroviarie, e/o mediante l'introduzione di caratteristiche note predefinite delle linee ferroviarie.

Il sistema di comando secondo l'invenzione è essenzialmente caratterizzato dal fatto che comprende mezzi di archivio contenenti dati di linee ferroviarie memorizzati, mezzi di rilevamento della posizione reale del veicolo lungo una linea ferroviaria, ed un'unità di riconoscimento collegata operativamente a detti mezzi di archivio e a detti

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

mezzi di rilevamento e predisposta per verificare la rispondenza fra la posizione reale del veicolo e i dati di linea memorizzati e per pilotare detti mezzi attuatori secondo modalità di pilotaggio predefinite in funzione di detti dati di linea memorizzati, se detta rispondenza è verificata.

I mezzi di rilevamento includono convenientemente un sistema di localizzazione satellitare (G.P.S.).

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione risulteranno evidenti nel corso della dettagliata descrizione che segue, con riferimento al disegno annesso fornito a puro titolo di esempio non limitativo, che mostra in forma di diagramma a blocchi il sistema secondo l'invenzione.

In termini generali, l'invenzione prevede il comando della rotazione di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario in base alla conoscenza preventiva del percorso mediante autoapprendimento e/o introduzione delle caratteristiche della linea da altre fonti esterne. La conformazione della cassa del veicolo e dei relativi mezzi attuatori per il comando della rotazione non sono illustrati né verranno per brevità descritti, in quanto essi corrispondono alle attuali realizzazioni convenzionali, così come

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

descritte ed illustrate ad esempio nel documento EP-A-0736438, i cui contenuti sono qui incorporati per riferimento.

L'idea di base del sistema secondo l'invenzione è dunque quella di poter prevedere, e quindi anticipare, con un notevole grado di precisione gli eventi riscontrabili su una linea ferroviaria, utilizzando gli stessi segnali di ingresso forniti dai trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici attualmente impiegati nei sistemi di comando della rotazione della cassa convenzionali.

Con riferimento alla figura, i trasduttori accelerometrici sono indicati genericamente con 1 e comprendono ad esempio coppie di servoaccelerometri montati sui telai dei carrelli del veicolo per rilevare l'accelerazione trasversale in curva, non compensata dalla sopraelevazione della rotaia esterna del binario, nonché l'eventuale instabilità di marcia.

I trasduttori giroscopici, indicati genericamente con 2 nel disegno, possono comprendere coppie di giroscopi applicati sul telaio del carrello anteriore ed atte a fornire un segnale proporzionale alla velocità di inclinazione del telaio stesso (velocità di variazione dell'angolo di rollio). Questo segnale viene normalmente utilizzato

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

per ottenere, oltre al riconoscimento dell'inizio di una curva e delle varie fasi della stessa (raccordo di ingresso, piena curva, raccordo di uscita, rettilineo) anche un segnale aggiuntivo che anticipi l'accelerazione trasversale in fase di raccordo. Il segnale giroscopico viene tradizionalmente utilizzato per tre operazioni essenziali:

- determinare l'inizio e la fine dei raccordi e della curva piena;
- misurare la sopraelevazione istantanea del binario;
- fornire il consenso per l'attivazione del sistema di rotazione della cassa.

I trasduttori tachimetrici, indicati genericamente con 3 nel disegno, includono normalmente tachimetri a ruota fonica per rilevare la velocità di marcia del veicolo e per fornire un segnale di consenso all'attivazione del sistema di rotazione della cassa quando la velocità rilevata supera un valore di soglia prestabilito (ad esempio 60 Km/h).

Come già spiegato in precedenza, il comando di rotazione della cassa ha lo scopo di consentire l'aumento di velocità di marcia del veicolo ferroviario in curva senza modifiche agli impianti fissi e senza ridurre il comfort di marcia. Esso

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

compensa automaticamente l'accelerazione laterale centrifuga in curva mediante una rotazione della cassa verso l'interno della curva stessa attorno ad un'asse longitudinale del veicolo. In tal modo l'accelerazione laterale residua avvertita dai passeggeri è mantenuta a valori pienamente confortevoli. Con una rotazione della cassa di $\pm 8^\circ$ si può ottenere un aumento dell'ordine del 30% circa della velocità in curva del veicolo.

Ulteriori trasduttori presenti nei sistemi di rotazione della cassa convenzionali, e pure utilizzati nel sistema secondo l'invenzione, comprendono un trasduttore di posizione angolare 4 montato su ogni carrello in corrispondenza di ciascun gruppo di attuatori per il comando della rotazione della cassa, ed il cui segnale viene utilizzato come misuratore dell'angolo di attuazione assetto in corrispondenza di ciascun carrello, e trasduttori di pressione 5 essenzialmente adibiti alla diagnostica del sistema di sospensione laterale attiva della cassa, normalmente associato in modo noto al sistema di comando della sua rotazione.

Nel disegno, il riferimento 6 indica il gruppo di attuazione per il comando della cassa, ed il riferimento 7 indica il gruppo di attuazione della sospensione laterale attiva.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Il sistema di comando secondo l'invenzione comprende un'unità elettronica di elaborazione e controllo che può essere idealmente suddivisa funzionalmente in due sezioni, indicate rispettivamente con 8 e 9 nel disegno.

La sezione 8 comprende un blocco di memorizzazione di linee ferroviarie 10, a sua volta suddiviso in due sottoblocchi rispettivamente di autoapprendimento 11 e di inserimento linea teorica 12, la cui funzione è quella di costruire un archivio ("data-base") 13 nel quale sono memorizzati i dati di linee ferroviarie.

Il blocco 10 è inoltre connesso operativamente con un sistema di localizzazione satellitare G.P.S. 14.

La prima sezione 8 comprende inoltre un blocco di riconoscimento linea 15, interfacciato con la seconda sezione 9 e con i segnali provenienti dai trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici 1, 2, 3.

La seconda sezione 9 comprende un blocco di controllo 16 della rotazione della cassa che riceve in ingresso i segnali provenienti dai trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici 1, 2, 3, ed è connesso operativamente ad un blocco di regolazione 17 della rotazione della cassa (nonchè

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

eventualmente della sospensione laterale attiva), il quale riceve in ingresso i segnali provenienti dai trasduttori angolari e di pressione 4, 5 e che é operativamente connesso al gruppo di attuazione 6 di rotazione della cassa (nonchè eventualmente al gruppo di attuazione 7 della sospensione laterale attiva).

I trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici 1, 2, 3 inviano i loro segnali anche all'ingresso del sottoblocco di autoapprendimento 11 del blocco 10.

Le sezioni 8 e 9 sono fisicamente incorporate in un modulo elettronico che deve possedere le seguenti caratteristiche:

- compatibilità con il sistema tradizionale per il comando della rotazione della cassa già esistente a bordo del veicolo; in effetti, la sezione 9 può consistere nella medesima sezione di controllo e regolazione già esistente nei sistemi tradizionali attualmente impiegati;

- modularità, nel senso che il sistema convenzionale di rotazione della cassa già esistente deve poter conservare le attuali modalità di funzionamento senza l'apporto del sistema secondo l'invenzione;

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- interfacciabilità completa con i trasduttori
- 1 - 5 già esistenti;
- capacità di effettuare l'autoapprendimento dei percorsi ferroviari;
- capacità di accettare l'introduzione di dati esterni ottenibili con altri strumenti e/o metodi;
- indipendenza da riferimenti posti a terra;
- eliminazione, nei limiti del possibile, di interventi da parte di operatori esterni.

Più in particolare, per quanto riguarda il requisito della compatibilità, il sistema secondo l'invenzione deve essere dotato di un sistema di elaborazione autonomo, costituito appunto dalla sezione 8. Per ciò che riguarda la modularità, il sistema secondo l'invenzione deve poter essere attivato o disattivato il più semplicemente possibile, senza influenzare in alcun modo il sistema di rotazione della cassa tradizionale esistente: l'attivazione o la disattivazione dovranno essere gestite automaticamente, rispettivamente nel caso di riconoscimento della linea (secondo quanto chiarito nel seguito) o quando la previsione non soddisfi un certo grado di affidabilità.

Il sistema secondo l'invenzione costituisce pertanto un complemento o un'evoluzione dell'attuale

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

sistema tradizionale di comando di rotazione della cassa esistente, con il quale esso dovrà integrarsi per migliorarne le prestazioni senza comprometterne l'affidabilità.

La base del sistema secondo l'invenzione, per operare sul principio di previsione degli eventi, consiste nella memorizzazione delle linee ferroviarie. Ciò significa che il sistema deve poter acquisire informazioni sul percorso, oppure riconoscere il percorso sfruttando eventi tipici di una linea ferroviaria, quali:

- scambi (destro o sinistro);
- raccordi di ingresso curva (destro o sinistro);
- curve piene (destra o sinistra);
- raccordi di uscita curva (destra o sinistra);
- transiti su passaggi a livello.

Il sistema oggetto dell'invenzione potrà comunque essere interfacciato a sistemi automatici di controllo della circolazione ferroviaria (ATC), qualora presenti, per acquisire informazioni aggiuntive sul percorso (blocco 18 in figura).

Questi eventi possono essere rilevati mediante i trasduttori 1 - 3 sopra descritti, mentre sono normalmente da escludere riferimenti aggiuntivi da posizionare a terra o sugli impianti fissi

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUIX
s.r.l.

ferroviari, a meno che essi non siano indispensabili per la messa in funzione e/o per la taratura del sistema.

L'informazione fondamentale per l'effettuazione della memorizzazione delle linee attuato dal blocco 10 è la conoscenza della posizione reale assoluta del veicolo, ottenuta attraverso il localizzatore satellitare G.P.S. 14.

Il principio di funzionamento del rilevatore G.P.S. 14 è noto, e non verrà pertanto descritto nei dettagli.

Per la costruzione dell'archivio 13, il blocco 10 è in grado di operare selettivamente attraverso il sottoblocco di autoapprendimento 11 o il sottoblocco di inserimento linea teorica 12, o attraverso combinazioni di entrambi.

Il sottoblocco di autoapprendimento 11 è predisposto per creare file di linea, contenenti tutte le informazioni indispensabili alla ricostruzione dei tratti della linea stessa, utilizzando i segnali dei trasduttori 1, 2 e 3 e le informazioni fornite dal dispositivo di localizzazione satellitare G.P.S. 14, nel corso di successivi passaggi del veicolo ferroviario lungo la linea stessa.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OLIX
s.r.l.

Le principali informazioni di linea che il sottogruppo di autoapprendimento 11 deve rendere disponibili sono:

- punto di inizio raccordo di ingresso curva destra o sinistra;

- valori intermedi di sopraelevazione del binario lungo il raccordo di ingresso oppure lunghezza del raccordo con il relativo valore di pendenza (mm/m);

- raggio di curvatura in curva piena;

- sopraelevazione del binario in curva piena;

- lunghezza della curva;

- valori intermedi di sopraelevazione del binario lungo il raccordo di uscita oppure lunghezza del raccordo con valore di pendenza (mm/m).

Come già detto, tali informazioni vengono ottenute dalla registrazione e dalla successiva elaborazione dei segnali forniti dai trasduttori 1, 2, 3, con l'eventuale correzione di variazioni intrinseche (ad esempio variazione del diametro delle ruote, errori tachimetrici etc.) o esterne al sistema (ad esempio variazioni di linea).

I principi teorici dell'autoapprendimento verranno ora brevemente descritti nel seguito.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Un veicolo che percorre una curva è soggetto ad una accelerazione centrifuga calcolabile con la seguente formula:

$$a_c = V^2/R$$

dove:

V = velocità di marcia del veicolo (m/s);

R = raggio della curva (m).

Nel campo ferroviario, al fine di contenere l'intensità di non comfort senza limitare la velocità del veicolo e senza aumentare il raggio di curvatura delle curve, si ricorre come è noto ad una inclinazione del piano del ferro rispetto all'orizzontale. La sopraelevazione viene attribuita al binario esterno in modo da compensare parzialmente l'accelerazione centrifuga.

La sopraelevazione si ricava da:

$$h = V^2 \cdot s/R \cdot g \quad (2)$$

dove:

h = sopraelevazione della rotaia esterna della curva (mm);

s = distanza tra i due centro-rotaia del binario (mm);

g = accelerazione di gravità (9.81 m/s^2).

Il residuo di accelerazione centrifuga non compensata dalla sopraelevazione è definito dalla seguente relazione:

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

$$anc = V^2/R - h/s \times g \quad (1).$$

Nei sistemi di comando di rotazione della cassa tradizionali i parametri R ed h non sono noti, mentre lo sono l'accelerazione non compensata anc, la velocità di marcia V del veicolo e la distanza s. A seguito di due passaggi del veicolo sulla stessa curva a diverse velocità di marcia è possibile ottenere il valore di R e successivamente, applicando la formula (2), ricavare h:

$$anc_2 - anc_1 = (V_2^2 - V_1^2)/R$$

da cui

$$R = (V_2^2 - V_1^2)/(anc_2 - anc_1) = \Delta V^2/\Delta anc$$

Da quanto sopra esposto si deduce che memorizzando tramite il sottogruppo di autoapprendimento 11 il valore di anc rilevato dall'accelerometro laterale 1 del carrello del veicolo, e la velocità di marcia del veicolo stesso lungo una certa curva, al secondo passaggio sulla stessa curva tale sottoblocco di autoapprendimento 11 potrà ricavare:

- R = raggio di curvatura della curva;
- h = sopraelevazione della rotaia.

La conoscenza dei parametri R ed h consente al sottoblocco di autoapprendimento 11, nei successivi passaggi, di poter determinare con esattezza e in

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

anticipo, grazie alla relazione (1), l'accelerazione non compensata anc attesa.

Dal segnale del trasduttore giroscopico 2 si potrà invece ottenere la lunghezza della rampa del raccordo, secondo:

$$L = V \cdot t$$

dove:

L = lunghezza rampa di raccordo (m);

V = velocità di marcia del veicolo (m/s);

t = durata del segnale giroscopico sulla rampa (s).

Il parametro L (lunghezza della rampa di raccordo) verrà utilizzato per determinare il punto di inizio della curva, intesa come la somma del raccordo di ingresso + curva piena + raccordo di uscita.

Il sottoblocco di inserimento linea teorica 12 del blocco di memorizzazione 10 consente invece di importare ed accettare informazioni sulle linee mediante cartografie o altri sistemi, quali banche dati già esistenti. In tal caso il sottoblocco 12 sarà dotato di appositi driver di conversione dei formati. In ogni caso il sottoblocco 12 deve essere predisposto per consentire l'aggiunta di eventuali informazioni addizionali o di successive modifiche della linea.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

In generale, nell'archivio dei dati di linea 13 costruito attraverso il sottoblocco di autoapprendimento 11 o il sottoblocco di inserimento linea teorica 12, o con l'integrazione di entrambi, i relativi file registrati saranno costituiti da un blocco di byte di intestazione (informazioni globali) e da una serie successiva di byte (informazioni locali e informazioni di previsione) che descrivono una sezione di linea.

Il sottoblocco di riconoscimento linea 15 della sezione 8 è predisposto per selezionare fra le diverse linee memorizzate nell'archivio di dati 13 il percorso che il veicolo intende effettuare o sta effettuando, e quindi per verificarne la corrispondenza. Tale funzione è resa possibile grazie alla discriminazione operata dal localizzatore satellitare G.P.S. 14 in relazione alla reale posizione geografica del veicolo, che consente di limitare la ricerca operata dal sottoblocco 15 ad un numero ridotto di possibili percorsi utili. Si prospettano due possibilità:

1) alla posizione rilevata dal G.P.S. 14 non corrisponde alcuna linea memorizzata nell'archivio di dati 13. Si tratta quindi di una nuova linea, per cui il comando di rotazione della cassa verrà lasciato di competenza al sistema di comando

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OLIX
s.r.l.

tradizionale installato sul veicolo, mentre il sistema secondo l'invenzione procederà ad un'eventuale fase di memorizzazione della nuova linea, mediante l'intervento del sottoblocco di autoapprendimento 11 del blocco di memorizzazione linee 10;

2) sono associate una oppure diverse linee memorizzate nell'archivio 13: la prima operazione che il sottoblocco di riconoscimento linea 15 effettua in tal caso consiste nella ricerca delle sezioni di interesse all'interno di ogni singolo file di linea. Il sottoblocco di riconoscimento linea 15 provvede quindi a verificare se gli eventi successivamente rilevati durante la marcia del veicolo da parte dei trasduttori 1 - 3 corrispondono o meno alle indicazioni memorizzate per la o le linee precedentemente individuate.

Qualora gli eventi attesi non si verificano, le linee relative vengono scartate. Il riconoscimento della linea avviene solo dopo che un determinato numero di eventi consecutivi trovano corrispondenza con una delle linee in esame. Durante tutta questa fase il comando di rotazione della cassa verrà lasciato di competenza al sistema di comando tradizionale installato sul veicolo.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

La stessa procedura viene utilizzata nel caso in cui transitando su una sezione di linea riconosciuta, cioè memorizzata nell'archivio dati 13, il veicolo ferroviario venga dirottato verso una deviazione di linea, memorizzata o meno nell'archivio dati 13.

In definitiva, il riconoscimento della linea operato dal sottoblocco 15 è legato al riscontro spaziale degli eventi attesi. In assenza di tale riscontro, il sistema secondo l'invenzione passa direttamente alla memorizzazione del percorso tramite il sottoblocco di autoapprendimento 11, senza interferire funzionalmente in alcun modo con il sistema di comando di rotazione della cassa tradizionale.

L'uscita del sottoblocco di riconoscimento di linea 15 è in grado di generare un segnale di riferimento da inviare alla sezione 9 del sistema. Questo segnale di riferimento deve come detto essere successivo al riconoscimento della linea, con un elevato margine di affidabilità, ed essere fornito in anticipo rispetto al sopraggiungere dell'evento. Il valore del segnale di riferimento fornito da parte della sezione 8 del sistema dovrà essere inferiore al valore necessario per compensare l'evento, raggiungendo il valore effettivo quando

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

dal campo si riceverà la conferma dell'evento previsto. Nel caso in cui dal campo non si ottenesse tale conferma, il segnale di riferimento sarà azzerato con autoesclusione del sistema secondo l'invenzione dal comando di rotazione della cassa, ed il controllo passerà totalmente al sistema tradizionale esistente per il comando della rotazione della cassa fino a quando il sistema secondo l'invenzione non sarà nuovamente in grado di riconoscere con precisione il percorso.

La seconda sezione 9 del sistema secondo l'invenzione corrisponde in pratica, come detto, alla sezione operativa del sistema di comando di rotazione della cassa tradizionale e, come spiegato in precedenza, essa interagisce con la prima sezione 8 soltanto a seguito dell'abilitazione operata da parte del blocco di riconoscimento linea 15.

Il blocco di controllo 16 della seconda sezione 9 include l'unità elettronica dedicata al riconoscimento delle curve e alle successive elaborazioni necessarie per generare il segnale di riferimento per il comando dell'attuazione della rotazione cassa. Il segnale in uscita dalla sezione 8 si sostituisce ai segnali provenienti nel sistema convenzionale dai trasduttori 1-3, per l'attivazione del blocco di controllo 16, soltanto quando vi sarà

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

la certezza del riconoscimento della linea memorizzata nell'archivio dati 13, fermo restando il riscontro dal campo.

Il blocco di regolazione 17 comprende la sezione di comando degli attuatori per il comando della rotazione della cassa 6 (nonché eventualmente degli attuatori della sospensione laterale attiva 7) e la sua retroazione: esso verifica cioè l'errore ottenuto dalla risposta di rotazione in relazione al comando generale in conformità al segnale fornito dal blocco di controllo 16.

Apparirà evidente da quanto precede che il sistema ed il metodo di comando secondo l'invenzione consentono di ottenere, nei confronti della tecnica anteriore, il vantaggio consistente nel fatto di poter prevedere, e quindi anticipare con un notevole grado di precisione, gli eventi riscontrabili sulla linea ferroviaria lungo la quale si muove il veicolo, con il risultato di eliminare i ritardi di attuazione del comando di rotazione della cassa e, conseguentemente, di migliorare apprezzabilmente il comfort per i viaggiatori.

Naturalmente i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

invenzione. Così, ad esempio, il sistema secondo l'invenzione potrà essere ulteriormente migliorato ed implementato, grazie all'impiego di dispositivi di localizzazione satellitari dotati di una maggiore precisione, e che consentano ad esempio di ottenere direttamente dati di velocità assoluta ed istantanea del veicolo, nonché del raggio di curvatura e della sopraelevazione del binario, con una conseguente notevole semplificazione dell'archivio dati 13 e delle modalità per la sua memorizzazione. Ulteriori benefici in termini di miglioramento della precisione del sistema potranno essere ottenuti adottando sistemi G.P.S. differenziali, o l'ausilio del sistema GLONASS. Benefici addizionali sotto il profilo della precisione e quindi dell'affidabilità del sistema potranno inoltre essere conseguiti con l'aggiunta di riscontri sull'altitudine in relazione al riconoscimento di linea, ed anche con l'acquisizione diretta di immagini mediante telecamere.

Occorre inoltre rilevare che l'archivio dati 13 del sistema di rotazione della cassa installato a bordo di un certo veicolo ferroviario potrà essere predisposto per scambiare informazioni con il medesimo sistema di altri veicoli ferroviari, eventualmente attraverso una banca dati centrale con

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

la quale i diversi sistemi potranno collegarsi via radio oppure via cavo.

Infine, il sistema è suscettibile di ulteriori implementazioni ed evoluzioni, così come elencate nel seguito:

- Comando di attuazione della rotazione cassa anche nelle deviate, con inserimento di trasduttori e sensori aggiuntivi (ad esempio sistemi di visione e/o simili);

- pilotaggio del sistema di sospensione laterale attiva ed intelligente (variabile in base alla reale massa gravante);

- governo di sistema antiserpeggio attivo (non più solo ammortizzatore, ma anche attuatore in grado di intervenire per fenomeni transitori specifici e localizzati;

- sistema di assetto del pantografo;

- interfacciamento con sistemi di controllo e sicurezza a bordo veicolo, quali sistemi di Ripetizione Segnali ed ATC (Automatic Train Controll), da cui attingere ulteriori informazione da utilizzare come evento per la verifica di congruenza della linea;

- gestione e controllo in tempo reale della velocità di marcia di massima sicurezza consentita su un tratto di linea;

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- gestione di informazioni di viaggio (ad esempio prossima fermata, tempo stimato di arrivo, etc;

- pilota automatico;

- sistema esperto per diagnostica e statistica (ad esempio associazione di fenomeni comportamentali anomali appunti specifici di linea, a causa del deterioramento della linea stessa, e quindi richiesta del sistema di transito a velocità limitata sull'evento, e non per l'intera tratta);

- possibile fornitura di servizi al gestore di linea, in termini di archivio dati aggiornato e dettagliato delle linee, abbinabili all'acquisizione dei profili ottenibili con lo strumento NCP.

Ulteriori future applicazioni del sistema secondo l'invenzione potranno inoltre essere rivolte al comando di servisistemi per la sterzata degli assi in applicazioni tranviarie, nonchè ad applicazioni tranviarie e metropolitane a guida automatica, cioè senza manovratore.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per il comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario, mediante l'intervento di mezzi attuatori (6) agenti sulla cassa in modo da effettuare, durante la marcia del veicolo lungo curve di linee ferroviarie, rotazioni della cassa intorno ad un asse longitudinale verso l'interno della curva tendenti a compensare l'accelerazione centrifuga, ed in cui l'intervento di detti mezzi attuatori (6) è pilotato in funzione delle condizioni di marcia del veicolo e delle caratteristiche della curva, caratterizzato dal fatto che consiste nel memorizzare i dati di linee ferroviarie, nel predefinire in funzione di detti dati di linea memorizzati corrispondenti modalità di pilotaggio di detti mezzi attuatori (6), nel rilevare la posizione reale del veicolo lungo una linea ferroviaria, nel verificare la rispondenza fra la posizione reale del veicolo rilevata e i dati di linea memorizzati, e nel pilotare detti mezzi attuatori (6) in conformità a dette modalità predefinite di pilotaggio se detta rispondenza è verificata.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i dati memorizzati

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

includono un archivio di dati (13) di linee ferroviarie diverse selezionabili.

3. Metodo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto archivio di dati (13) è costruito mediante autoapprendimento delle caratteristiche delle linee ferroviarie.

4. Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui il veicolo ferroviario è provvisto di mezzi trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici (1, 2, 3), caratterizzato dal fatto che detto autoapprendimento viene effettuato durante corse del veicolo lungo le linee ferroviarie registrando dati di linea rilevati tramite detti mezzi trasduttori (1, 2, 3).

5. Metodo secondo la rivendicazione 2 o la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto archivio di dati (13) è costruito mediante l'introduzione di caratteristiche note delle linee ferroviarie.

6. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta posizione reale del veicolo viene rilevata tramite un dispositivo di localizzazione satellitare (14).

7. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la verifica della rispondenza fra la posizione reale rilevata del

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

veicolo e i dati di linea memorizzati prevede il confronto fra una pluralità di eventi consecutivi della linea e i dati di linea memorizzati.

8. Sistema di comando di una cassa ad assetto variabile di un veicolo ferroviario, in cui detta cassa è girevole intorno ad un asse longitudinale, comprendente mezzi attuatori (6) agenti sulla cassa in modo da effettuare, durante la marcia del veicolo lungo curve di linee ferroviarie, rotazioni della cassa verso l'interno della curva tendenti a compensare l'accelerazione centrifuga, e mezzi di pilotaggio (8, 9) di detti mezzi attuatori (6) in funzione delle condizioni di marcia del veicolo e delle caratteristiche della curva, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pilotaggio (8, 9) comprendono:

- mezzi di archivio (13) contenenti dati di linee ferroviarie memorizzati,
- mezzi di rilevamento (14) della posizione reale del veicolo lungo una linea ferroviaria, e
- un'unità di riconoscimento (15) collegata operativamente a detti mezzi di archivio (13) e a detti mezzi di rilevamento (14) e predisposta per verificare la rispondenza fra la posizione reale del veicolo rilevata da detti mezzi di rilevamento (14) e i dati di linea memorizzati in detti mezzi di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

archivio (13) e per pilotare detti mezzi attuatori (6) secondo modalità di pilotaggio predefinite in funzione di detti dati di linea memorizzati, se detta rispondenza è verificata.

9. Sistema secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che i mezzi di rilevamento includono un dispositivo di localizzazione satellitare (14).

10. Sistema secondo la rivendicazione 8, in cui il veicolo ferroviario è provvisto di mezzi trasduttori accelerometrici, giroscopici e tachimetrici (1, 2, 3), caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un'unità di memorizzazione (10) predisposta per costruire detti mezzi di archivio (13) mediante autoapprendimento attraverso i segnali di detti trasduttori (1, 2, 3) durante corse del veicolo lungo le linee ferroviarie.

11. Sistema secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detta unità di memorizzazione (10) è inoltre predisposta per l'inserimento in detti mezzi di archivio (13) di caratteristiche note predefinite delle linee ferroviarie.

12. Sistema secondo la rivendicazione 8, in cui il veicolo è inoltre provvisto di mezzi attuatori (7) associati ad un sistema di sospensione laterale

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

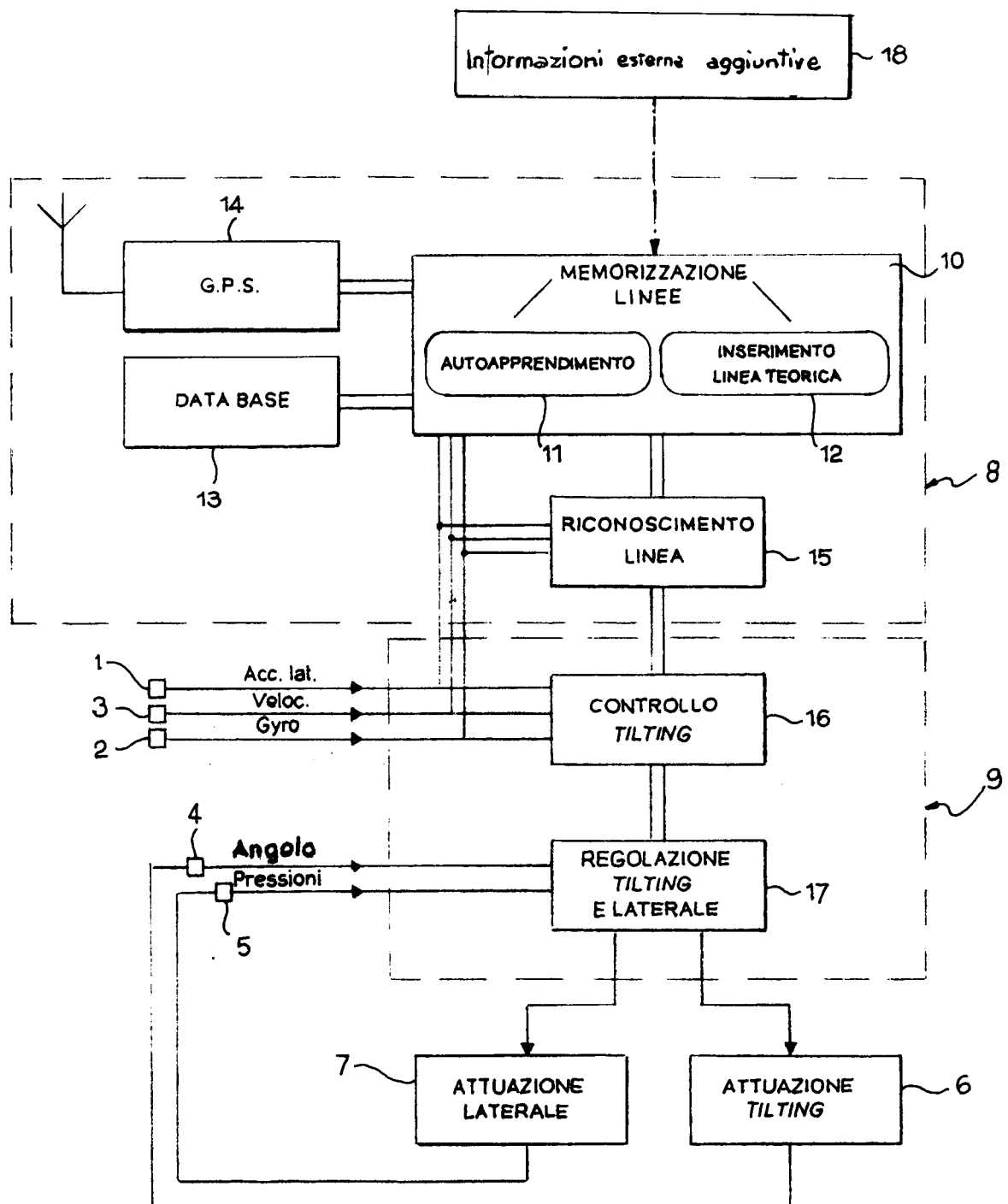
attiva della cassa, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di pilotaggio (8, 9) sono inoltre predisposti per pilotare detti mezzi attuatori (7) del sistema di sospensione laterale attiva in funzione dei dati di linea memorizzati in detti mezzi di archivio (13).

13. Sistema secondo la rivendicazione 10, comprendente un dispositivo di comando (9) di detti mezzi attuatori (6) tramite i segnali generati da detti trasduttori (1, 2, 3), detto sistema essendo inoltre caratterizzato dal fatto di operare in parallelo a detto dispositivo di comando (9) e di sostituirsi a questo soltanto quando detta unità di riconoscimento (15) verifica la rispondenza fra la posizione reale del veicolo e i dati di linea memorizzati.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

Ing. Franco BUZZI
M. Iscritt. ALBO 259
(in proprio e per gli altri)





lps