



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

DOMANDA NUMERO	102000900845655
Data Deposito	12/05/2000
Data Pubblicazione	12/11/2001

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B		

Titolo

APPARECCHIATURA LASER PER IL CONTROLLO DELLE ROTAIE DI UNA LINEA FERROTRAMVIARIA.

VE 2000A000023

DESCRIZIONE

dell'invenzione avente per titolo:

"Apparecchiatura laser per il controllo delle rotaie di una linea ferrotramviaria"
della TECNOGAMMA S.A.S DI ZANINI E. & C. a Badoere di Morgano (TV)
depositata il 12 maggio 2000 presso l'Ufficio Provinciale dell'Industria, del
Commercio e dell'Artigianato di Venezia al numero di domanda

VE 2000A000023

La presente invenzione concerne un'apparecchiatura laser per il controllo delle rotaie di una linea ferrotramviaria.

E' noto che le rotaie di una linea ferrotramviaria sono soggette con l'uso ad usura ed a deformazioni, che nel tempo tendono ad aumentare sempre più e ad interessare tutto il materiale rotabile, con fenomeni di vibrazioni, rumorosità e sollecitazioni anomale e tendenti ad aumentare progressivamente nel tempo, fino a richiedere interventi di rettifica e di sostituzione delle rotaie stesse.

La corretta valutazione del momento nel quale questi interventi devono essere effettuati è legato all'entità delle deformazioni, e questa può essere rilevata con periodiche misurazioni dei parametri delle rotaie, utilizzando particolari rilevatori a contatto, i quali peraltro sono in grado di operare su singoli parametri e limitano sensibilmente l'utilizzabilità dei dati rilevati.

E' anche noto, quale tecnica generale di misura laser, il metodo cosiddetto della triangolazione, per rilevare senza contatto il profilo di un oggetto in genere. Tale tecnica prevede di investire l'oggetto con un fascio laminare di luce laser e di leggere con una telecamera, il cui asse ottico è inclinato rispetto alla direzione del fascio laser, la forma, generata dall'interferenza di questo fascio con l'oggetto in esame.

Questo metodo ha trovato molteplici applicazioni in svariati settori tecnici, ma mai è stato applicato al settore ferrotramviario per rilevare in corsa il profilo di una rotaia, ed in realtà non avrebbe neppure potuto essere applicato, date le specifiche esigenze esistenti in questo settore, ed in particolare la necessità di effettuare il rilevamento in corsa ad elevata velocità, la necessità di rilevare tutti i parametri richiesti per conoscere con

completezza lo stato della linea ferrotramviaria, ed in sostanza la necessità di gestire su un unico sistema informatico tutti i dati di questa, in modo da dare una visione globale del suo stato e da consentire di effettuare delle analisi di correlazione tra i vari dati.

Scopo pertanto dell'invenzione è di rilevare tutti i parametri di una linea ferrotramviaria senza alcun contatto con le rotaie e senza dover ricorrere a dispositivi meccanici di centratura. In particolare scopo dell'invenzione è di acquisire informazioni sul profilo reale della rotaia, sul grado di usura e di deformazioni verticale e trasversale.

Altro scopo dell'invenzione è di poter effettuare gli stessi rilievi sull'ago di una rotaia.

Altro scopo dell'invenzione è di rilevare i parametri della geometria delle rotaie, compresa la loro differenza di altezza.

Altro scopo dell'invenzione è di rilevare l'usura ondulatoria delle rotaie.

Altro scopo dell'invenzione è di effettuare tutte le rilevazioni sulle rotaie immunizzando l'apparecchiatura di rilevamento dalle oscillazioni e deformazioni del veicolo, sul quale essa è montata.

Tutti questi scopi ed altri che risulteranno dalla descrizione che segue sono raggiunti, secondo l'invenzione, con un'apparecchiatura laser per il controllo delle rotaie di una linea ferrotramviaria, caratterizzata dal fatto di comprendere almeno due unità di rilevamento montate su una carrozza ferrotramviaria ed operanti almeno sulla parte interna delle due rotaie, lungo le quali viene fatta avanzare detta carrozza, ed un'unità di elaborazione dei segnali trasmessi da dette unità di rilevamento, ciascuna delle quali comprende almeno un rilevatore a triangolazione.

La presente invenzione viene qui di seguito ulteriormente chiarita in alcune sue preferite forme di pratica realizzazione riportate a scopo puramente esemplificativo e non limitativo con riferimento alle allegate tavole di disegni, in cui:

- la figura 1 illustra schematicamente il principio sul quale si basa il rilevamento del profilo trasversale di una rotaia,
- la figura 2 mostra schematicamente l'apparecchiatura secondo l'invenzione nella sua forma di realizzazione più semplice, per il rilevamento del profilo interno e superiore delle due rotaie,
- la figura 3 la mostra nella forma di realizzazione prevista per rilevare il profilo completo di una rotaia,
- la figura 4 illustra schematicamente il principio sul quale si basa il rilevamento dell'usura ondulatoria di una rotaia,
- la figura 5 mostra l'apparecchiatura secondo l'invenzione nella forma di realizzazione prevista per rilevare il profilo completo delle rotaie, la loro usura ondulatoria e la geometria del binario,
- la figura 6 illustra schematicamente il sistema di compensazione automatica degli errori dovuti alle deformazioni elastiche del telaio della carrozza ferrotramviaria, e
- la figura 7 mostra in vista prospettica dall'esterno un contenitore racchiudente un'unità di rilevamento.

Come si vede dalle figure, l'apparecchiatura secondo l'invenzione utilizza il principio di rilevamento basato sulla triangolazione ottica ottenuta con un fascio laser ed una matrice di punti. Più particolarmente, con riferimento alla figura 1, il fascio laser 2 viene generato da una sorgente allo stato solido 4, ad esempio per mezzo di una lente cilindrica (non raffigurata)

in grado di rendere uniforme la distribuzione del fascio 2 e di conformarlo a lama.

L'interferenza tra il fascio laser 2 a lama e la rotaia 6 evidenzia una linea luminosa correlato al profilo della stessa e questo viene rilevato da una speciale telecamera 8, che è posizionata con una certa angolazione rispetto al fascio laser 2 e che utilizza un sensore ad elevata risoluzione (1.000 x 1.000 pixel) e ad altissima frequenza di acquisizione (100 ÷ 2.000 misure/secondo).

Il segnale digitale generato da detta telecamera 8 e corrispondente alla linea di interferenza del fascio laser 2 con la rotaia 6, viene inviato ad una unità di elaborazione, che in base anche ai parametri geometrici dell'apparecchiatura è in grado di ricostruire con elevata precisione il profilo reale della rotaia.

Nella forma di realizzazione più semplice, illustrata in figura 2, l'apparecchiatura secondo l'invenzione comprende due rilevatori a triangolazione, uno per ciascuna rotaia 6, che complessivamente costituiscono un'unità di rilevamento 10 montata a bordo di una carrozza ferroviaria, sulla quale è pure installata l'unità di elaborazione. Alternativamente nella carrozza può essere installata una unità di registrazione in grado di memorizzare i segnali di lettura dei due rilevatori per la loro elaborazione differita.

I due rilevatori a triangolazione dell'unità di rilevamento 10 ora descritta sono posti in modo che i due fasci laser 2 emessi dalle due sorgenti 4 siano focalizzati sul lato interno delle due rotaie 6 e quindi evidenzino le fasce longitudinali interna e superiore di queste, e cioè quelle più significativa ai fini della determinazione di eventuali deformazioni e/o usure.

E' tuttavia previsto che in una forma di realizzazione più completa, illustrata in figura 3, che a ciascuna rotaia 6 sia associata una unità di rilevamento comprendente tre rilevatori a triangolazione e cioè tre sorgenti laser 14 e tre telecamere 18, operanti su tre differenti fasce longitudinali (interna, superiore, esterna) di ciascuna rotaia 6, allo scopo di poter rilevare con la prefissata cadenza il completo profilo di ciascuna di queste. Questa forma di realizzazione è particolarmente utile per rilevare anche il profilo dell'ago 12 della rotaia 6, e cioè la sua porzione rastremata prevista negli scambi.

Il profilo reale di ciascuna rotaia, viene così trasmesso all'unità di elaborazione, che lo confronta con il profilo teorico per determinare il grado di usura della rotaia stessa.

Nella forma di realizzazione schematica, illustrata in figura 4, ciascuna unità di rilevamento comprende anche una ulteriore coppia di rivelatori a triangolazione disposti longitudinalmente allineati lungo ciascuna rotaia 6 e focalizzati sulla parte superiore del fungo di questa. In questo caso le due telecamere 28, che hanno rilevato i due profili luminosi ottenuti con l'interferenza tra i due fasci laser generati dalle due sorgenti 24 con la rotaia 6, inviano i corrispondenti segnali all'unità di elaborazione, che con un idoneo soft-ware è in grado di calcolare la derivata della misura differenziale ottenuta da ciascuno di questi e di determinare quindi l'usura ondulatoria della rotaia stessa.

In questo caso le due telecamere 28 rilevano la parte superiore del profilo della rotaia, per consentire all'unità di elaborazione di analizzare la successione delle parti di profilo lette con la prefissata cadenza e di rilevare la rettilineità o meno della superficie di contatto della rotaia stessa.

Nella forma di realizzazione più completa, illustrata in figura 5, l'apparecchiatura secondo l'invenzione prevede che a bordo della carrozza ferrotramviaria siano installate per ciascuna rotaia 6 tre rilevatori 18 del profilo trasversale della rotaia stessa, agenti su tre differenti fasce longitudinali di questa e due rilevatori 28 longitudinalmente allineati e focalizzati sulla parte superiore del fungo della rotaia stessa e costituenti con le precedenti un'unità di rilevamento centrale 10. Oltre a questa sono previste, sempre a bordo della carrozza, altre due unità estremali di rilevamento, rispettivamente anteriore 20 e posteriore 30, preferibilmente poste, rispetto all'unità centrale 10, alla massima distanza compatibile con le dimensioni longitudinali della carrozza stessa.

Ciascuna unità estemale, anteriore 20 e posteriore 30, comprende per ciascuna rotaia 6 un rilevatore a triangolazione, che con il corrispondente rilevatore dell'unità centrale 10 è in grado di rilevare con la prefissata cadenza in tre punti longitudinalmente distanziati di ciascuna rotaia le due coordinate caratteristiche del punto di rilevamento istantaneo e cioè la coordinata verticale, misurata sulla parte superiore della superficie orizzontale della rotaia e la coordinata orizzontale, misurata sulla parete verticale interna del fungo della rotaia. Queste due coordinate, rilevate, come si è detto, in tre parti longitudinalmente distanziate, consentono all'unità di elaborazione di calcolare i vari parametri della geometria del binario, ed in particolare:

- lo scartamento,
- il raggio di curvatura,
- l'allineamento orizzontale,
- l'allineamento verticale,
- lo sghembo.

In figura 6 è schematizzato il principio di compensazione degli errori dovuti alle deformazioni elastiche della carrozza ferrotramviaria. Esso prevede che la posizione in altezza di ciascun rilevatore a triangolazione posto nelle due unità di rilevamento estremali 20 e 30 sia controllata da una barra laser 32 emessa da una sorgente 34 posta nell'unità centrale di rilevamento 10 e ricevuta da un sensore 16 posto nell'unità estrema 20, 30 ed in grado di costituire un preciso allineamento dei punti di misura. Il mancato allineamento determina un segnale che attraverso un idoneo software è in grado di compensare automaticamente gli errori di misura che ne derivano.

Ciascuna unità di rilevamento, centrale 10 o estrema 20, 30, è preferibilmente racchiusa entro un robusto contenitore metallico 22 (cfr. figura 7) provvisto di staffe per il montaggio sul telaio della carrozza. La parte inferiore del contenitore 22, rivolta verso le rotaie 6, è provvista di finestre 36 per le sorgenti laser 4,14,24 e per le telecamere 8, 18, 28, e queste finestre possono essere simultaneamente chiuse per azionamento di uno schermo scorrevole di protezione 26, azionabile automaticamente dal sistema.

E' anche previsto, allo scopo di assicurare una pulizia automatica dei vetri delle finestre 36, che allo schermo scorrevole di protezione 26 sia associata per ciascuna finestra 36 del contenitore 22 una spazzola in gomma (non visibile nei disegni) che con i movimenti di detto schermo scorre sulla corrispondente finestra, mantenendola pulita.

Da quanto detto risulta chiaramente che l'apparecchiatura secondo l'invenzione si presenta alquanto vantaggiosa, ed in particolare:

- consente di rilevare i parametri di interesse di una linea ferroviaria senza alcun contatto con le rotaie e senza la necessità di alcun dispositivo meccanico di centratura,

- consente di rilevare, a seguito del confronto tra il profilo rilevato di una rotaia ed il suo profilo teorico, il grado di usura e di deformazione sia in senso verticale che in senso orizzontale,
- consente di rilevare i parametri della geometria delle rotaie,
- consente di rilevare l'usura ondulatoria delle rotaie,
- è insensibile alle deformazioni elastiche ed alle oscillazioni della carrozza ferroviaria, sulla quale essa è montata, ed effettua pertanto rilevazioni prive di errori.

La presente invenzione è stata illustrata e descritta in alcune sue preferite forme di realizzazione, ma si intende che varianti esecutive potranno ad esse in pratica apportarsi, senza peraltro uscire dall'ambito di protezione del presente brevetto per invenzione industriale.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura laser per il controllo delle rotaie di una linea ferrotramviaria caratterizzata dal fatto di comprendere almeno due unità di rilevamento (4, 8) montate su una carrozza ferrotramviaria ed operanti almeno sulla parte interna delle due rotaie (6), lungo le quali, viene fatta avanzare detta carrozza, ed una unità di elaborazione dei segnali trasmessi da dette unità di rilevamento, ciascuna delle quali comprende almeno un rilevatore a triangolazione.
2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 caratterizzata dal fatto che ciascuna unità di rilevamento comprende tre rilevatori a triangolazione (14, 18) disposti angolati su uno stesso piano sostanzialmente ortogonale all'asse longitudinale della rispettiva rotaia (6) ed operanti sulle tre fasce longitudinali interna, centrale ed esterna di questa.
3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 caratterizzata dal fatto che ciascuna unità di rilevamento comprende inoltre almeno due rilevatori a triangolazione (24, 28) posti allineati lungo l'asse della rotaia (6) e focalizzati sulla parte superiore del fungo di questa per la determinazione dell'usura ondulatoria delle rotaie.
4. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 3 caratterizzata dal fatto di comprendere un'unità di rilevamento centrale (10), nella quale sono posti i rilevatori di profilo delle rotaie (6), e una coppia di unità di rilevamento estremali (20, 30), poste a monte ed a valle di detta unità di rilevamento centrale (10) e comprendenti ciascuna almeno un rilevatore di profilo dello stesso tipo previsto in detta unità centrale (10), per la determinazione con questo, a seguito dell'elaborazione dei segnali generati da detti rilevatori di profilo, della geometria del binario.

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4 caratterizzata dal fatto di comprendere generatori di segnali laser (34) localizzati sull'unità centrale di rilevamento (10) e sensori (16) di segnali laser, localizzati su dette unità estremali di rilevamento (20, 30) ed operativamente associati a detti generatori di segnali laser (34) per misurare le deformazioni elastiche del telaio della carrozza ferrotramviaria e compensare automaticamente gli errori di misura che ne derivano.

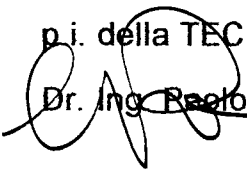
6. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 5 caratterizzato dal fatto che ciascuna unità di rilevamento (10, 20, 30) è costituita da un contenitore (22) dei vari rilevatori laser, applicabile alla carrozza ferrotramviaria e provvisto nella parte inferiore, che è rivolta verso le rotaie (6), di finestre (36) associate alle sorgenti laser (4, 14, 24, 34) ed alle telecamere (8, 18, 28).

7. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 6 caratterizzata dal fatto che alla parete di contenitore (22) interessato dalle finestre (36) è associato uno schermo (26), che è provvisto di aperture disposte conformemente a dette finestre (36) ed è scorrevole tra due posizioni estreme, in una delle quali dette aperture sono affacciate a dette finestre.

8. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 7 caratterizzata dal fatto che lo schermo (26) è provvisto di spazzole associate alle varie finestre (36) del contenitore e scorrevoli sul vetro di queste a seguito dei movimenti di detto schermo.

9. Apparecchiatura laser per il controllo delle rotaie di una linea ferrotramviaria secondo le rivendicazioni da 1 a 8 e sostanzialmente come illustrata e descritta.

p.i. della TECNOGAMMA S.A.S DI ZANINI E. & C.


Dr. Ing. Paolo Piovesana

