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

UIBM

DOMANDA NUMERO	**102008901669070**
Data Deposito	**17/10/2008**
Data Pubblicazione	**17/04/2010**

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	61	K		

Titolo

SISTEMA OPERA

BA2008A000043

DESCRIZIONE INVENZIONE INDUSTRIALE

1. TITOLO: SISTEMA OPERA, a nome di ESIM Srl – Elettrica Società Impianti Meridionali Srl – con sede in Bari, Via degli Ebanisti n° 1, c.f. e p. Iva 04048900726.

2. RIASSUNTO: il Sistema OpeRA, Optoelectronic Railways Analysis intende brevettare un metodo innovativo per la effettuazione di misure dirette sul binario al fine di poter valutare quelli che sono i parametri classici della geometria del binario. La tecnologia adoperata è non a contatto. Il sistema OpeRA è progettato per essere installato su di un rotabile ferroviaro quindi per effettuare le misurazioni in movimento.

Opera è un sistema in grado effettuare misure inerenti la geometria del binario.

I parametri misurati dal sistema sono i seguenti:

- Scartamento
- Allineamenti destro e sinistro
- Livelli destro e sinistro
- Sghembo
- Sopraelevazione
- Raggio di curvatura
- Profili interni rotaia destra e sinistra

Il sistema OpeRA fornisce un quadro generale dello stato dei binari in analisi nel rispetto della normale circolazione ferroviaria e della sicurezza dei

passeggeri.

La sensoristica utilizzata sfrutta il principio della triangolazione laser per le misure metriche e l'effetto giroscopico per le misure inerziali degli spostamenti.

I sensori laser forniscono misure relative al binario elaborate mediante algoritmi basati sul principio della freccia corda; tali misure vengono integrate e confrontate mediante la misura degli spostamenti effettuata con i sensori inerziali.

---

3. DESCRIZIONE: PROGETTO DEL SISTEMA OPERA

1. Finalità del sistema

Obiettivo del progetto è dare una analisi accurata della geometria del binario in base ai difetti che lo stesso può presentare a livello individuale e relativo, monitorando altresì le usure delle singole rotaie e le interazioni fra ruota e rotaia. Il sistema OpeRA fornirà quindi un quadro generale dello stato dei binari in analisi nel rispetto della normale circolazione ferroviaria e della sicurezza dei passeggeri.

2. Analisi dei parametri Geometrici

Lo scopo del sistema di misura OpeRA è quello di effettuare delle misure dirette sul binario al fine di poter valutare quelli che sono i parametri classici

della geometria del binario. Tutto ciò viene effettuato utilizzando un sistema di rilevamento non a contatto. Nella tabella in basso sono riportati i parametri che il sistema di misura OpeRA, attraverso opportune trasformazioni e valutazioni, sarà in grado di rilevare:

Parametro
Scartamento
Livello Longitudinale rotaie Dx e Sx (freccia e parametro ricolorato)
Allineamento rotaie Dx e Sx (freccia e parametro ricolorato)
Sopraelevazione
Sghembo
Curvatura
Profilo interno rotaie Dx e Sx

3. Dettaglio e Accuratezze dei parametri misurati:

Parametro	Accuratezza	Risoluzione
Scartamento	±1 mm	0.5 mm
Livelli longitudinali		
D1 (3-25m)	±1 mm	0.5 mm
D2 (25-70m)	±3 mm	0.5 mm
D3 (>70m)	±5 mm	0.5 mm
Allineamenti		
D1 (3-25m)	±1.5 mm	0.5 mm
D2 (25-70m)	±4 mm	0.5 mm
D3 (>70m)	±10 mm	0.5 mm
Sopraelevazione	±5 mm	1 mm
Sghembo	±1.5 mm	0.5 mm
Profilo interno rotaie Dx e Sx	0.3 mm	0.01 mm

4. Sistema OpeRA e sua Tecnologia di misura.

Il sistema di misura OpeRA integra tecnologie di triangolazione laser con sistemi inerziali di precisione. La semplicità di installazione permette l'utilizzo del sistema su qualsiasi tipo di rotabile: passeggeri, merci o dedicato.

Le misure sono effettuate su diversi e importanti parametri della geometria del binario e del profilo interno della rotaia.

Il software del sistema di misura OpeRA è dotato di un'interfaccia grafica che permette la lettura dei dati in tempo reale e di un database capace di archiviare tutte le misurazioni di una tratta percorsa e di localizzarle mediante l'integrazione con un sistema di odometria.

Il Sistema di misura OpeRA è composto da diversi sotto sistemi progettati in maniera tale da essere totalmente indipendenti tra loro, ciò comporta semplicità di manutenzione e di integrazione. In quest'ottica vengono anche semplificate eventuali operazioni di upgrade del sistema e di *customizzazione* in base ad esplicite richieste del cliente. I sottosistemi di misura sono tutti dotati di una propria unità di elaborazioni sviluppata su piattaforma Windows e di due unità centrali di sincronizzazione e di archivio sempre su piattaforma Windows.

In dettaglio il sistema di misura OpeRA è composto come segue:

- Sezione Opto Box Front
- Sezione Opto Box Central
- Sezione Opto Box Rear
- Unità di elaborazione Profili
- IMU
- Unità di elaborazione Inerziale
- Unità di elaborazione Geometria Binario
- Unità di Sincronizzazione
- Unità di Archivio
- Sistema d'interfaccia all'odometria e distribuzione sincronismi

Ogni singola sezione Opto Box è composta da due Box (Destro e Sinistro, per ogni singola rotaia). I due Box di ogni singola sezione hanno funzioni molteplici, infatti sono utilizzati per il sistema di profilometria della rotaia e per la misura di alcuni parametri della geometria del binario (scartamento, livelli longitudinali, allineamenti, curvatura).

La necessità di avere tre diverse sezioni di misura è figlia della scelta di utilizzare il metodo della corda-freccia per il calcolo dei parametri di livello e di allineamento sopra indicati.

L'unità IMU è dedicata alla ricostruzione del moto, dal quale saranno estrapolati i restanti parametri della geometria del binario (sopraelevazione e sghembo).

5. Sistema di misura dei profili

Il sottosistema di misura dei profili si basa sul principio di triangolazione. Un raggio laser in origine puntiforme muta la propria morfologia attraverso un sistema di lenti, ne risulta un fascio di scansione che viene proiettato sulla rotaia in modo da evidenziarne il profilo. L'area della rotaia illuminata dal laser viene ispezionata da una telecamera digitale. In Figura 1 è schematizzato il principio di funzionamento del sistema.

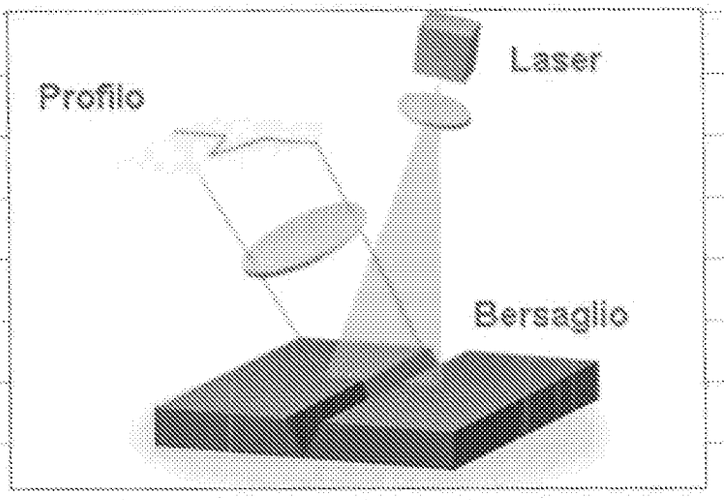

Figura 1: Schema di funzionamento del sistema di triangolazione

La risoluzione del sistema è data dalla qualità del fascio laser di scansione e dalla risoluzione della telecamera digitale preposta all'acquisizione dell'immagine. Gli strumenti impiegati riflettono lo stato dell'arte della profilometria.

La telecamera digitale è collegata a un host di elaborazione delle immagini dedicato al calcolo del profilo reale. La sincronizzazione delle misure avviene mediante un sistema di odometria che fornisce i trigger alle unità di acquisizione e invia nella RDT dei pacchetti con tutte le informazioni necessarie per collocare l'acquisizione nello spazio (progressiva chilometrica, tratta, velocità etc). Le misure sono effettuate con intervallo spaziale di 0.5m.

6. Sistema di misura della geometria

Il sottosistema di misura della geometria è composto da 6 box suddivisi in tre

sezioni come sopra dettagliato e da un sistema di misura inerziale (IMU). I box oltre a dare informazioni puntuali sulla posizione relativa del carrello rispetto alle rotaie forniscono i dati necessari al calcolo dello scartamento, dei livelli longitudinali, degli allineamenti e del raggio di curvatura. La piattaforma inerziale, che altro non è che l'unità inerziale alla base del sottosistema IMU, fornisce il valore d'inclinazione trasversale del carrello, nonché i valori delle velocità angolari calcolati mediante giroscopi ottici. Tali valori verranno utilizzati all'interno di un opportuno algoritmo per il calcolo dei parametri di sopraelevazione e sghembo. In Figura 2 è possibile osservare uno schema del sistema di misura della geometria.

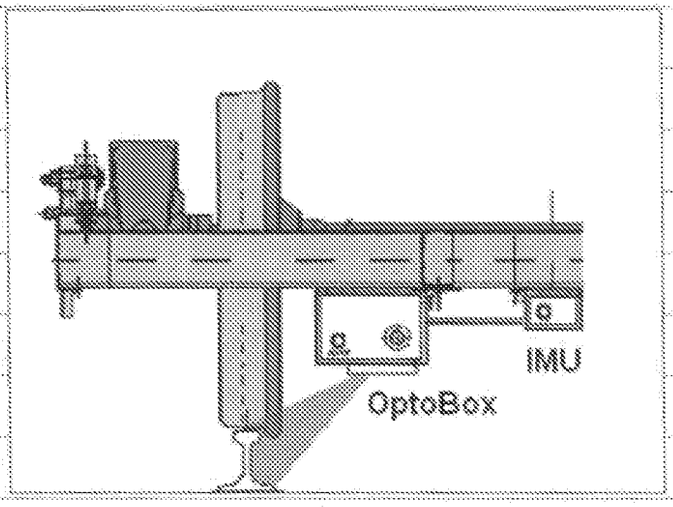

Figura 2: Schema del sistema di misura della geometria

Una volta acquisite, tutte le informazioni vengono processate mediante potenti algoritmi, localizzate da un sistema di odometria e visualizzate graficamente. Le misure sono effettuate con intervallo spaziale di 0.5m.

I parametri misurati sono di seguito elencati

- Scartamento
- Livello longitudinale
- Allineamento
- Sopraelevazione
- Sghembo
- Curvatura

I parametri Allineamento e Livello longitudinale sono calcolati su lunghezze d'onda differenti, nella fattispecie 3-25m (banda D1), 25-70m (banda D2), >70m (banda D3). La base di calcolo dello sghembo è impostabile dall'utente.

7. Architettura del Sistema OpeRA

L'architettura del sistema OpeRA è tutta basata su interfacce di comunicazioni standard TCP/IP, e ciò la rende del tutto innovativa nello stato dell'arte dei sistemi di misura dei parametri della Geometria del Binario. Parallelamente è sviluppato un sistema di sincronismi spaziali e temporali per la corretta localizzazione di ogni singola misurazione. Nella figura in basso è rappresentato uno schema a blocchi del Sistema OpeRA.

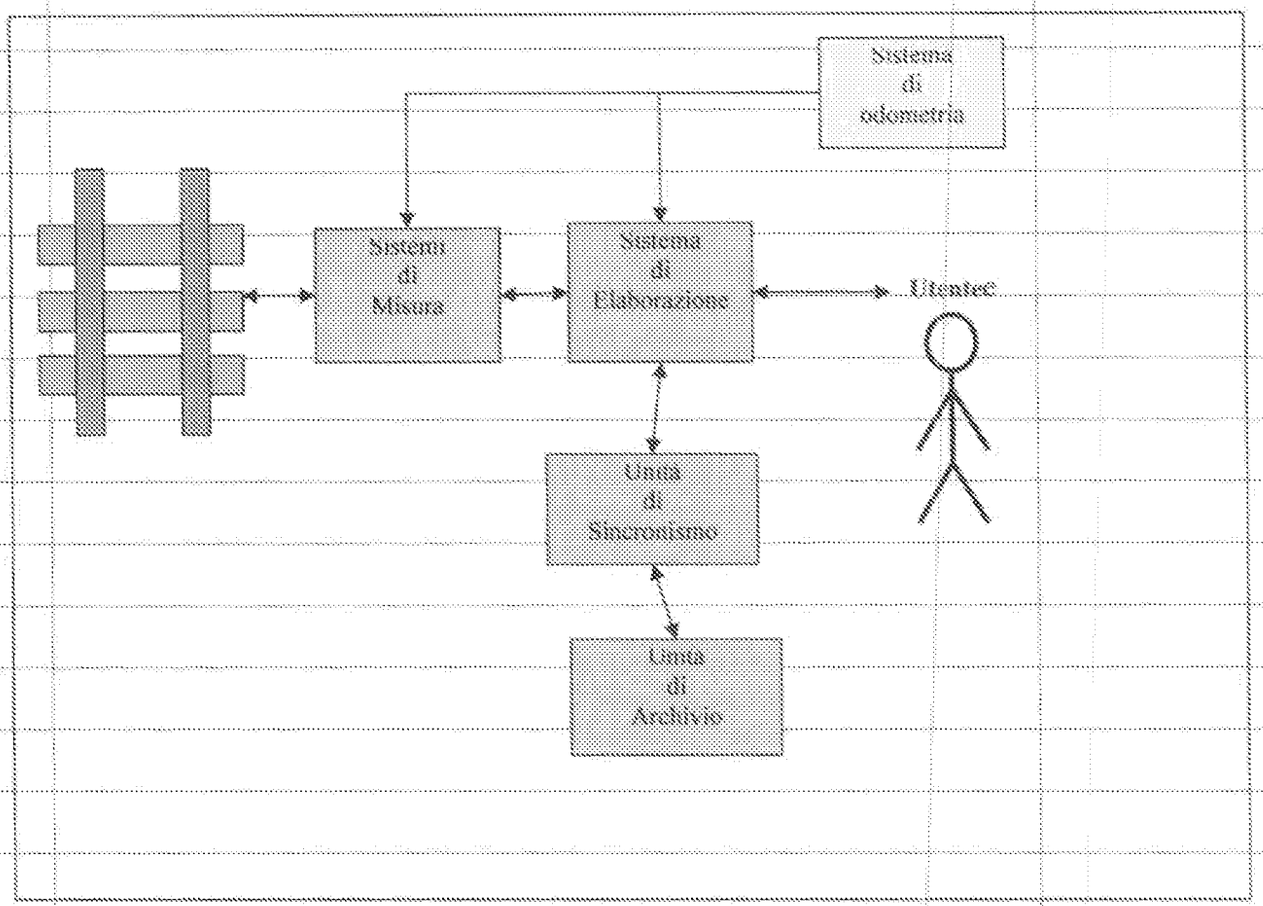

Figura 3: Schema a blocchi del sistema OpeRA

7.1 Sistema di elaborazione

Le Unità di elaborazione gestiscono i vari sistemi di misura via Ethernet e forniscono l'interfaccia utente per l'interazione con il Sistema OpeRA. Le Unità elaborano in tempo reale i dati acquisiti calcolano un codice di controllo relativo alla progressiva chilometrica e conteggia il numero dei pacchetti dati. Le Unità di elaborazione sono due:

- UGB: Unità elaborazione Geometria Binario

- UEI: Unità Elaborazione Inerziale

Ognuna di esse è composta da un PC con le seguenti caratteristiche:

- Sistema operativo Windows XP
- Scheda di rete Gigabit Ethernet
- Software di controllo

Il Software di controllo riceve pacchetti TPC/IP dai sistemi di misura e dal sistema di odometria contenenti rispettivamente i dati relativi alle misure effettuate e le informazioni per la sincronizzazione e la localizzazione delle acquisizioni.

7.2 Unità di sincronizzazione

L'Unità di sincronizzazione provvede all'associazione spazio temporale delle misure in modo che possano essere visualizzate e archiviate correttamente.

7.3 Unità di archivio

L'Unità di archivio si occupa di memorizzare tutte le acquisizioni effettuate dai sistemi di misura per poter permettere una post elaborazione off-line. I dati vengono memorizzati in un database.

7.4 Strutture di comunicazione dati

Nella Figura 4 sono evidenti le due strutture di comunicazione dei dati, la

Rete Dati Treno è basata su comunicazione Ethernet a cui sono collegati tutti gli host del sistema di misura OpeRA.

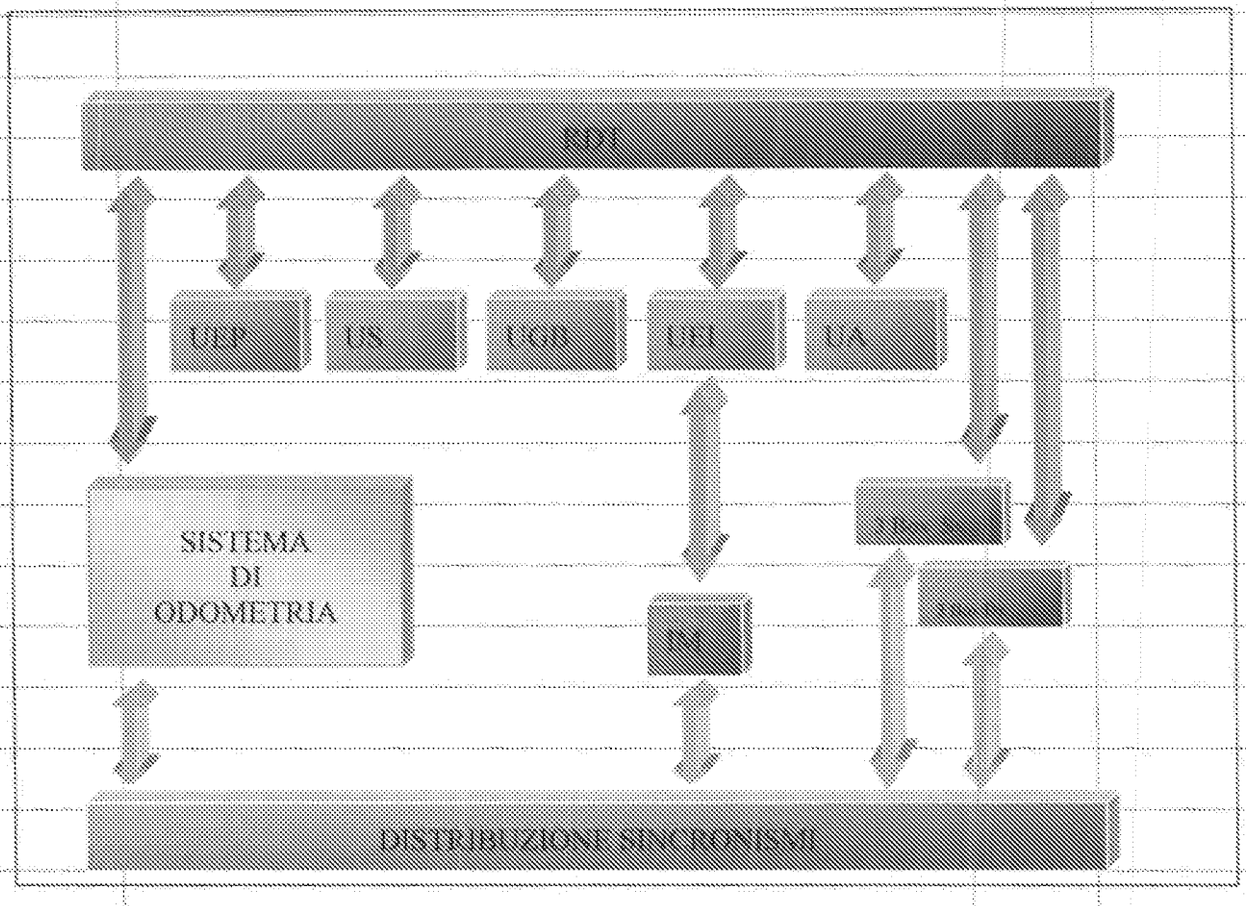

Figura 4: Architettura del sistema OpeRA

I sei Box sono altresì forniti di interfaccia Ethernet e collegati alla RDT in modo che i dati immessi in rete siano a disposizione di tutte le unità che ne necessitano. Il sistema di odometria, è interfacciato sia alla RDT che al

sistema di distribuzione dei sincronismi. In questo modo oltre a sincronizzare le misure mediante la generazione di trigger spaziali, invia in RDT dei pacchetti TCP/IP contenenti tutte le informazioni necessarie per localizzare la misura: tratta percorsa, senso di marcia, progressiva chilometrica, velocità di marcia, numero progressivo del pacchetto e ulteriori dati di controllo per tutte le unità.

Definizioni, acronimi e abbreviazioni

ADC	Analog to Digital Converter. Convertitore analogico digitale.
Convoglio	Gruppo di rotabili agganciati tra loro, compreso il mezzo di trazione.
DC	Direct Current
GUI	Graphical User Interface. Interfaccia grafica user-friendly.
IMU	Inertial Measurement Unit. Unità di misura degli angoli di rollio, imbardata, beccheggio e delle velocità angolari sugli assi cartesiani.
Indirizzo IP	Indirizzo numerico che distingue univocamente un HOST nella rete.
PC	Personal Computer.
POSTGRESQL	Software di gestione per database relazionali
RDT	Rete Dati Treno. Rete Ethernet necessaria per la comunicazioni dei dati necessaria al funzionamento delle apparecchiature di misura installate sul rotabile.
RFI	Rete Ferroviaria Italiana.

Rotabile	Qualunque mezzo su ruote, motore o trainato, atto a circolare esclusivamente su linee ferroviarie
SQL	Structured Query Language, linguaggio standard per la definizione gestione ed interrogazione dei database.
TCP	Tranfer Control Protocol, protocollo di comunicazione standard di rete orientato alla connessione.
Treno	Numero identificativo che classifica un convoglio.
UEP	Unità Elaborazione Profili
UA	Unità di Archivio
UEI	Unità di Elaborazione Inerziale
UEP	Unità di Elaborazione Profili
UGB	Unità Geometria Binario
US	Unità di Sincronizzazione
Allineamenti D1	Segnale di allineamento filtrato nella banda di lunghezze d'onda 3-25m
Allineamenti D2	Segnale di allineamento filtrato nella banda di lunghezze d'onda 25-70m
Allineamenti D3	Segnale di allineamento filtrato nella banda di lunghezze d'onda >70m.

Livelli longitudinali D1	Segnale di livello longitudinale filtrato nella banda di lunghezze d'onda 3-25m
Livelli longitudinali D2	Segnale di livello longitudinale filtrato nella banda di lunghezze d'onda 25-70m
Livelli longitudinali D3	Segnale di livello longitudinale filtrato nella banda di lunghezze d'onda >70m

RIVENDICAZIONI

- Le unità di rilevamento laser a triangolazione hanno interfaccia Ethernet.
- Le unità di rilevamento laser a triangolazione restituiscono le misurazioni direttamente in standard metrici senza necessità di post elaborazione e analisi dell'immagine.
- Le unità di rilevamento laser a triangolazione integrano il sistema digitale per l'identificazione e il filtraggio di picchi di segnale dovuti alle singolarità presenti sulla linea.
- Il sistema è dotato di schermi meccanici per la protezione dai raggi solari interferenti.
- I parametri della geometria del binario sono misurati con due principi differenti: freccia corda, inerziale ricostruendo gli spostamenti, i risultati vengono confrontati ed elaborati in tempo reale.
- I dati, relativi alle misurazioni effettuate, sia elaborati che non, possono essere inviati direttamente su qualsiasi infrastruttura di comunicazione basata su standard Ethernet
- Il sistema è dotato di un sottosistema di odometria integrato, indispensabile per la localizzazione di ogni misura.

Avv. RAFFAELE BIA