

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901805620A1

Publication Date

20110802

Applicant

DANIELI AUTOMATION S.P.A.

Title

DISPOSITIVO PER LA MISURA DI VELOCITA' DI PRODOTTI IN MOVIMENTO,
IN PARTICOLARE PRODOTTI LAMINATI METALLICI IN UNA LINEA DI
LAMINAZIONE, E RELATIVO PROCEDIMENTO

tuttavia sono costosi e complessi e che, per velocità basse, o negative, necessitano di costosi modulatori acusto-ottici.

5 Detti misuratori laser, inoltre, non sono adatti ad applicazioni dedicate a laminati di ridotta sezione, soggetti a vibrazioni od oscillazioni trasversali alla direzione di avanzamento, con spostamenti, rispetto alla stessa direzione di avanzamento, di entità paragonabile, o maggiore, della dimensione in sezione del laminato medesimo.

10 Infatti, in tali casi, l'utilizzo del laser, il quale produce un fascio di luce coerente sostanzialmente puntiforme che incide sul laminato, non garantisce, nel caso delle oscillazioni di cui sopra, il puntamento costante del dispositivo di misura, ciò portando ad imprecisioni o fallimenti nella misura della velocità.

Ulteriormente, nel caso di laminati tondi di piccolo diametro del tipo nervato, adatti per applicazioni strutturali nelle realizzazioni in cemento armato, nè la soluzione con rullo di misura a contatto, nè il misuratore laser ad effetto Doppler forniscono risultati accettabili a causa della particolare struttura della superficie del laminato.

15 Scopo del presente trovato è pertanto quello di realizzare un dispositivo di misura della velocità di prodotti in movimento, in particolare, ma non limitativamente, di prodotti laminati metallici in una linea di laminazione, e mettere a punto un relativo procedimento di misura, che sia senza contatto, economico, affidabile ed accurato.

20 Altro scopo del trovato è realizzare un dispositivo di misura di velocità, e mettere a punto un relativo procedimento, adatto a contesti nei quali sono presenti laminati, anche di ridotta sezione, soggetti a vibrazioni od oscillazioni trasversali alla direzione di avanzamento, anche di elevata entità, mantenendo, comunque un'elevata precisione ed affidabilità di misura.

25 Ulteriore scopo del presente trovato è realizzare un dispositivo di misura della velocità, e mettere a punto un relativo procedimento, adatto alla misura della velocità

di barre od altri laminati, di tipo nervato.

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per ottenere questi ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

5 ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle rivendicazioni indipendenti. Le relative rivendicazioni dipendenti espongono altre caratteristiche del presente trovato, o varianti dell'idea di soluzione principale.

10 In accordo con i suddetti scopi, e secondo un primo aspetto del presente trovato, un dispositivo per la misura della velocità di prodotti oblungi in movimento lungo una determinata direzione di avanzamento ed emittenti radiazioni, ad esempio di tipo infrarosse, in particolare prodotti laminati metallici in una linea di laminazione, comprende:

15 - almeno due sensori di radiazione, disposti reciprocamente a distanza ravvicinata ed atti a definire ciascuno una rispettiva finestra ottica di osservazione, le quali finestre sono disposte a distanza nota l'una dall'altra; ciascuna finestra essendo conformata in modo da coprire sempre l'immagine di una determinata porzione di prodotto in avanzamento pari alla larghezza della relativa finestra, indipendentemente dai possibili movimenti che effettua detta porzione di prodotto in avanzamento
20 trasversalmente alla direzione di avanzamento, detti sensori essendo atti ad osservare la suddetta porzione del prodotto che si presenta, di volta in volta, in corrispondenza delle associate finestre ottiche, consecutivamente lungo la direzione di avanzamento, detti sensori essendo atti, inoltre, a misurare in continuità l'intensità della radiazione emessa dalla porzione del prodotto in corrispondenza delle finestre ottiche;

25 - un gruppo di elaborazione elettronico atto a determinare, mediante l'elaborazione

di segnali elettrici associati all'intensità di radiazione rilevata e provenienti dai due sensori, utilizzando algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, il tempo impiegato dalla porzione del prodotto per transitare da una prima finestra ottica ad una seconda finestra ottica successiva, e quindi, sulla base della distanza nota tra dette due finestre ottiche, calcolare la velocità del prodotto.

In forme di realizzazione del presente trovato, detti sensori sono sensori ottici, ad esempio del tipo sensibili alle radiazioni infrarosse.

Vantaggiosamente, il dispositivo di misura comprende, inoltre, un gruppo o sistema ottico associato, od in cooperazione, con ciascuno di detti sensori sensibili alle radiazioni, il quale è atto a focalizzare la radiazione emessa dalla porzione del prodotto in transito lungo l'associata finestra ottica sul relativo sensore. Ciascuno di detti gruppi ottici presenta assi ottici paralleli fra loro. Ciò ha il vantaggioso effetto tecnico di rendere la distanza tra le porzioni di prodotto di volta in volta osservate dalle finestre ottiche sostanzialmente indipendente dalla distanza tra il dispositivo di misura ed il prodotto in avanzamento, ovviando alle problematiche di spostamento del prodotto in movimento, in particolare lungo la profondità rispetto al dispositivo di misura.

Secondo un altro aspetto del presente trovato, un procedimento per la misura della velocità di prodotti oblungi in movimento lungo una determinata direzione di avanzamento ed emittenti radiazioni, ad esempio del tipo infrarosse, in particolare prodotti laminati metallici in una linea di laminazione, prevede di:

- definire almeno due finestre ottiche di osservazione, disposte a distanza nota l'una dall'altra, che sono conformate in modo da coprire sempre l'immagine di una determinata porzione di prodotto in avanzamento di dimensioni pari alla larghezza della finestra ottica, indipendentemente dai possibili movimenti che effettua detta

porzione trasversalmente alla direzione di avanzamento;

- osservare la determinata porzione del prodotto che si presenta, di volta in volta, in corrispondenza delle associate finestre ottiche, consecutivamente lungo la direzione di avanzamento;

5 - misurare in continuità l'intensità della radiazione emessa dalla porzione del prodotto in corrispondenza delle finestre ottiche;

- elaborare i segnali elettrici associati alla radiazione rilevata, mediante algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, per determinare il tempo impiegato dalla porzione del prodotto per transitare da una prima finestra ottica ad una seconda
10 finestra ottica successiva, e quindi, sulla base della distanza, nota, tra dette due finestre ottiche, calcolare la velocità del prodotto in avanzamento.

La previsione di finestre ottiche conformate come sopra espresso, che determinano coniugate zone di osservazione sul prodotto in movimento, e la soluzione vantaggiosa ad assi ottici paralleli, rende la misurazione effettuata con il presente trovato
15 indipendente, ovvero non influenzabile, da spostamenti, vibrazioni od oscillazioni trasversali alla direzione di avanzamento, in particolare sia lungo l'altezza, sia lungo la profondità.

Infatti, il prodotto in transito, specialmente un prodotto laminato metallico, anche se vibra, ad esempio lungo l'altezza o la profondità, rimane sempre sostanzialmente
20 parallelo a sé stesso nel campo di misura, per via dell'alta velocità di avanzamento.

Di conseguenza, anche spostandosi trasversalmente rispetto alla direzione di avanzamento, il prodotto emette sempre la medesima quantità di radiazioni che verranno rilevate dai sensori del dispositivo di misura e, quindi, la misura della velocità risulta affidabile e precisa anche in contesti di prodotti, ad esempio laminati,
25 di ridotta sezione e soggetti alle suddette vibrazioni.

In accordo con una forma di realizzazione preferenziale del trovato, ciascuna delle suddette finestre ottiche si sviluppa trasversalmente alla direzione di avanzamento del prodotto da misurare, ad esempio si sviluppa con la sua direzione di estensione prevalente sostanzialmente ortogonale alla direzione di avanzamento del prodotto. In
5 forme realizzative, ciascuna finestra ha, in particolare, una forma oblunga.

In soluzioni ancor più preferenziali del trovato, ciascuna finestra ottica ha forma rettangolare, vantaggiosamente allungata, con lunghezza trasversale alla direzione di avanzamento e larghezza parallela alla direzione di avanzamento del prodotto da misurare. Di conseguenza, anche la rispettiva zona di osservazione sul prodotto in
10 movimento ha forma rettangolare, e, in generale, ha la forma della finestra ottica.

Secondo forme di realizzazione del trovato, il rapporto tra lunghezza e larghezza di ciascuna finestra ottica è compreso tra 3:1 e 20:1, preferibilmente tra 5:1 e 15:1. Una forma preferenziale di realizzazione prevede un rapporto di 13:1.

Vantaggiosamente, ciascuna finestra rettangolare ha il lato maggiore, ovvero
15 lunghezza, orientato in direzione ortogonale rispetto alla direzione di avanzamento del prodotto in movimento e di dimensione molto maggiore della dimensione trasversale del prodotto stesso, in modo da rendere il segnale acquisito attraverso le finestre ottiche sostanzialmente indipendente da eventuali movimenti trasversali del prodotto, dovuti a vibrazioni trasversali dello stesso. In forme di realizzazione, il rapporto tra la
20 lunghezza di ciascuna finestra ottica e la dimensione trasversale del prodotto oblungo in movimento è compreso tra 12:1 e 3:1, preferibilmente tra 10:1 e 6:1.

Un esempio di realizzazione specifico del presente trovato prevede una lunghezza di 40 mm ed una larghezza di 3 mm per la finestra ottica, coordinata con una dimensione trasversale del prodotto in movimento di 5 mm.

25 In forme di realizzazione vantaggiose, il presente trovato sfrutta il fatto che i

prodotti di cui si discute, in particolare i laminati metallici provenienti da laminazione a caldo, emettono radiazioni infrarosse. In alcune forme di esecuzione, la temperatura operativa del prodotto laminato metallico la cui velocità viene misurata dal dispositivo del presente trovato è compresa tra circa 700 °C e circa 1250 °C.

5 Inoltre, in forme preferenziali di realizzazione, il presente trovato utilizza le irregolarità o disuniformità normalmente presenti sulla superficie del prodotto laminato metallico come riferimento univoco per valutare, tramite detti algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, il ritardo tra i segnali rilevati nelle finestre ottiche consecutive e determinare, così, la velocità di avanzamento dello
10 stesso.

Di conseguenza, maggiore è la presenza di irregolarità, maggiore è l'affidabilità della misura secondo il trovato, pur essendo sufficiente, per il corretto funzionamento dello stesso, l'irregolarità di emissione superficiale tipica di un prodotto laminato caldo liscio.

15 Secondo il presente trovato, ogni sensore rileva l'emissione di radiazioni di una porzione del prodotto in movimento attraverso le suddette finestre ottiche, ad esempio una sottile area rettangolare, nella rispettiva zona di osservazione. Le irregolarità di superficie presenti sul materiale in movimento causano variazioni dell'emissione luminosa rilevata dai sensori.

20 Secondo il trovato, poiché i due sensori osservano la medesima porzione del prodotto in due zone consecutive, l'emissione di radiazioni rilevata dal secondo sensore ha un andamento simile all'andamento dell'emissione rilevata dal primo sensore, dopo un tempo di ritardo che dipende dalla velocità di avanzamento del prodotto laminato metallico.

25 Secondo il trovato, conoscendo la distanza tra le finestre ottiche, e le relative zone

di osservazione dei due sensori, mediante i suddetti algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, è possibile calcolare con precisione detto ritardo e di conseguenza la velocità del prodotto in movimento.

Il presente trovato può essere vantaggiosamente utilizzato ogni qualvolta si voglia
5 conoscere con precisione la velocità di avanzamento di un prodotto che emette o diffonde radiazioni, vantaggiosamente infrarosse, non necessariamente, quindi, un prodotto laminato metallico caldo.

In forme di realizzazione vantaggiose del trovato, la misura della velocità viene effettuata in entrambe le direzioni di avanzamento, anche se non è possibile rilevare
10 cambi di direzione essendo necessaria una velocità minima di movimento.

Il trovato è stato sviluppato preferenzialmente per l'impiego negli impianti di laminazione a caldo per l'acciaio, tuttavia può essere utilizzato anche in applicazioni simili.

Un ulteriore vantaggio del trovato è che permette la misura senza contatto con il
15 prodotto laminato metallico, ovviando alle problematiche della tecnica nota.

In forme di realizzazione, il dispositivo comprende, inoltre, un emettitore di luce coerente, tipo un fascio laser, che proietta una sottile linea luminosa in corrispondenza della posizione ideale nella quale deve trovarsi l'asse di scorrimento del prodotto del quale si vuole misurare la velocità. Ciò serve, in alcuni frangenti, per facilitare il
20 corretto puntamento dei sensori sul prodotto, il che garantisce un'elevata affidabilità di rilevazione.

In forme di realizzazione, il dispositivo del presente trovato comprende un robusto contenitore in alluminio od altro materiale adatto, metallico o non metallico, in cui alloggiare i suddetti sensori di radiazioni, il quale è sostenuto da un supporto che
25 consente il fissaggio e facilita l'orientamento sia sul piano orizzontale, sia su quello

verticale.

In forme di realizzazione, il suddetto contenitore è provvisto di un circuito incorporato per il raffreddamento a fluido. In funzione delle condizioni ambientali di lavoro, tale circuito può essere alimentato con acqua o altri fluidi refrigeranti.

5 In forme di realizzazione, il contenitore prevede una o più aperture, tipicamente sul lato anteriore, attraverso le quali i due sensori interni, che definiscono le suddette finestre ottiche, possono osservare il prodotto in movimento.

Altri vantaggi del trovato sono l'alta precisione, con scarti inferiori allo 0,2%, la semplicità d'uso, le ridotte dimensioni, la costruzione robusta, adatta per
10 l'installazione in ambienti industriali gravosi.

Il trovato consente, vantaggiosamente, la misura di velocità anche di prodotti in movimento ad alta velocità, infatti l'intervallo di velocità misurabili va da circa 0,5 m/s a oltre 100 m/s.

In forme di realizzazione, il dispositivo comprende, al suo interno, un modulo od
15 elemento riscaldante, vantaggiosamente corredato di termostato di controllo, che si attiva se la temperatura interna scende sotto una data soglia minima, ad esempio 10 °C. Tale elemento riscaldante ha il vantaggioso effetto tecnico di contenere la dilatazione termica dei componenti di supporto dei sensori e degli associati gruppi ottici, rendendo la misura della velocità sostanzialmente indipendente dalla
20 temperatura del dispositivo.

In forme di realizzazione, il dispositivo di misura viene installato a lato o sopra alla linea di laminazione, preferibilmente a lato purché si garantisca che il prodotto laminato metallico in movimento, in tutte le condizioni, rientri nel campo di lettura del dispositivo, mentre viene preferenzialmente evitato l'orientamento dal basso perché
25 polvere e scaglie potrebbero sporcare la finestra ottica, impedendo il corretto

funzionamento.

In alcune forme realizzative, è conveniente, soprattutto in caso di installazione in ambiente gravoso, corredare il dispositivo di misura di una protezione meccanica e/o termica aggiuntiva, contro urti accidentali ed irraggiamento, ad esempio impiegando uno schermo in lamiera, forato in corrispondenza della finestra ottica, che protegge anche dall'aria calda proveniente dal prodotto caldo, in particolare nel caso di un laminato caldo.

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la fig. 1 è una vista laterale di un dispositivo di misura secondo il presente trovato;
- la fig. 2 è una vista frontale del dispositivo di misura di fig. 1;
- la fig. 3 è una rappresentazione schematica delle finestre ottiche rettangolari di osservazione definite dal dispositivo di misura del presente trovato;
- la fig. 4 è una vista laterale del campo di lettura del dispositivo di misura del presente trovato;
- la fig. 5 è una vista in pianta dall'alto del campo di lettura di fig. 4;
- la fig. 6 è una rappresentazione schematica laterale di parte del dispositivo di fig. 1;
- la fig. 7 è una rappresentazione schematica in pianta di parte del dispositivo di fig. 1;
- la fig. 8 è una vista frontale di una parte del dispositivo di fig. 1;
- la fig. 9 è una vista laterale della parte di fig. 8;
- la fig. 10 è una vista in pianta dall'alto della parte di fig. 8;
- la fig. 11 è una sezione lungo la linea XI - XI di fig. 8;
- la fig. 12a è una vista frontale di un gruppo ottico del dispositivo secondo il presente

trovato;

- la fig. 12b è una vista in pianta dall'alto del gruppo ottico di fig. 12a;

- la fig. 12c è una sezione lungo la linea XII - XII di fig. 12b;

- la fig. 12d è un dettaglio ingrandito di una parte del gruppo ottico di fig. 12a;

5 - la fig. 13 è uno schema a blocchi del calcolo della correlazione dei segnali acquisiti dai due canali di rilevazione del dispositivo di misura del presente trovato;

- la fig. 14 è una prima parte di uno schema a blocchi che descrive l'algoritmo di misura della velocità secondo il procedimento del presente trovato;

- la fig. 15 è la seconda e ultima parte dello schema a blocchi che descrive l'algoritmo

10 di misura di fig. 14.

Per facilitare la comprensione, numeri di riferimento identici sono stati utilizzati, ove possibile, per identificare elementi comuni identici nelle figure. Va inteso che elementi e caratteristiche di una forma di realizzazione possono essere convenientemente incorporati in altre forme di realizzazione senza ulteriori

15 precisazioni.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERENZIALE DI REALIZZAZIONE

Le figg. 1 e 2 rappresentano un dispositivo di misura 10 della velocità di prodotti 15 laminati oblungi, ad esempio una barra 15, in movimento lungo una linea di laminazione a caldo. Si tenga presente, tuttavia, che il riferimento numerico 15 non

20 deve essere inteso come limitante per la fattispecie del prodotto oblungo di cui si desidera misurare la velocità. Infatti, lo stesso dispositivo di misura 10 può essere impiegato, con le medesime finalità, anche per altri prodotti oblungi in movimento ed emittenti radiazioni, vantaggiosamente infrarosse, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

25 Il dispositivo di misura 10 comprende gruppi ottici 13 (figg. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12a,

12b, 12c) associati a sensori, nella fattispecie due, 12 e 14 (fig. 11), i quali sensori 12, 14 prevedono fotodiodi sensibili, nel caso di specie, alle lunghezze d'onda infrarosse.

In forme di realizzazione, ciascun gruppo ottico 13 comprende un corpo 35 di contenimento, ad esempio cilindrico, (figg. 11, 12a, 12b e 12c) al cui interno è
5 alloggiato uno dei suddetti sensori 12, 14 ed un'opportuna lente 44 (figg. 9, 10, 11, 12b e 12c) che focalizza l'emissione sul rispettivo retrostante sensore 12, 14 lungo rispettivi assi ottici X, X'. Il cammino ottico della radiazione emessa dalla barra 15, quindi, prevede il passaggio nel corpo 35 attraverso la lente 44 e la successiva focalizzazione sul sensore 12, 14.

10 I suddetti gruppi ottici 13, nella forma realizzativa rappresentata, sono alloggiati a loro volta all'interno di un contenitore 26 in alluminio, od altro materiale adatto (figg. 6 e 7).

Ciascuno dei suddetti sensori 12, 14 comprende, come detto, un fotodiodo sensibile agli infrarossi (in fig. 12c si illustra in dettaglio il solo gruppo ottico 13 che contiene il
15 primo sensore 12, considerando, tuttavia, che tale rappresentazione è valida anche per il gruppo ottico 13 che contiene il secondo sensore 14) e definisce rispettive finestre ottiche 17, 19 (fig. 3), di forma oblunga ed a sviluppo longitudinale trasversale ad una direzione di avanzamento della barra 15, come indicata dalla freccia F in fig. 3.

Le finestre 17, 19 vengono definite per l'osservazione, in due zone consecutive, di
20 una porzione della barra 15 che, di volta in volta, si presenta e diviene visibile in dette finestre ottiche 17, 19 lungo la direzione di avanzamento F (fig. 3). Nella fig. 3 viene indicata con i riferimenti numerici 15a e 15b, in modo esemplificativo e schematico, la porzione della barra 15 che si presenta prima (15a) nella finestra ottica 17 e successivamente (15b) nella finestra ottica 19.

25 I sensori 12, 14, attraverso le suddette finestre ottiche 17, 19, osservano la barra 15,

od altro prodotto laminato metallico per misurarne la velocità. In particolare, i sensori 12, 14 che rilevano la radiazione infrarossa sono disposti ad una distanza ravvicinata e nota tra di loro e trasmettono correlati segnali elettrici analogici che vengono successivamente elaborati ai fini della determinazione della velocità.

5 Nel caso di specie, le finestre ottiche 17, 19, e quindi le due zone osservate dai due sensori 12, 14 infrarossi, sono rettangolari (3 mm di base o larghezza e 40 mm in altezza o lunghezza) e distanti 60 mm tra loro (fig. 3).

Tale forma rettangolare oblunga è vantaggiosa perché rende indipendente la misura dalle vibrazioni della barra 15 trasversalmente alla direzione di avanzamento, in particolare lungo l'altezza, nel caso in cui il dispositivo 10 sia disposto lateralmente alla linea di avanzamento e lavorazione, oppure lungo la profondità, nel caso di installazione al di sopra della linea di avanzamento e lavorazione.

Le figg. 4 e 5 indicano schematicamente le possibilità di direzione della vibrazione trasversale della barra 15, od altro prodotto in movimento, con la freccia G (movimento in altezza di fig. 4) e con la freccia L (movimento in profondità di fig. 5) rispetto al dispositivo 10, nel caso di specie collocato lateralmente, anche se tale schematizzazione delle direzioni di vibrazione della barra 15 può essere adattata anche al caso in cui il dispositivo 10 sia collocato al di sopra della linea di laminazione.

Le irregolarità di superficie presenti a livello microscopico sul materiale in movimento causano variazioni dell'emissione luminosa rilevata dai sensori 12, 14, che possono essere considerate come riferimento univoco nel confronto tra i segnali acquisiti dai sensori 12, 14 nelle due zone di osservazione individuate rispettivamente dalle finestre 17, 19.

Con riferimento alle figg. 3 e 5, se la barra 15 si muove lungo la direzione di avanzamento F, l'emissione rilevata dal sensore 14 di destra ha un andamento simile

all'andamento dell'emissione rilevata dal sensore 12 di sinistra, dopo un tempo di ritardo che dipende dalla velocità di movimento della barra 15.

5 Conoscendo la distanza tra i campi di osservazione dei due sensori 12, 14, ed avendo come riferimento una selezionata irregolarità o disuniformità superficiale individuata mediante l'utilizzo di sofisticati algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, è possibile calcolare il ritardo temporale associato allo stesso riferimento univoco come appare alla rilevazione nelle due zone di osservazione consecutive e calcolare con precisione la velocità della barra 15.

10 Vantaggiosamente, i gruppi o sistemi ottici 13 di cui sopra presentano assi ottici X, X' paralleli fra loro, associati, od in cooperazione, con ciascuno di detti sensori 12, 14 per infrarossi, per focalizzare la radiazione emessa dalla porzione della barra 15 in transito lungo l'associata finestra ottica 17, 19 sul relativo sensore 12, 14.

15 In fig. 5 si può apprezzare il parallelismo degli assi ottici X, X' dei due canali di osservazione definiti dai due sensori 12, 14. Ciò ha il vantaggioso effetto tecnico di rendere la distanza tra le porzioni 15a, 15b di barra 15 osservate dalle finestre ottiche sostanzialmente indipendente dalla distanza tra il dispositivo di misura 10 e la barra 15.

20 In una forma di realizzazione, ciascun gruppo ottico 13 è atto, in particolare a definire le finestre 17, 19 mediante un diaframma 38 (figg. 12b, 12c e 12d), nel caso di specie di tipo discoidale, vantaggiosamente in acciaio tagliato al laser, disposto, all'interno del corpo 35 di contenimento, lungo il cammino ottico della radiazione emessa dalla barra 15, tra la lente 44 ed il sensore 12, 14.

25 Nella soluzione illustrata nelle figure, tra la lente 44 ed il diaframma 38 è prevista una ghiera 37 che mantiene in posizione il diaframma 38 e che presenta un'apertura 39 per il passaggio della radiazione.

Il diaframma 38 presenta una fessura 40 micrometrica di forma allungata, nel caso di specie rettangolare, ad esempio lunga 3 mm e larga 0,075 mm, correlata alla voluta forma geometrica della finestra 17, 19.

La fessura 40 del diaframma 38, posto davanti al fotodiode del sensore 12, 14 per fungere da maschera, fa sì che venga definita la voluta area geometrica per la misura della velocità, potendo osservare attraverso la lente 44 solo ciò che è compreso in un piano immagine della voluta forma rettangolare allungata.

Alternativamente all'utilizzo del diaframma 38 di cui sopra come maschera, potrebbe essere lo stesso fotoelemento sensibile, che costituisce ciascun sensore 12, 14, ad essere realizzato sagomato con una forma allungata, tipo rettangolare, per definire la voluta finestra ottica.

Per ottenere un'elevata affidabilità di misura, è preferibile che il dispositivo di misura 10 sia posto a distanza opportuna dalla barra 15 e che sia puntato correttamente.

Secondo il trovato, inoltre, il campo di osservazione del dispositivo di misura 10 deve coprire tutte le posizioni nelle quali può venire a trovarsi la barra 15.

Ad esempio, in alcune forme di realizzazione (figg. 4 e 5), che sono da intendersi solamente come esemplificative e non limitative in alcun modo dell'ambito del presente trovato, con particolare riferimento alle quote e distanze indicate:

- il centro del campo di lettura definito dalle finestre 17, 19 del dispositivo di misura 10 è posto a 790 mm dalla parte frontale del dispositivo 10 stesso. Quindi, il dispositivo di misura 10 deve, nella fattispecie, essere collocato a tale distanza dal materiale di cui si desidera misurare la velocità. Il campo di lettura definito dalle finestre 17, 19 ha, nella fattispecie, una profondità di ± 110 mm rispetto al centro. E' preferibile, quindi, che la barra 15 non si avvicini o si allontani dal dispositivo di

misura 10 oltre questo valore, a partire dalla distanza di 790 mm;

- il campo di lettura definito dalle finestre 17, 19 ha un'altezza di ± 20 mm. Deve, quindi, essere garantito che la barra 15 non esca da tali limiti;

- la barra 15 deve essere visibile per un tratto lungo almeno 100 mm (od in
5 alternativa per due tratti di 10-20 mm, distanti tra loro 60 mm, si veda figg. 4 e 5), affinché entrambi i sensori 12, 14 possano osservarlo correttamente;

- la direzione di puntamento del dispositivo di misura 10 deve essere il più
10 possibile ortogonale, preferibilmente entro $\pm 3^\circ$, alla direzione di avanzamento F della barra 15. Come sopra accennato, l'orientazione del dispositivo di misura 10 per il puntamento è guidata tramite un emettitore 34 di luce coerente, tipo laser, ed è permessa dal supporto 28, che è opportunamente sagomato e prevede asole curvilinee e cerniere che permettono lo spostamento angolare.

In alcune forme di realizzazione, una lampada ad incandescenza, ad esempio una
15 torcia elettrica, posizionata nella zona in cui scorrerà la barra 15 in movimento e puntata verso la parte frontale del dispositivo di misura 10, permette di effettuare un'ulteriore verifica del puntamento.

Il contenitore 26 presenta frontalmente un'apertura, o finestra ottica, 30
rettangolare (fig. 2), le cui dimensioni sono sufficientemente grandi da consentire l'operatività dei sensori 12, 14 e dell'emettitore 34. L'apertura 30 è associata ad un
20 pannello in vetro, il quale è protetto da un pannello di protezione 31, ad esempio in lamiera sagomata. Il pannello di protezione 31 presenta due aperture 12a, 14a attraverso le quali i due sensori 12, 14, che definiscono le finestre ottiche 17, 19, possono osservare la barra 15 in movimento. Inoltre, il pannello di protezione 31 presenta anche un'apertura 34a, nel caso di specie in posizione centrale, per consentire
25 il passaggio del fascio di luce laser proveniente dall'emettitore 34.

Il contenitore 26 è sostenuto da un supporto 28 che ne facilita il fissaggio e l'orientamento angolare sia attorno ad un asse verticale, sia basculando attorno ad un asse orizzontale di imperniamento.

5 Come si vede nelle figg. 6 e 7, all'interno del contenitore 26 il dispositivo di misura 10 comprende un gruppo di elaborazione 11 di segnale, di tipo elettronico, che comprende quattro schede elettroniche, in particolare una prima scheda 16, una seconda scheda 18, una terza scheda 20 ed una quarta scheda 22.

Nel contenitore 26 è disposto, inoltre, un modulo di riscaldamento 24 ed eventualmente un circuito di raffreddamento, non rappresentato nei disegni.

10 Inoltre, in alcune forme di realizzazione, all'interno del contenitore 26 è alloggiato anche l'emettitore 34 che facilita il puntamento del dispositivo di misura 10.

Con riferimento al gruppo di elaborazione 11, la prima scheda 16 si occupa di amplificare e condizionare i segnali dei due sensori 12, 14.

15 Inoltre, la prima scheda 16 sostiene un blocchetto meccanico 32 (figg. 6, 7, 8, 9, 10, 11) di supporto dei gruppi ottici 13 dei fotodiodi rilevatori ad infrarossi che costituiscono i sensori 12 e 14, sul quale blocchetto 32, inoltre, è montato, nel caso di specie, l'emettitore 34 in un'apposito alloggio 33.

20 Il blocchetto 32 è formato, nella soluzione rappresentata, da tre porzioni 32a, 32b, 32c. In particolare, una prima porzione 32a ed una seconda porzione 32b supportano i gruppi ottici 13 con i relativi sensori 12 e 14, mentre una terza porzione 32c, collegata alla seconda porzione 32b mediante una parete 32d, prevede l'alloggio 33 che supporta l'emettitore 34.

25 Il blocchetto 32 comprende mezzi di regolazione 36 di tipo a vite micrometrica, mediante i quali, grazie anche al materiale elastico, vantaggiosamente acciaio elastico, di cui è costituito, si può regolare l'inclinazione reciproca tra la prima porzione 32a e

la seconda porzione 32b e, quindi, l'angolo relativo tra gli assi ottici X e X' dei due gruppi ottici 13, in modo che essi risultino paralleli come sopra espresso.

La seconda scheda 18 genera tutte le tensioni di alimentazione, optoisolate e non, per alimentare l'intero dispositivo di misura 10.

5 La terza scheda 20 si occupa della lettura del riferimento di velocità in corrente proveniente all'esterno, quando questo è presente.

La quarta scheda 22 gestisce ed esegue, tramite un DSP (Digital Signal Processor), tutte le elaborazioni numeriche per trasformare i segnali elettrici analogici provenienti dai sensori 12, 14 in segnali digitali e calcolarne la correlazione, e gestisce gli ingressi
10 e le uscite, sia analogiche che digitali.

Il modulo di riscaldamento 24 è composto da un resistore di potenza e da un termostato di controllo 25, ad esempio di tipo bimetallico. In una possibile forma di realizzazione, le soglie di intervento del modulo di riscaldamento 24 sono le seguenti:

- temperatura interna al dispositivo 10 inferiore ai 10 ± 4 °C implica modulo di
15 riscaldamento 24 attivo in riscaldamento;

- temperatura superiore ai 20 ± 3 °C implica riscaldamento spento.

Le frequenze di acquisizione utilizzate dai sensori 12, 14 per campionare e digitalizzare i segnali dovuti all'emissione della barra 15, provenienti dai sensori 12, 14 sono tutte generate dal clock del core del DSP (200MHz) della quarta scheda 22.

20 Queste frequenze sono state calcolate in modo da poter acquisire i segnali di barre a diverse velocità ed avere la massima precisione di misura. Il calcolo della velocità viene effettuato realizzando la correlazione tra le componenti AC dei segnali acquisiti dai due sensori 12, 14, sulla base della distanza tra le finestre ottiche 17, 19 e del ritardo tra i segnali acquisiti dai due sensori 12 e 14.

25 Vista la complessità del calcolo della correlazione nel dominio del tempo, detta

correlazione viene fatta passando attraverso il dominio delle frequenze secondo lo schema a blocchi riportato in fig. 13 basandosi su applicazione di trasformata rapida di Fourier (FFT) e di trasformata rapida di Fourier inversa (IFFT), dove $s_1(t)$ e $s_2(t)$ sono le funzioni temporali dei segnali provenienti dai due sensori 12, 14, CORR(f) è la
5 funzione correlazione nel dominio delle frequenze e corr(t) è la funzione correlazione nel dominio del tempo.

Lo schema a blocchi completo dell'algoritmo di calcolo della velocità basato su correlazione è riportato nelle figg. 14 e 15. Come si può osservare, esso cambia in base alla presenza o meno del segnale della velocità di riferimento esterna.

10 La disponibilità di un segnale esterno corrispondente alla velocità di riferimento impostata inizialmente per la barra o laminato, ovvero di una velocità prossima a quella attesa per la barra o laminato sotto misura, è particolarmente utile nel caso di misura su laminati nervati.

Con questi laminati, infatti, a causa della presenza delle nervature superficiali
15 equidistanti, l'algoritmo matematico che effettua il calcolo della correlazione produce non uno ma una molteplicità di valori di massima correlazione, tra loro spazati regolarmente in modo correlato alla distanza tra le nervature, uno solo dei quali corrisponde alla vera velocità della barra o laminato.

Grazie alla conoscenza del segnale di riferimento della velocità, è possibile
20 individuare, tra i vari picchi presenti, l'unico corrispondente alla velocità vera, che sarà quello relativo al valore più prossimo alla velocità di riferimento.

In sostanza, il procedimento di misura del trovato, dettagliato nell'algoritmo delle figg. 14 e 15, prevede di:

- caricare una pluralità di valori consecutivi di campioni di segnale, nel caso di
25 specie in numero di 512, provenienti dai sensori 12, 14, con shift opportuno (blocco

50);

- eliminare la componente DC su ogni canale dei segnali dei due sensori 12, 14 (blocco 52);

5 - effettuare un filtraggio a media scorrevole, nel caso di specie passa alto a 21 campioni, di ogni canale (blocco 54);

- effettuare il calcolo della correlazione dei due segnali filtrati, ovvero sulla rimanente componente AC dei due canali (blocco 56), per individuare un riferimento univoco tra le due zone di osservazione, seguendo il calcolo di fig. 13;

- normalizzare la funzione correlazione (blocco 58);

10 - effettuare un filtraggio a media scorrevole, nel caso di specie a 3 campioni, sulla funzione correlazione (blocco 60).

In seguito, nel caso in cui il riferimento velocità sia assente, si calcola la derivata seconda della funzione correlazione (blocco 62), si ricerca il massimo della funzione derivata seconda (blocco 64) e si verifica se il massimo viene trovato (blocco 66).

15 Se il massimo non viene trovato, si ha un fallimento della misura (blocco 68), altrimenti, se viene trovato, si ripete la ricerca del massimo attorno al valore trovato, operando, questa volta, direttamente sulla funzione di correlazione, e non sulla sua derivata seconda (blocco 70).

20 Invece, nel caso di riferimento di velocità presente, si ricerca un massimo della funzione di correlazione nell'intorno della velocità di riferimento esterna (blocco 72).

In entrambi i casi, trovato il massimo si verifica se l'ampiezza del picco è soprasoglia (blocco 74).

In caso negativo, si ha un fallimento della misura (blocco 76), mentre in caso positivo si verifica se la forma del picco è accettabile (blocco 78).

25 Anche qui, in caso negativo si ha un fallimento della misura (blocco 80), mentre in

caso positivo si calcola la posizione del baricentro del picco (blocco 82) e si effettua una conversione dalla posizione del picco al valore della velocità del laminato (blocco 84), che risulterà funzione della distanza nota tra le zone di osservazione dei sensori 12, 14 e del ritardo temporale del riferimento univoco individuato nelle due serie di
5 campioni di segnale consecutivi acquisiti dai due sensori.

Infine, il valore di velocità valido calcolato nel blocco 84 viene passato (blocco 86) ad un modulo gestione velocità, implementato nella quarta scheda 22.

Il modulo gestione velocità è composto da due macro blocchi, ovvero:

i) una macchina a stati composta dai seguenti:

- 10 - la misura è sopracorrelazione;
- ci sono state troppe misure sottocorrelazione e quindi viene lanciata una procedura di richiesta di auto-settaggio;
- il sistema è in attesa di riempimento dei buffer di memoria a seguito del cambio di frequenza di acquisizione o del guadagno degli amplificatori;
- 15 - terminato riempimento dei buffer;
- misura velocità sottocorrelazione;
- in attesa di velocità valida da correlazione a seguito di misura delle velocità della testa della barra;
- richiesta cambio guadagno;

20 ed

ii) un modulo che determina la velocità da fornire in uscita.

Quest'ultimo modulo viene inizializzato all'entrata della barra con un valore di velocità che può essere la velocità della testa della barra, la velocità di riferimento esterna, se presente, oppure la velocità di correlazione se è stabile.

25 La bontà della velocità rilevata viene valutata misurando l'ampiezza del picco della

correlazione normalizzata.

Se l'ampiezza del picco è maggiore od uguale a 0,25, la misura è buona (sopracorrelazione), altrimenti non è buona (sottocorrelazione).

Ad ogni ciclo, l'algoritmo di misura, attraverso un predittore ottimo di Kalman a
5 un passo a tre parametri, utilizza la velocità fornita in uscita (al ciclo precedente) per il calcolo della stima del valore futuro.

Tale valore verrà utilizzato per accettare la misura di velocità sopracorrelazione.

Più precisamente, la velocità sopracorrelazione all'istante i -esimo non dovrà discostarsi oltre un certo valore (ad esempio 7% del valore a cui viene inizializzato il
10 modulo di gestione della velocità in uscita) dalla velocità stimata al passo precedente.

Se tale condizione è soddisfatta verrà fornita in uscita la velocità sopracorrelazione, altrimenti viene fornito il valore stimato dal predittore al passo precedente.

Nel caso in cui ci siano n misure consecutive che non soddisfino la suddetta condizione, verrà fornito in uscita sempre il valore stimato dal predittore al passo
15 precedente.

Il predittore di Kalman entra in funzione anche in condizioni di segnali instabili e di misura sottocorrelazione.

Quindi, le condizioni in cui verrà fornita in uscita la velocità stimata, e non la velocità misurata, sono le seguenti:

20 - velocità sopracorrelazione che non soddisfa la suddetta condizione per la quale, all'istante i -esimo, non dovrà discostarsi oltre un certo valore dalla velocità stimata al passo precedente;

- barra appena entrata: il sistema attende il caricamento del segnale proveniente dai sensori 12, 14 (componente AC);

25 - la misura della velocità è sottocorrelazione;

- cambio guadagno e cambio frequenza acquisizione.

Durante l'avanzamento di tutta la barra 15, viene fatta un'analisi statistica sui risultati forniti dal calcolo della correlazione. Più precisamente, al termine di ogni ciclo di elaborazione si possono avere i seguenti stati: misura sopracorrelazione e
5 valida, misura sopracorrelazione ma scartata da filtro predittore e misura sottocorrelazione.

Tale analisi viene ripetuta con un periodo di 2 secondi, con frequenza di 1 misura ogni millisecondo, quindi ogni 2000 misure. Durante tale intervallo viene eseguito il conteggio dei tre stati sopra elencati, ottenendo, così, tre valori complessivi, dai quali
10 si identifica lo stato predominante che può essere: il sistema sta misurando e funzionando correttamente, il predittore di Kalman deve essere inizializzato, il sistema non riesce ad individuare alcuna correlazione e quindi viene eseguito un auto-settaggio completo del sistema.

È chiaro che al dispositivo 10 ed al procedimento di misura fin qui descritti
15 possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti e/o fasi, senza per questo uscire dall'ambito del trovato. È anche chiaro che, sebbene il presente trovato sia stato descritto con riferimento ad alcuni esempi specifici, un esperto del ramo potrà senz'altro realizzare altre forme equivalenti di dispositivo e relativo procedimento di misura aventi le caratteristiche espresse nelle rivendicazioni e quindi tutte rientranti
20 nell'ambito di protezione da esse definito.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per la misura della velocità di prodotti (15) oblungi in movimento lungo una determinata direzione di avanzamento (F) ed emittenti radiazioni, in particolare prodotti (15) laminati metallici in una linea di laminazione,
- 5 **caratterizzato dal fatto che** comprende:
- almeno due sensori (12, 14) per radiazioni, disposti reciprocamente a distanza ravvicinata ed atti a definire ciascuno una rispettiva finestra (17, 19) ottica di osservazione, disposte a distanza nota e prefissata l'una dall'altra, ciascuna finestra (17, 19) essendo conformata in modo da coprire sempre l'immagine di una

10 determinata porzione (15a, 15b) di prodotto (15) in avanzamento pari alla larghezza della relativa finestra (17, 19), indipendentemente dai movimenti che effettua detta porzione (15a, 15b) trasversalmente alla direzione di avanzamento (F), detti sensori (12, 14) essendo atti ad osservare detta porzione (15a, 15b) di prodotto (15) che si presenta, di volta in volta, in corrispondenza delle associate finestre (17, 19),

15 consecutivamente lungo la direzione di avanzamento (F), detti sensori (12, 14) essendo, inoltre, atti a misurare in continuità l'intensità della radiazione emessa dalla porzione (15a, 15b) di prodotto (15) in corrispondenza delle finestre (17, 19);

 - un gruppo di elaborazione (11) elettronico atto a determinare, mediante l'elaborazione di segnali elettrici associati all'intensità di radiazione rilevata e

20 provenienti dai due sensori (12, 14), utilizzando algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, il tempo impiegato dalla porzione (15a, 15b) di prodotto (15) per transitare da una prima finestra (17) ad una seconda finestra (19) successiva, e quindi, sulla base della distanza tra dette due finestre (17, 19), calcolare la velocità del prodotto (15).
- 25 2. Dispositivo come nella rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che**

comprende, inoltre, un gruppo ottico (13) associato, od in cooperazione, con ciascuno di detti sensori (12, 14) per radiazioni, il quale è atto a focalizzare la radiazione emessa dalla porzione (15a, 15b) di prodotto (15) in transito lungo l'associata finestra (17, 19) sul relativo sensore (12, 14), detti gruppi ottici (13) presentando assi ottici (X, X') paralleli fra loro.

3. Dispositivo come nella rivendicazione 2, **caratterizzato dal fatto che** ciascun gruppo ottico (13) comprende un diaframma (38) che presenta una fessura (40) mediante la quale definire dette finestre (17, 19).

4. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** ciascuna di dette finestre (17, 19) ha forma oblunga.

5. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** ciascuna finestra (17, 19) ha forma rettangolare, con lunghezza trasversale alla direzione di avanzamento (F) e larghezza parallela alla direzione di avanzamento del prodotto da misurare.

6. Dispositivo come nella rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto che** il rapporto tra lunghezza e larghezza di ciascuna finestra (17, 19) è compreso tra 3:1 e 20:1, preferibilmente tra 5:1 e 15:1.

7. Dispositivo come nella rivendicazione 5 o 6, **caratterizzato dal fatto che** ciascuna finestra (17, 19) ha il lato maggiore, o lunghezza, orientato in direzione ortogonale rispetto alla direzione di avanzamento (F) del prodotto (15) e di dimensione molto maggiore della dimensione trasversale del prodotto (15).

8. Dispositivo come nella rivendicazione 5, 6 o 7, **caratterizzato dal fatto che** il rapporto tra la lunghezza di ciascuna finestra (17, 19) e la dimensione trasversale del prodotto (15) è compreso tra 12:1 e 3:1, preferibilmente tra 10:1 e 6:1.

9. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti,

caratterizzato dal fatto che comprende un emettitore (34) di luce coerente, tipo un fascio laser, che proietta una sottile linea luminosa sull'asse ideale di scorrimento del prodotto (15), per agevolare il corretto puntamento dei sensori (12, 14) sul prodotto del quale si deve misurare la velocità.

5 10. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** comprende un contenitore (26) in cui alloggiare i sensori (12, 14), il quale è sostenuto da un supporto (28) atto a consentirne il fissaggio e facilitare l'orientamento sia sul piano orizzontale, sia su quello verticale.

11. Dispositivo come nella rivendicazione 10, **caratterizzato dal fatto che** detto
10 contenitore (26) è provvisto di un circuito incorporato per il raffreddamento a fluido.

12. Dispositivo come nella rivendicazione 10 o 11, **caratterizzato dal fatto che** detto contenitore (26) comprende un modulo di riscaldamento (24).

13. Dispositivo come nella rivendicazione 10, 11 o 12, **caratterizzato dal fatto
15 che** detto contenitore (26) prevede una o più aperture, o finestre ottiche, (30),
attraverso le quali i sensori (12, 14) possono osservare il prodotto (15) in movimento.

14. Procedimento per la misura per la misura della velocità di prodotti (15) oblungi in movimento lungo una determinata direzione di avanzamento (F) ed emittenti radiazioni, in particolare prodotti (15) laminati metallici in una linea di laminazione, **caratterizzato dal fatto che** prevede di:

20 - definire almeno due finestre (17, 19) ottiche di osservazione, disposte a distanza nota l'una dall'altra, che sono conformate in modo da coprire sempre l'immagine di una determinata porzione (15a, 15b) di prodotto (15) in avanzamento di dimensioni pari alla larghezza della finestra (17, 19), indipendentemente dai possibili movimenti che effettua detta porzione (15a, 15b) trasversalmente alla direzione di avanzamento (F);

25 - osservare la determinata porzione (15a, 15b) di prodotto (15) che si presenta, di volta

in volta, in corrispondenza delle associate finestre (17, 19), consecutivamente lungo la direzione di avanzamento (F);

- misurare in continuità l'intensità della radiazione emessa dalla porzione (15a, 15b) di prodotto (15) in corrispondenza delle relative finestre (17, 19);

- 5 - elaborare i segnali elettrici associati alla radiazione rilevata, mediante algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, per determinare il tempo impiegato dalla porzione (15a, 15b) di prodotto (15) per transitare da una prima finestra (17) ad una seconda finestra (19) successiva, e quindi, sulla base della distanza tra dette due finestre (17, 19), calcolare la velocità del prodotto (15) in avanzamento.

- 10 15. Procedimento come nella rivendicazione 14, **caratterizzato dal fatto che** prevede di utilizzare le irregolarità o disuniformità presenti sulla superficie del prodotto (15) come riferimento per valutare, tramite detti algoritmi matematici basati sul principio della correlazione, il ritardo tra i segnali rilevati e determinare la velocità del prodotto (15).

15 p. DANIELI AUTOMATION S.p.A.

LF/SL 01.02.2010

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Device for measuring the speed of oblong products (15) in movement along a determinate direction of feed (F) and emitting radiations, in particular metal rolled products (15) in a rolling line, **characterized in that** it comprises:

- 5 - at least two sensors (12, 14) for radiations, disposed reciprocally at a close distance and each able to define a respective optical observation window (17, 19), disposed at a known and pre-arranged distance from each other, each window (17, 19) being conformed so as to always cover the image of a determinate portion (15a, 15b) of advancing product (15) equal to the width of the relative window (17, 19), irrespective
10 of the movements made by said portion (15a, 15b) transversely to the direction of feed (F), said sensors (12, 14) being able to observe said portion (15a, 15b) of product (15) which is presented, on each occasion, in correspondence with the associated windows (17, 19) consecutively along the direction of feed (F), said sensors (12, 14) also being able to measure continuously the intensity of the radiation emitted by the portion (15a,
15 15b) of product (15) in correspondence with the windows (17, 19);
- an electronic processing unit (11) able to determine, by processing electric signals associated with the intensity of radiation detected and arriving from the two sensors (12, 14), using mathematical algorithms based on the correlation principle, the time taken by the portion (15a, 15b) of product (15) to transit from a first window (17) to a
20 second, successive window (19), and then, on the basis of the distance between said two windows (17, 19), to calculate the speed of the product (15).

2. Device as in claim 1, **characterized in that** it also comprises an optical unit (13), associated or in cooperation with each of said sensors (12, 14) for radiations, which is able to focus the radiation emitted by the portion (15a, 15b) of product (15)
25 in transit along the associated window (17, 19) on the relative sensor (12, 14), said

optical units (13) having optical axes (X, X') that are parallel to each other.

3. Device as in claim 2, **characterized in that** each optical unit (13) comprises a diaphragm (38) which has a slit (40) by means of which to define said windows (17, 19).

5 4. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** each of said windows (17, 19) has an oblong shape.

5. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** each window (17, 19) has a rectangular shape, with a length transverse to the direction of feed (F) and a width parallel to the direction of feed of the product to be measured.

10 6. Device as in claim 5, **characterized in that** the ratio between length and width of each window (17, 19) is comprised between 3:1 and 20:1, preferably between 5:1 and 15:1.

7. Device as in claim 5 or 6, **characterized in that** each window (17, 19) has the bigger side, or length, oriented in a direction orthogonal to the direction of feed (F) of
15 the product (15) and of a much bigger size than the transverse size of the product (15).

8. Device as in claim 5, 6 or 7, **characterized in that** the ratio between the length of each window (17, 19) and the transverse size of the product (15) is comprised between 12:1 and 3:1, preferably between 10:1 and 6:1.

9. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it comprises an
20 emitter (34) of coherent light, such as a laser beam, which projects a thin luminous line on the ideal sliding axis of the product (15), in order to facilitate the correct aiming of the sensors (12, 14) on the product whose speed is to be measured.

10. Device as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it comprises a
25 container (26) in which the sensors (12, 14) are housed, which is supported by a support (28) able to allow the attachment thereof and to facilitate the orientation

thereof both on the horizontal plane and also on the vertical plane.

11. Device as in claim 10, **characterized in that** said container (26) is provided with an incorporated circuit for fluid cooling.

12. Device as in claim 10 or 11, **characterized in that** said container (26)
5 comprises a heating module (24).

13. Device as in claim 10, 11 or 12, **characterized in that** said container (26) provides one or more optical apertures or windows (30), through which the sensors (12, 14) can observe the product (15) in movement.

14. Method for measuring the speed of oblong products (15) in movement along a
10 determinate direction of feed (F) and emitting radiations, in particular metal rolled products (15) in a rolling line, **characterized in that** it provides:

- to define at least two optical observation windows (17, 19), disposed at a known distance from each other, which are conformed so as to always cover the image of a determinate portion (15a, 15b) of advancing product (15) of a size equal to the width
15 of the window (17, 19), irrespective of the possible movements made by said portion (15a, 15b) transversely to the direction of feed (F);

- to observe the determinate portion (15a, 15b) of product (15) which is presented, on each occasion, in correspondence with the associated windows (17, 19), consecutively along the direction of feed (F);

20 - to measure continuously the intensity of the radiation emitted by the portion (15a, 15b) of product (15) in correspondence with the relative windows (17, 19);

- to process the electric signals associated with the intensity of radiation detected, using mathematical algorithms based on the correlation principle, to determine the time taken by the portion (15a, 15b) of product (15) to transit from a first window (17)

25 to a second, successive window (19), and then, on the basis of the distance between

said two windows (17, 19), to calculate the speed of the product (15).

15. Method as in claim 14, **characterized in that** it provides to use the irregularities or dis-uniformities present on the surface of the product (15) as a reference in order to evaluate, by means of said mathematical algorithms based on
- 5 the correlation principle, the delay between the signals detected and to determine the speed of the product (15).

1/7

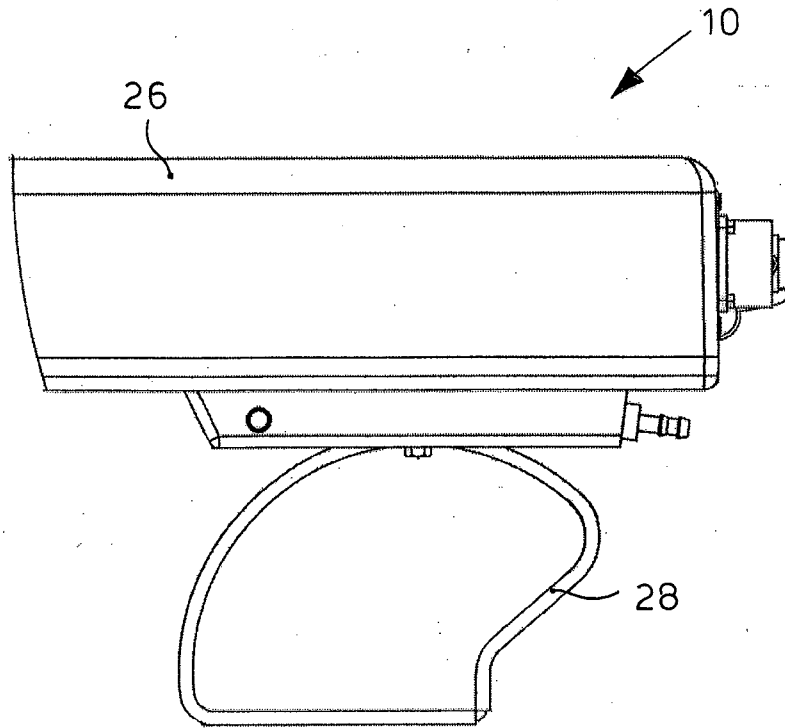


fig. 1

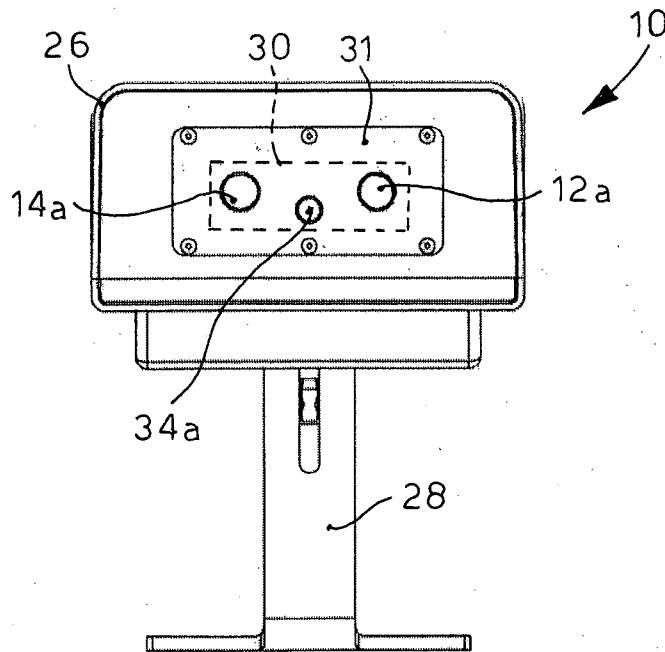


fig. 2

2/7

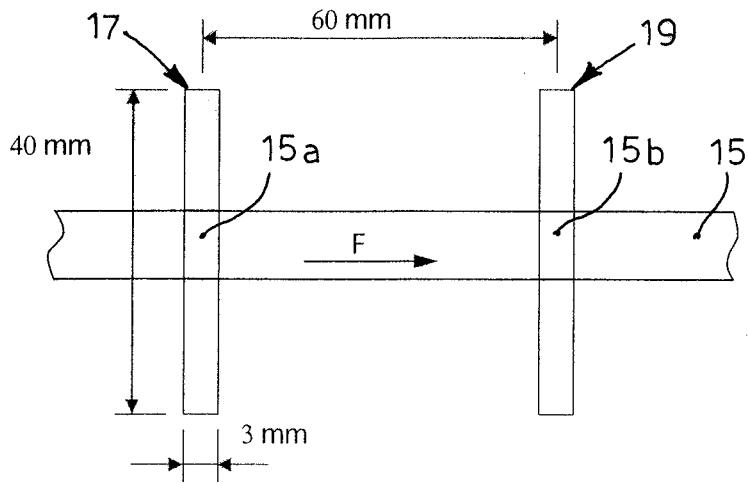


fig. 3

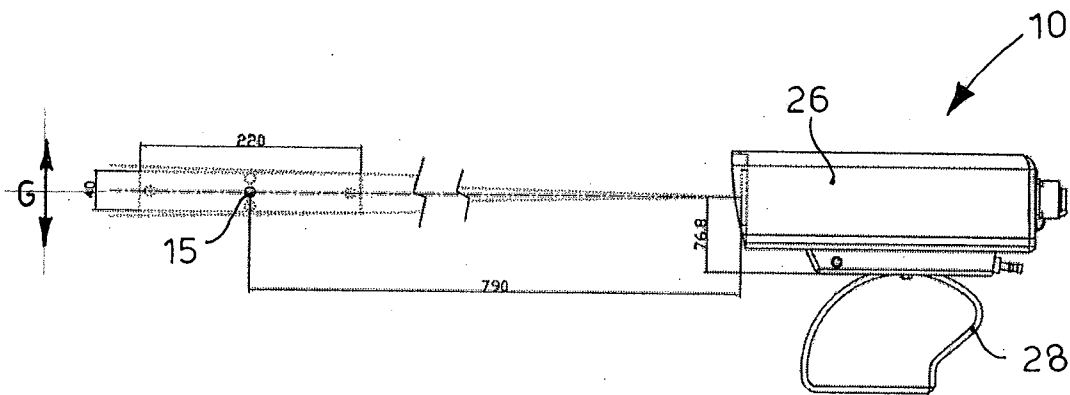


fig. 4

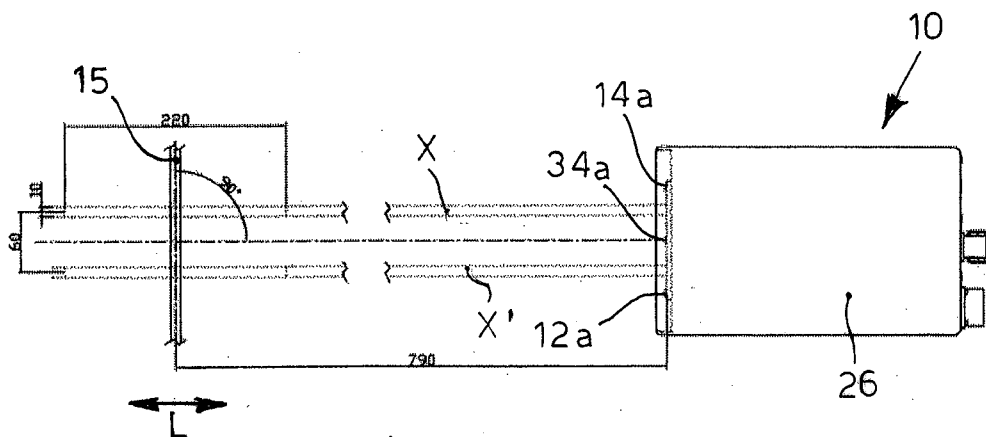


fig. 5

3/7

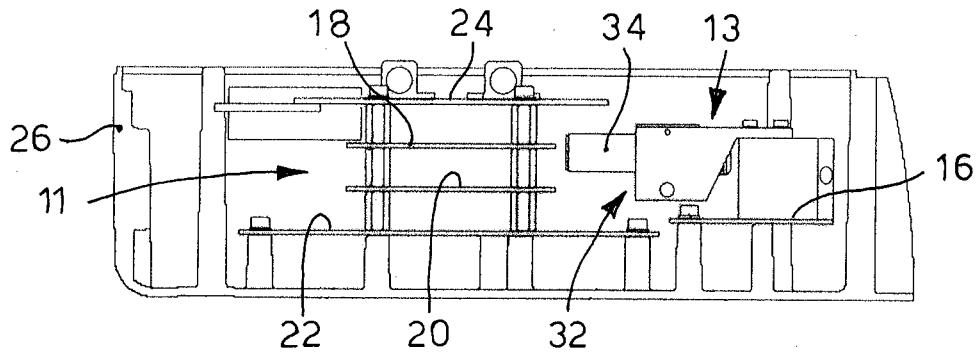


fig. 6

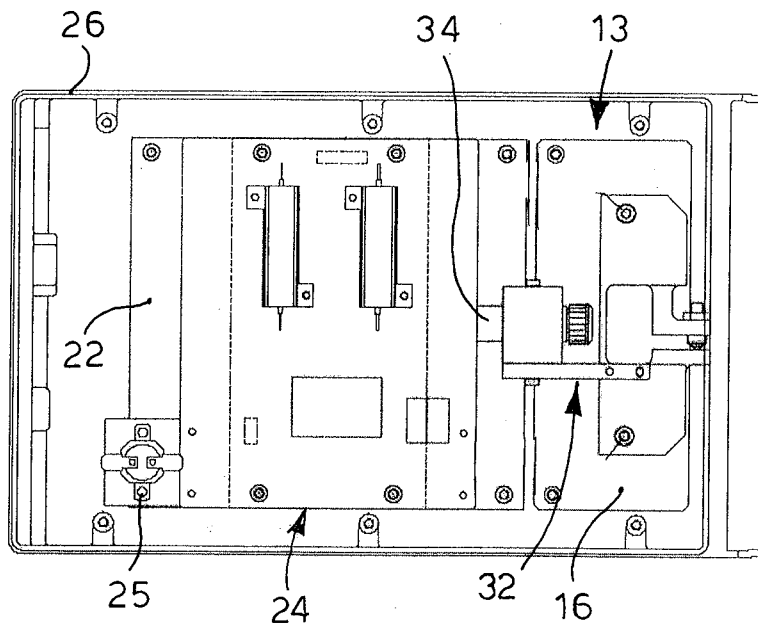
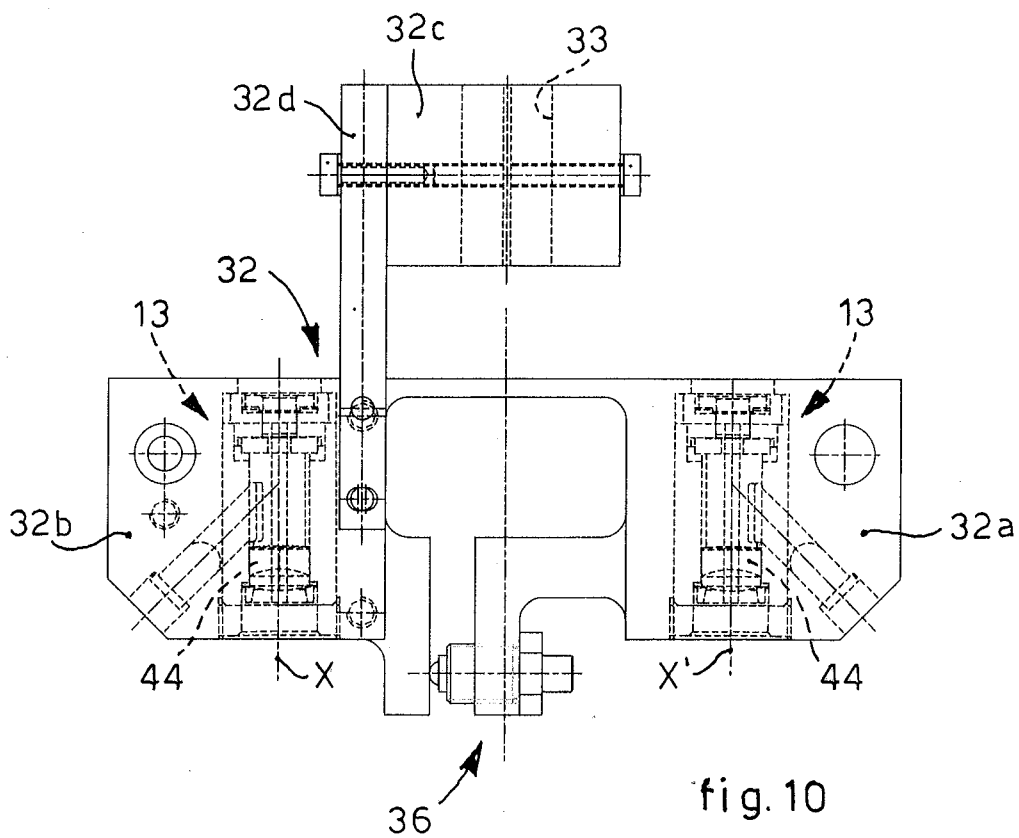
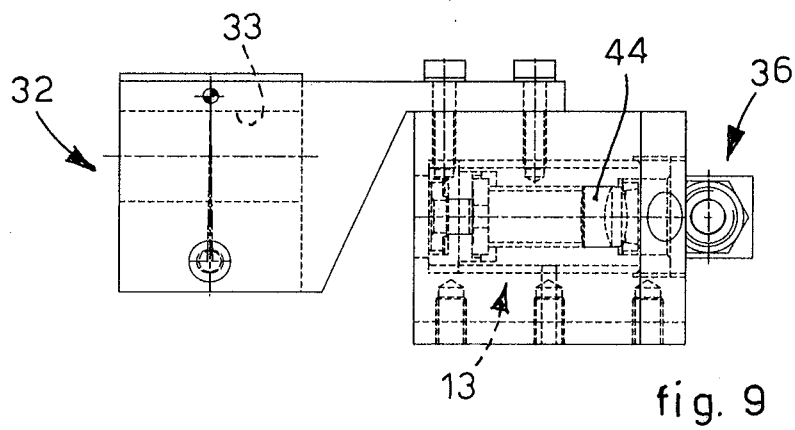
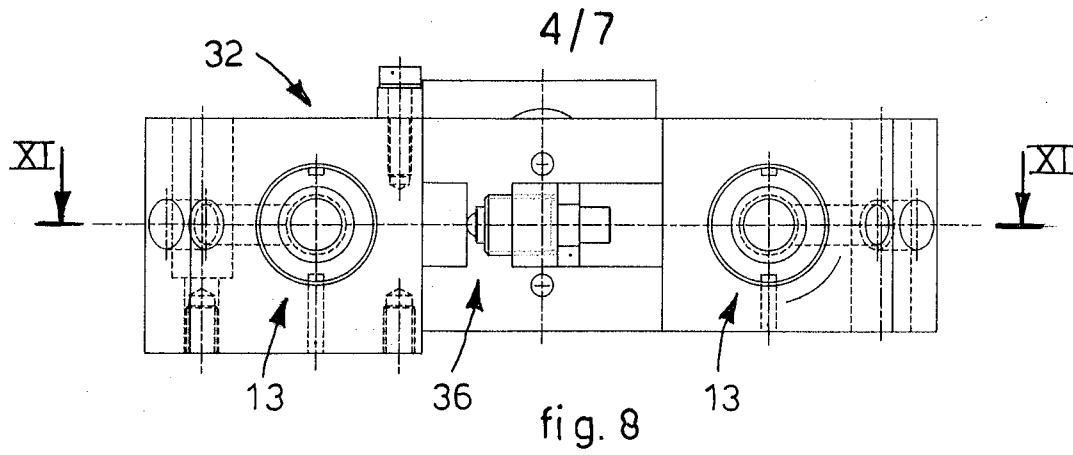
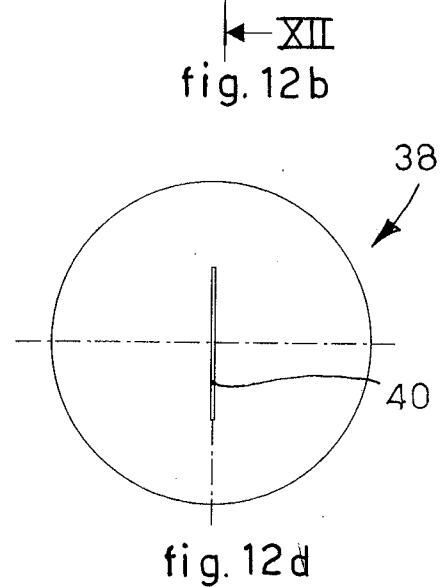
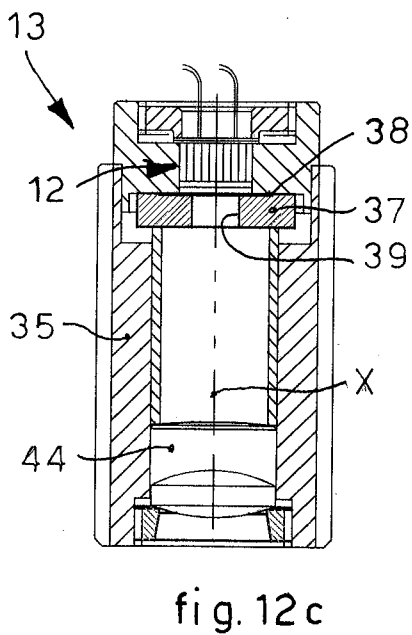
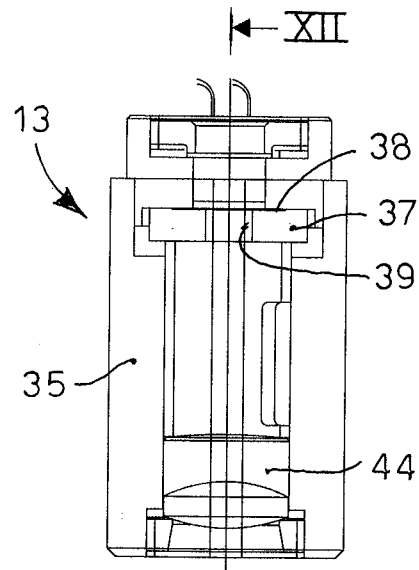
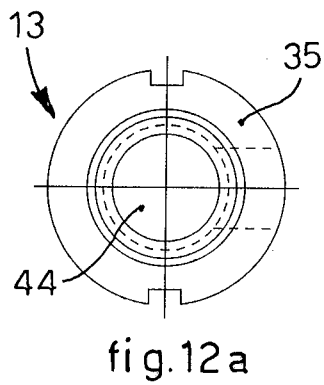
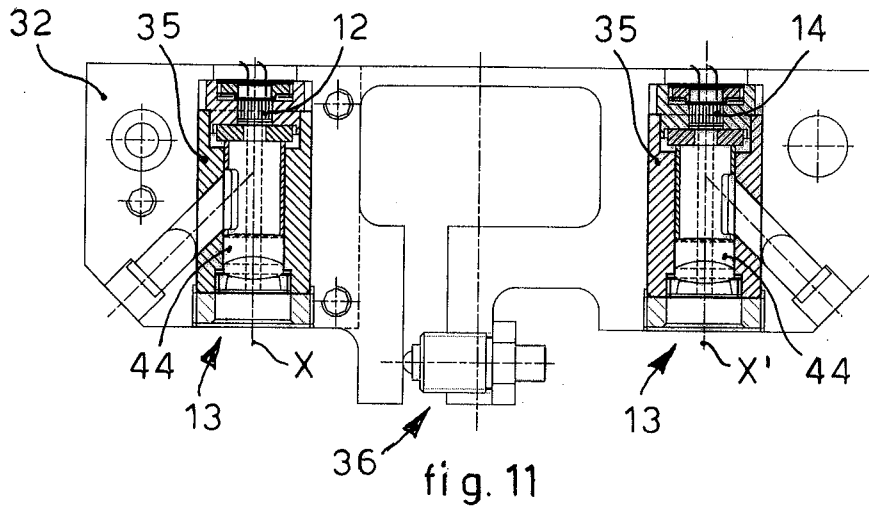


fig. 7





6/7

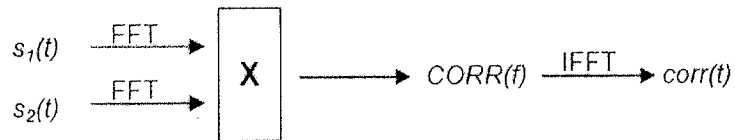


fig. 13

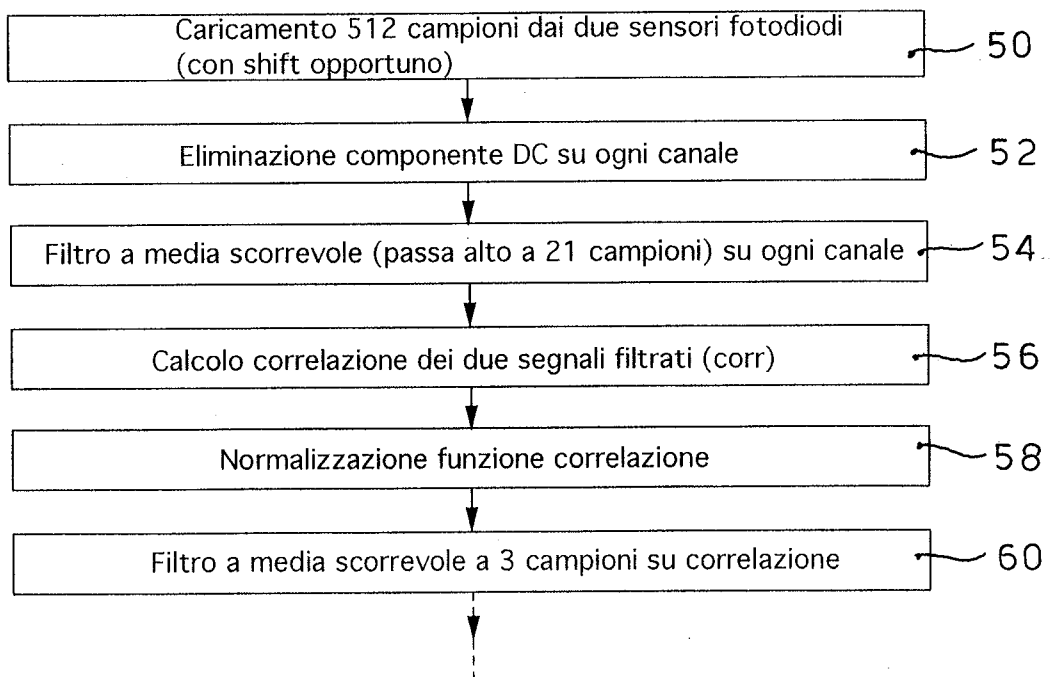


fig. 14

7/7

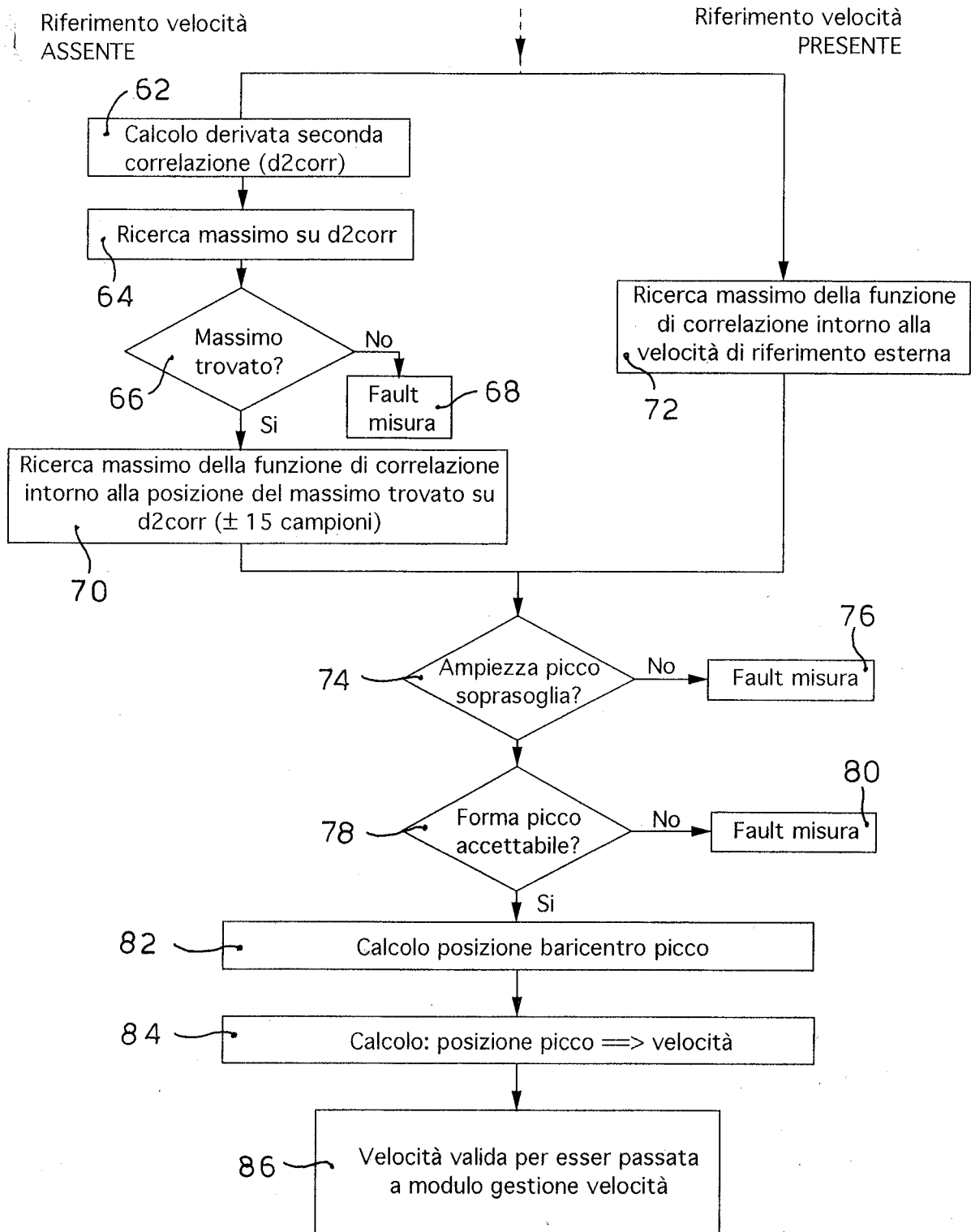


fig. 15