



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

DOMANDA NUMERO	101999900760504
Data Deposito	19/05/1999
Data Pubblicazione	19/11/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	B		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B		

Titolo

PROCEDIMENTO ED APPARECCHIATURA PER LA MISURA DEGLI ANGOLI DI ASSETTO DI UN AUTOVEICOLO, IN PARTICOLARE DI CONVERGENZA E CAMPANATURA DELLE RUOTE.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

MI 99 A 001 103

"PROCEDIMENTO ED APPARECCHIATURA PER LA MISURA DEGLI ANGOLI DI ASSETTO DI UN AUTOVEICOLO, IN PARTICOLARE DI CONVERGENZA E CAMPANATURA DELLE RUOTE"

a nome GIEFFE IMMOBILIARE s.n.c. di Gianfranco CROSTA & C. , a

Varese

Inventori: Flavio COLOMBO e Alessandro RATTI

Depositata il

19 MAG. 1999

*o*oOo*o*

La presente invenzione riguarda un'apparecchiatura per la misura, mediante fascio Laser, degli angoli di assetto di un autoveicolo, in particolare di convergenza e campanatura delle relative ruote.

E' noto che gli angoli di assetto di un autoveicolo, in particolare, come detto, gli angoli di convergenza e campanatura delle ruote, determinano il comportamento su strada del veicolo stesso, sia sul piano della cosiddetta "tenuta di strada" che su quello del "comfort di marcia". E' pertanto evidente l'importanza di effettuare spesso un controllo accurato della correttezza di questi angoli di assetto.

I metodi più tradizionali di controllo di questi angoli di assetto si basano sulla misura degli angoli interni di un quadrilatero definito da punti di misura determinati da strumenti di rilevamento applicati e resi solidali alle singole ruote. I maggiori inconvenienti di questi metodi derivano proprio dal fatto di dover utilizzare degli strumenti di rilevamento fissati sulle ruote, ciò che comporta ad esempio i problemi od inconvenienti elencati qui di seguito:

1. precisione meccanica nel montaggio: possibili errori di fissaggio degli strumenti generano importanti errori di misura. Inoltre, la necessaria precisione richiede che, ogni volta che deve essere effettuata la misura, una significativa porzione del tempo di prova venga impiegata per questa operazione preliminare;

2. fissaggio accurato: lo strumento di determinazione del punto di misura deve essere fissato molto bene perché, in caso contrario, esso può spostarsi durante la misura e dare altri errori;

3. errori sistematici nella misura: dato il rischio che il riferimento sulla ruota possa non essere scelto in modo sufficientemente accurato, possono essere introdotti degli errori di misura non facilmente controllabili;

4. manipolazione degli strumenti: gli strumenti da montare devono essere leggeri, perché debbono essere facilmente manipolabili, ma allo stesso tempo robusti, per tener conto dell'ambiente in cui vengono utilizzati.

Per superare questi problemi sono già stati proposti dei più moderni metodi di misura degli angoli di assetto, che si basano sull'impiego di strumenti di misura opto-elettronici, e quindi senza contatto con le ruote del veicolo o con il veicolo stesso. Strumenti di misura di questo tipo sono stati proposti, ad esempio, da US-A-4.899.218, da DE-A-2948573 e da EP-A2-0.895.056.

US-A-4.899.218 illustra un processo di misura basato sulla proiezione di un fascio di luce strutturata oscillante, sulla ruota, in modo tale da produrre almeno due immagini di riferimento su di essa; queste

immagini vengono lette da videocamere posizionate sotto un certo angolo rispetto al piano ottico definito dal piano di oscillazione del fascio. La posizione spaziale delle linee e quindi della ruota viene calcolata da un elaboratore usando un sistema di triangolazione noto.

DE-A-2948573 descrive un'apparecchiatura in cui il processo di misura si basa su coppie di immagini dello spigolo del cerchione della ruota, prese da angoli differenti. Da queste immagini vengono ottenute delle ellissi, i cui parametri consentono di ricavare la posizione spaziale della ruota, conoscendo la posizione e l'esatto orientamento delle videocamere.

EP-A2-0.895.056 descrive un'apparecchiatura ed un metodo di misura comprendente il fatto di ottenere un certo numero di coppie di immagini di ogni ruota, mentre il veicolo si sta muovendo verso la posizione di misura. L'apparecchiatura utilizza due videocamere per ogni ruota, che hanno i loro obiettivi rivolti verso la posizione di misura e connessi stabilmente a questa. Le videocamere sono collegate ad un elaboratore atto ad elaborare le immagini di ogni ruota da esse viste, al fine di determinare la posizione spaziale del cerchione, attraverso esame delle immagini a struttura circolare ed identificazione delle regioni in cui è massima la transizione tra differenti livelli di grigio. E' anche possibile rilevare lo sfarfallamento del bordo del cerchione, cioè la non perpendicolarità del piano della ruota rispetto al relativo asse di rotazione, e da questo calcolare gli angoli di assetto caratteristici.

Tutti questi dispositivi noti sono tuttavia relativamente complessi sia nella fabbricazione che nella messa a punto, ed hanno pertanto un co-

sto relativamente elevato. Non risulta d'altra parte che essi abbiano avuto, almeno fino ad oggi, un impiego pratico effettivo.

Scopo della presente invenzione è dunque di proporre un sistema di misurazione degli angoli di assetto caratteristici delle ruote di un veicolo, atto a superare queste problematiche ed a rendere agevole e rapida l'operazione di misura. Tale scopo viene raggiunto attraverso le caratteristiche evidenziate in particolare nelle rivendicazioni 1 e 15.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risultano comunque meglio evidenti dalla descrizione che segue di alcune forme di realizzazione della stessa, date a titolo di esempio ed illustrate nei disegni schematici allegati, nei quali:

fig. 1 mostra, in schema, una prima forma di realizzazione;

fig. 2 mostra, in schema, una variante di realizzazione, e

fig. 3 mostra uno schema di rilevamento di punti di misura su di una ruota di autoveicolo.

Come schematizzato in fig. 1, una sorgente S emette un fascio Laser modulato F, che colpisce uno specchio 1a; questo è montato, unitamente ad una serie di altri specchi 1b, ... 1m, sulla periferia di un supporto 2, a formare insieme una struttura a specchi poligonale. Questa struttura è posta in rotazione da un motore M passo passo.

Più precisamente, gli specchi 1a, ... 1m sono distribuiti, con disposizione a poligono regolare, sulla periferia del supporto 2, così da formare tra loro un angolo principale, la cui ampiezza è data dalla formula

$$(m-2) * 180^\circ / m$$

ove m è il numero dei lati del poligono. Essi sono inoltre montati sul

supporto 2 in modo da formare anche un angolo rispetto all'asse di rotazione del supporto 2, il quale varia dall'uno all'altro progressivamente.

Questa struttura a specchi poligonale, quando messa in rotazione, fa sì che il fascio modulato F che la colpisce secondo una direzione fissa, venga rinviato dagli specchi a formare un fascio oscillante Fo, che si muove innanzitutto su di un piano orizzontale, contrassegnato dalla linea L1 e che interseca la ruota R di un autoveicolo (variazione d'angolo di azimuth) e si muove inoltre successivamente su più piani paralleli, indicati dalle linee L2 ... Lm e tutti che intersecano la ruota R (variazione d'angolo di elevazione), per la funzione meglio indicata nel seguito.

Attraverso questa disposizione si procede allora a determinare una pluralità di punti di misura sulla ruota, come segue:

a) - la testa di misura Laser invia un fascio, quasi puntiforme o comunque con diametro molto piccolo, verso la struttura a specchi, che ne controlla la direzione nel modo già indicato. La dimensione del fascio deve essere un compromesso fra la minima dimensione ottenibile e quella che determina la minima divergenza del fascio, compatibile con la misura. In effetti, come noto, a causa di un fenomeno di diffrazione, la dimensione del fascio aumenta man mano che esso si allontana dalla sorgente; più precisamente, un fascio avente diametro d diverge con un angolo pari a $\lambda/2d$. Ad esempio, un fascio con diametro iniziale di 1 mm. e radiazione rossa da 0.86 μ m si allarga con un angolo di 0.86 mrad; alla distanza di 3 m. il fascio ha diametro $(1+3*0.86) = 3,6$ mm. Un fascio avente all'origine un

diametro di 2 mm. ha divergenza 0.34 mrad e dopo 3 metri ha diametro di $(2+3*0.34) = 3,2\text{mm}$. cioè inferiore al fascio inizialmente da 1 mm. Il diametro minimo del fascio viene dunque scelto in funzione della distanza operativa.

b) - il fascio Laser viene modulato per poter misurare la distanza che esso percorre. Il fascio riflesso dalla superficie su cui il fascio incide viene misurato lungo la direzione del fascio stesso, separando la componente riflessa e determinando la distanza percorsa, con tecnica di elaborazione per se nota (applicata per esempio nella telemetria Laser) e che pertanto non viene descritta in questa sede.

c) - oltre alla distanza viene misurata anche l'intensità della radiazione riflessa.

d) - la scansione viene ripetuta, come detto, su più piani paralleli, indicati dalle linee L1, L2 ... Lm, che attraversano la ruota e sicuramente intercettano più di una volta il bordo Rx del cerchione, ovvero la linea di separazione tra cerchione e pneumatico.

e) - un apposito software che, da un lato, controlla istante per istante l'orientamento della struttura poligonale a specchi, ed è dunque in grado di conoscere in ogni istante la direzione del fascio Laser e, d'altro lato, legge la misura della distanza e della intensità, provvede a calcolare per ogni posizione del fascio Laser le coordinate polari di ogni punto riflesso, riferite alla posizione della testa di misura Laser, presa come riferimento fisso.

f) - in corrispondenza della linea di passaggio dal bordo del cerchione al pneumatico, il segnale Laser subisce una rapida variazione sia di di-

stanza percorsa che di intensità. In base a questa rapida variazione è pertanto possibile, per ogni linea di scansione, riconoscere con grande precisione due punti significativi, e precisamente quei punti ($p_1 \dots p_n$) che corrispondono alle coppie di valori aventi massima variazione istantanea di distanza e di intensità. Come detto, questi punti sono rappresentativi delle posizioni in cui il fascio intercetta il bordo del cerchione. Se questi due punti sono p_1 e p_2 , sono anche noti i vettori spaziali $[p_1 - p_0]$ e $[p_2 - p_0]$, ove p_0 indica il punto rappresentativo delle coordinate della testa Laser rispetto al sistema di riferimento fisso (composto dalle varie teste Laser di misura, installate una per ogni ruota). Durante la scansione del fascio, questi punti significativi vengono memorizzati.

Nell'uso dell'apparecchio secondo l'invenzione, la posizione delle teste, nonché l'angolo e la velocità di scansione sono predeterminati in modo che:

- per ogni passata su di un piano di scansione sia possibile leggere almeno due punti sulla ruota, in corrispondenza del passaggio dal bordo del cerchione al pneumatico;
- sia inoltre possibile effettuare la scansione con adeguata velocità, senza rischiare di non identificare i due punti suddetti. La velocità di scansione deve essere la più alta possibile, compatibilmente con la necessità di effettuare almeno una misura di distanza ogni volta che il Laser si sposta di un segmento pari a $\frac{1}{2}$ del suo diametro proiettato sulla ruota.
- la velocità di oscillazione del fascio Laser possa essere modificata

istante per istante, per consentire di aumentare la velocità di lettura dei dati quando opportuno: ad esempio effettuando prima una lenta scansione di ricerca del bordo del cerchione sull'intero angolo di scansione e poi – una volta individuata la posizione di massima del bordo – utilizzare la scansione lenta nelle sole zone limitrofe al bordo trovato e passare alla scansione veloce in tutte le altre zone. Ciò consente, non soltanto di ridurre i tempi globali di scansione, ma anche di inseguire spostamenti del veicolo o regolazioni in tempo reale dei parametri della ruota;

- sia inoltre possibile, grazie alla scelta di una opportuna distanza della testa di lettura dal veicolo, effettuare la scansione su ruote aventi differente passo e/o carreggiata.

Se, per ogni punto p_j individuato sul bordo del cerchione, si indicano con d_j il valore di distanza dalla posizione p_0 della testa di misura, con γ_j il valore dell'angolo di azimuth e rispettivamente con φ_j il valore dell'angolo di elevazione del vettore $[p_j - p_0]$, si possono memorizzare ad esempio per i punti $(p_1, \dots p_j \dots p_n)$ le terne di valori:

d_1, γ_1, φ_1

.....

d_j, γ_j, φ_j

.....

d_n, γ_n, φ_n

Posto allora p_0 con coordinate $\{0, 0, 0\}$, le coordinate del punto definito da d_j, γ_j, φ_j diventano:

$$x = d_j \cos \gamma_j \quad y = d_j \sin \gamma_j \cos \varphi_j \quad z = d_j \sin \gamma_j \sin \varphi_j$$

per cui, note le coordinate d_0, γ_0, φ_0 della testa Laser in un sistema di riferimento universale, si trasformano le coordinate del punto sulla ruota, nel sistema di riferimento universale, con le funzioni f, g ed h :

$$x = f(d_0, \gamma_0, \varphi_0, d_j, \gamma_j, \varphi_j)$$

$$y = g(d_0, \gamma_0, \varphi_0, d_j, \gamma_j, \varphi_j)$$

$$z = h(d_0, \gamma_0, \varphi_0, d_j, \gamma_j, \varphi_j)$$

e da questi valori $\{x, y, z\}$, per ciascuno dei punti $(p_1, \dots p_j \dots p_n)$ di una serie, nel sistema universale, si identifica – attraverso calcolo matematico – il piano che contiene il profilo del cerchio come il piano che contiene tutti questi punti. A causa di:

- errori sistematici e casuali nella misura dei punti (d_1-d_n) ;
- finitezza della risoluzione di misura;
- accuratezza nel rilevamento della intensità del fascio riflesso, ovvero nella determinazione di quale fra tutti i punti analizzati appartenga al bordo del cerchione;
- errori determinati da errata interpretazione di danni al bordo del cerchione;

è naturalmente possibile che i punti (p_1-p_n) rilevati non appartengano ad un unico piano. Per questo motivo, si calcola innanzitutto il piano che minimizza lo scarto quadratico medio fra ogni punto p_j ed il punto p'_j ottenuto intersecando il rispettivo vettore $[p_0 - p_j]$ con questo stesso piano; quindi si eliminano dal calcolo stesso i punti p_j che si discostano dai corrispondenti p'_j più dello scarto quadratico medio di tali scostamenti, e infine si ricalcola il piano.

Lo scopo di questo calcolo è di evitare che una misura particolarmente difficile, e quindi poco precisa, possa modificare significativamente il piano definito dagli altri punti; una specie di sistema "a maggioranza".

Dai vari punti $(p_1, \dots p_j, \dots p_n)$ è anche possibile ricavare il centro del

cerchio che questi definiscono sul piano appena determinato. Anche in questo caso, sarebbero sufficienti tre punti per identificare completamente il cerchio; si usano tuttavia tutti i punti (fatta eccezione per quelli già eliminati nel precedente passo di calcolo del piano), e si calcola il cerchio che minimizza lo scarto quadratico medio fra $(p_1, \dots, p_j, \dots, p_n)$ ed i corrispondenti punti sul cerchio teorico.

Conoscendo le posizioni delle varie teste di misura Laser (una per ogni ruota), riferite ad un sistema di riferimento universale, con semplici trasformazioni di coordinate è possibile ricavare:

1. Posizione del veicolo nello spazio;
2. Angoli caratteristici per le ruote;
3. Relazioni fra angoli e veicolo.

Per una precisa determinazione delle trasformazioni che legano le coordinate locali alle coordinate universali (rispetto alle quali si calcolano tutti gli angoli e la posizione del veicolo), si deve determinare il punto p_0 della testa Laser in coordinate universali. Per conseguenza, allo scopo di disporre di un esatto valore di questo punto p_0 di riferimento o, in altre parole, di ottenere una precisa collocazione delle varie teste Laser nello spazio, il sistema di misura deve essere opportunamente calibrato, per esempio nel modo seguente.

In fase di installazione dell'apparecchiatura, e con l'uso di appositi strumenti, è possibile procedere ad una operazione di calibrazione automatica, usando le teste stesse di misura per rilevare la posizione delle altre teste Laser. Sicuramente, quando il veicolo non è presente per la misura, almeno le teste poste alla destra ed alla sinistra della

posizione di misura "si vedono", quindi possono determinare la loro posizione reciproca, usando come punti di riferimento degli appositi bersagli applicati per esempio sulle superfici fronteggianti dei contenitori dei sensori. Per le due teste sullo stesso lato del veicolo, un vincolo meccanico mantiene la posizione reciproca ad un valore noto.

Oltre alla calibrazione per la posizione reciproca, in fase di costruzione delle singole teste Laser è necessario provvedere alla calibrazione per la misura degli angoli del vettore $[p_n - p_0]$. A tale scopo viene usato un apposito pattern, analogo ad una lente di fresnel, che simula cerchi di raggio noto. Un software di acquisizione stabilisce i fattori di calibrazione per ogni differente diametro simulato.

Nella forma di esecuzione della figura 1, il fascio emesso dalla testa Laser S e che colpisce la struttura a specchi poligonale, viene deviato lungo i diversi piani di scansione L1, L2, ... Ln verso la ruota R, e da questa riflesso verso il fotosensore FS connesso, così come la testa Laser S, al sistema di misura MM.

Nel caso invece della forma di esecuzione della figura 2, il fascio emesso dalla testa Laser S attraversa innanzitutto il gruppo BS (che è un "beam splitter", cioè un dispositivo polarizzatore in grado di separare il fascio emesso dal fascio riflesso) e poi colpisce la struttura a specchi poligonale. Viene poi egualmente deviato lungo i diversi piani di scansione L1, L2, ... Ln verso la ruota R, ma da questa viene riflesso nuovamente verso la struttura a specchi poligonale, ovvero lungo il suo precedente percorso; quindi passa attraverso il gruppo BS, ove il solo fascio riflesso viene deviato verso il fotosensore FS1 connesso, così co-

me la testa Laser S, al sistema di misura MM.

S'intende comunque che l'invenzione non deve considerarsi limitata alle particolari forme di esecuzione illustrate sopra, che costituiscono soltanto esempi non limitativi della portata dell'invenzione, ma che diverse varianti sono possibili, tutte alla portata di un tecnico del ramo, senza per questo uscire dall'ambito di protezione dell'invenzione stessa, come definito dalle rivendicazioni che seguono.

RIVENDICAZIONI

1) Procedimento per la misura degli angoli di assetto di autoveicoli, in particolare degli angoli di convergenza e campanatura delle ruote, caratterizzato da ciò che comprende le fasi di:

a) disporre quattro teste di misura a fascio Laser in posizioni predeterminate, atte a definire un sistema spaziale di riferimento, invariabile, ogni testa di misura venendo associata ad una rispettiva ruota del veicolo,

b) emettere, da ciascuna testa di misura, un fascio Laser brandeggiante su un piano principale di rilevamento e su almeno un piano supplementare, questi piani attraversando il piano della ruota, e raccogliere sul fascio riflesso dalla superficie della ruota un segnale rappresentativo della posizione spaziale di punti di misura sulla ruota in detto sistema spaziale di riferimento

c) calcolare, a partire dalla posizione spaziale di un insieme di detti punti di misura sulla ruota, la posizione del piano della ruota e del suo asse di rotazione, nonché gli angoli caratteristici formati dal piano della ruota, rispetto a detto sistema spaziale di riferimento.

2) Procedimento come in 1, in cui le posizioni predeterminate delle teste di misura a fascio Laser, vengono stabilite precedentemente a qualsiasi altra operazione di misura.

3) Procedimento come in 1, in cui detto piano principale e detto pia-

no supplementare di rilevamento, sui quali viene fatto brandeggiare il fascio Laser, sono piani paralleli.

4) Procedimento come in 1, in cui il fascio Laser viene fatto brandeggiare su una pluralità di piani paralleli, reciprocamente distanziati.

5) Procedimento come in 3 o 4, in cui detti piani paralleli sono piani orizzontali.

6) Procedimento come in 1, in cui il fascio Laser viene fatto brandeggiare su una pluralità di piani formanti un angolo tra di loro.

7) Procedimento come in 1, in cui il fascio Laser viene modulato e misurato lungo la direzione del fascio stesso, separando la componente riflessa dalla superficie della ruota su cui il fascio incide, per determinare, in modo per se noto, la distanza tra sorgente del fascio e punto in cui il fascio intercetta la superficie della ruota, ovvero le coordinate polari di ogni punto di riflessione, riferite alla posizione della testa di misura Laser presa come riferimento fisso.

8) Procedimento come in 7, in cui viene inoltre misurata l'intensità di radiazione riflessa da ogni punto della superficie della ruota.

9) Procedimento come in 7 od 8, in cui, durante la scansione del fascio, vengono memorizzate le coordinate polari di quei punti ($p_1 \dots p_n$) che corrispondono ai valori di massima variazione istantanea di distanza e di intensità, eventualmente rappresentativi delle posizioni in cui il fascio intercetta il bordo del cerchione, questi punti formando detto insieme di punti di misura che consente il calcolo della posizione del piano della ruota.

10) Procedimento come in 1 o 9, in cui la velocità di scansione del

fascio Laser è commutabile da un valore elevato ad un valore relativamente basso, compatibile con la necessità di effettuare almeno una misura di distanza ogni volta che il fascio Laser si sposta di un segmento pari a $\frac{1}{2}$ del suo diametro proiettato sulla ruota.

11) Procedimento come in 10, in cui la velocità di scansione del fascio Laser viene commutata a detto valore relativamente basso per effettuare almeno una prima lenta scansione di ricerca del bordo del cerchione sull'intero angolo di scansione e quindi, una volta individuata la posizione di massima di questo bordo, viene commutata a detto valore elevato per la scansione veloce delle zone lontane dalla prevista posizione del bordo del cerchione.

12) Procedimento come in 9, in cui, ove si rilevi che non tutti i punti ($p_1 \dots p_n$) determinati dalle coordinate polari memorizzate appartengano ad un unico piano, si calcola il piano che minimizza lo scarto quadratico medio fra la distanza di ciascun punto (p_j) ed un punto (p'_j) ottenuto intersecando il corrispondente vettore [$p_0 - p_j$] con questo stesso piano, quindi si eliminano dal calcolo i punti (p_j) che si discostano dai corrispondenti (p'_j) più dello scarto quadratico medio di tali scostamenti, e infine si ricalcola il piano.

13) Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui, tramite semplici trasformazioni di coordinate ed avendo riferimento ad un sistema di riferimento universale definito dalle posizioni (p_0) delle teste di misura Laser, si calcolano la posizione del veicolo nello spazio, gli angoli caratteristici delle ruote del veicolo e/o le relazioni fra angoli e veicolo.

14) Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui, preventivamente al rilevamento di detti valori di distanza ed intensità, si procede ad una calibrazione del sistema di misura, attraverso precisa determinazione della collocazione delle teste Laser nello spazio.

15) Apparecchiatura per la misura degli angoli di assetto di autoveicoli, in particolare degli angoli di convergenza e campanatura delle ruote, caratterizzato da ciò che comprende:

a) quattro teste di misura a fascio Laser, collocate in posizioni predeterminate, atte a definire un sistema spaziale di riferimento, invariabile, ogni testa di misura essendo associata ad una rispettiva ruota del veicolo,

b) mezzi di brandeggio, associati a ciascuna testa di misura, per far oscillare il fascio Laser emesso da ogni testa di misura su piani principali e su piani supplementari di rilevamento, che attraversano il piano della ruota,

c) mezzi trasduttori, per raccogliere il fascio Laser riflesso dalla superficie della ruota e per ricavarne un segnale rappresentativo della distanza percorsa dal fascio e della sua intensità, e

d) mezzi di elaborazione elettronica per calcolare, a partire da detto segnale, la posizione spaziale di un insieme di punti di misura sulla ruota, in detto sistema spaziale di riferimento, nonché, a partire da detta posizione spaziale dell'insieme di punti di misura, la posizione del piano della ruota, del suo asse di rotazione, e degli angoli caratteristici formati dal piano della ruota, rispetto a detto sistema

spaziale di riferimento.

16) Apparecchiatura come in 15, in cui detti mezzi di brandeggio sono costituiti da una pluralità di specchi, montati sulla periferia di un supporto rotante a formare una struttura a specchio poligonale, a poligono regolare, sulla quale viene fatto riflettere il fascio Laser emesso dalla corrispondente testa di misura per determinare un brandeggio in piano (variazione dell'angolo di azimuth).

17) Apparecchiatura come in 16, in cui detta pluralità di specchi formanti detta struttura poligonale sono inoltre montati sul rispettivo supporto rotante con un'angolazione, rispetto all'asse di rotazione, che varia dall'uno all'altro progressivamente, per determinare un brandeggio su più piani paralleli sovrapposti (variazione dell'angolo di elevazione).

18) Apparecchiatura come in 15, in cui dette teste di misura utilizzano un fascio Laser avente diametro costituente compromesso fra la minima dimensione ottenibile per il fascio e quella che determina la minima divergenza del fascio in rapporto alla distanza di misura.

19) Apparecchiatura come in 15, in cui è previsto un fotosensore, connesso alla testa di misura ed atto a raccogliere direttamente il fascio Laser riflesso dai punti di misura sulla ruota dell'autoveicolo.

20) Apparecchiatura come in 15, in cui è previsto, immediatamente a valle della testa di misura, un dispositivo polarizzatore attraversato sia dal fascio Laser emesso dalla testa di misura sia dal fascio Laser riflesso dai punti di misura sulla ruota dell'autoveicolo, detto dispositivo polarizzatore essendo in grado di separare il fascio riflesso per deviarlo

verso un fotosensore connesso alla testa di misura.



dott. Giovannaria Feggioni della
FUMERO - STUDIO CONSULENZA BREVETTI
iscritto all'Albo con il n° 35

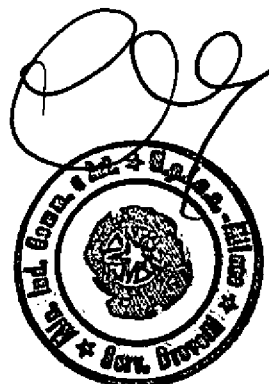
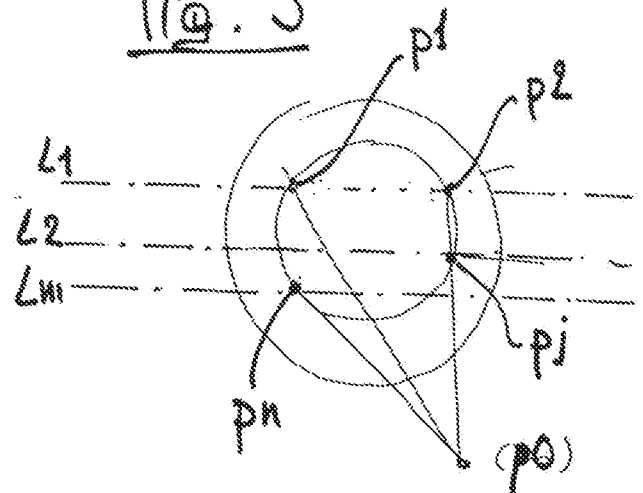


Fig. 3



MI 99 A 001 103

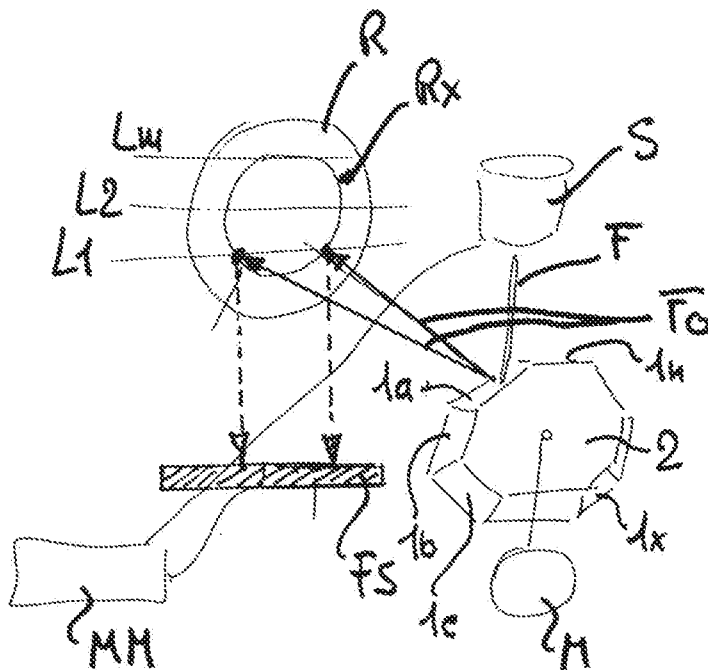


Fig. 1

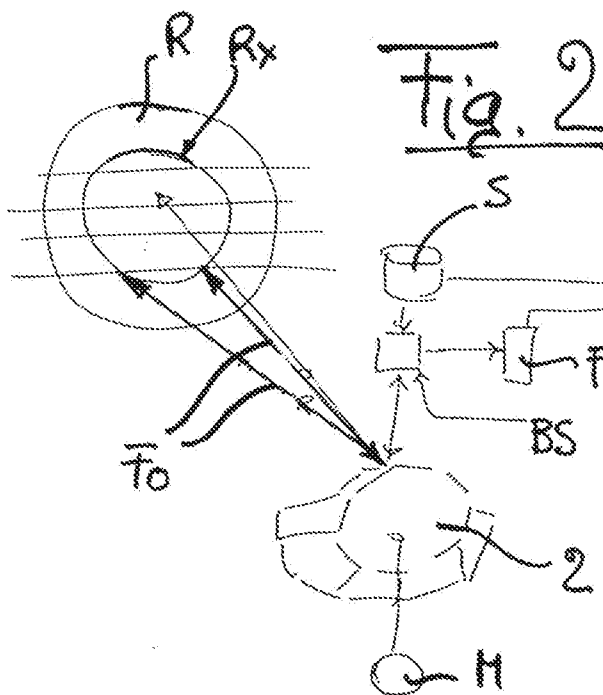
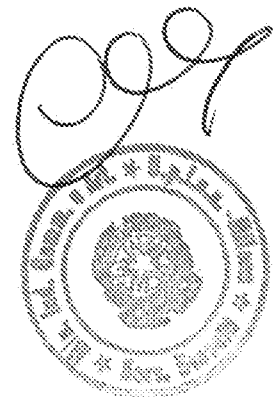


Fig. 2

[Signature]

dott. Giovanmaria Faggioni della
FUMERO - STUDIO CONSULENZA BREVETTI
iscritto all'Albo con il N. 35