



**Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein**  
Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

## **(12) FASCICOLO DEL BREVETTO A5**

**(21)** Numero della domanda: 2189/81

**(73)** Titolare/Titolari:  
Officine Galileo S.p.A., Campi Bisenzio/Firenze  
(IT)

**(22)** Data di deposito: 31.03.1981

**(30)** Priorità: 28.04.1980 IT 9415/80

**(72)** Inventore/Inventori:  
Luzi, Gianni, Firenze (IT)  
Simoncini, Gianni, Firenze (IT)

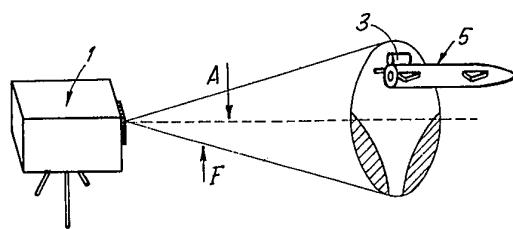
**(24)** Brevetto rilasciato il: 31.10.1986

**(45)** Fascicolo del  
brevetto pubblicato il: 31.10.1986

**(74)** Mandatario:  
Bovard AG, Bern 25

**(54) Apparecchiatura per misure scartometriche a distanza, per la guida a fascio direttore di mobili nello spazio.**

**(57)** L'apparecchiatura serve in specie per guidare a fascio direttore missili ed altro. Dal posto di guida (1) è emesso un fascio (F) di segnali modulati di comportamento ottico, del tipo laser od equivalenti, con una modulazione di frequenza elettrica per formare un indice di riferimento per una prima informazione, e viene modulata otticamente l'ampiezza del segnale nel fascio onde ricavare l'altra informazione necessaria; uno spostamento secondo una coordinata è apprezzato da una variazione della durata del pacchetto di impulsi (modulazione di ampiezza), mentre uno spostamento secondo un'altra coordinata è apprezzato come uno sfasamento dal pacchetto stesso rispetto al riferimento ottenuto dalla variazione di frequenza; i segnali ottenuti sono utilizzati da mezzi (3) a bordo del mobile (5).



## RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per misure scartometriche a distanza, per la guida a fascio direttore di mobili nello spazio per ottenere due informazioni di posizione, caratterizzata dal fatto di comprendere mezzi di emissione di un fascio di segnali modulati di comportamento ottico, del tipo laser, con una modulazione di frequenza elettrica per formare un indice di riferimento (Rf) per una prima informazione, e mezzi per modulare otticamente l'ampiezza del segnale ( $t_1/t_2$ ) nel fascio onde ricavare l'altra informazione necessaria; la disposizione essendo tale per cui uno spostamento secondo una coordinata è apprezzato da una variazione della durata ( $t_1$ ) del pacchetto di impulso ossia di una modulazione di ampiezza, mentre uno spostamento secondo un'altra coordinata è apprezzato come uno sfasamento ( $t_2$ ) del pacchetto stesso rispetto al riferimento (Rf) ottenuto dalla variazione di frequenza; i segnali così ottenuti essendo valutati da mezzi a bordo del mobile.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che la modulazione in ampiezza ( $t_1, t_2$ ) di un segnale è realizzata con almeno un campo di emissione (18B) — a luce ed ombra — variabile in durata in funzione della posizione in direzione radiale.

3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il segnale di riferimento (Rf) è ottenuto con una discontinuità in una posizione circonferenziale prestabilita di un disco, per impostare una breve variazione di frequenza sulla frequenza base elettrica del segnale, per comandare la generazione dell'impulso di riferimento (Rf) nel fascio emesso.

4. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che in relazione biunivoca con ciascuno dei mezzi di modulazione di ampiezza (18B) è prevista una interruzione (18E) di una corona (18C), in specie periferica, per comandare la generazione del detto impulso di riferimento (Rf).

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che un comando per l'inizio di una temporanea variazione di frequenza è ottenuto utilizzando la lettura, in una posizione radialmente costante, di uno dei due bordi della o di una o di ciascuna figura preposta alla modulazione di ampiezza della sorgente; la durata della variazione di frequenza potendo essere imposta elettricamente.

---

Forma oggetto dell'invenzione un'apparecchiatura per misure scartometriche a distanza, per la guida a fascio direttore di mobili nello spazio per ottenere due informazioni di posizione.

Mediante questa apparecchiatura può essere realizzato un collegamento ottico tra una stazione di terra ed un mobile nello spazio, per consentire la guida automatica a fascio direttore del mobile stesso. L'invenzione si riferisce in specie, ma non esclusivamente, alla guida di missili nello spazio.

L'apparecchiatura consente di avvertire lo scarto angolare di un punto rispetto ad una origine e ad una direzione di riferimento prefissate, quest'ultima potendo essere spostabile. La misura viene effettuata sul punto stesso fino a distanza dell'ordine di qualche chilometro, senza necessità di collegamento materiale con il punto origine, mediante un fascio ottico contenente l'informazione di posizione del mobile (ad esempio un missile).

Problemi come questo — che sono tipici di applicazioni militari — sono stati risolti con l'impiego di sorgenti ottiche tradizionali e mediante l'uso di fasci radar. Fra le soluzioni note si possono citare — a titolo di esempio — alcune soluzioni forniti oggetto di precedenti Brevetti della stessa titolare, quali il Brevetto di Invenzione Italiano N° 679 865 dell'11.12.1962, che impiega lampade tradizionali ad arco ed opportune figure reticolari per la modulazione del fascio conico emesso; e la doman-

da N° Provv. 11262/77 del 14.09.1977, che impiega diodi laser con adeguati dispositivi ottici per la scansione del campo di misura di interesse.

L'invenzione presenta vantaggi dimensionali, ponderali, energetici e di selettività derivanti dall'impiego di sorgenti emittenti a diodi laser, e quelli del sistema di modulazione, che risulteranno evidenti agli esperti dalle considerazioni che seguono.

Sostanzialmente l'apparecchiatura per misure scartometriche a distanza, per la guida a fascio direttore di mobili nello spazio per ottenere due informazioni di posizione, comprende mezzi di emissione di un fascio di segnali modulati di comportamento ottico, del tipo laser, con una modulazione di frequenza elettrica per formare un indice di riferimento per una prima informazione, e mezzi per modulare otticamente l'ampiezza del segnale nel fascio onde ricavare l'altra informazione necessaria; la disposizione essendo tale per cui uno spostamento secondo una coordinata è apprezzato da una variazione della durata del pacchetto di impulsi ossia di una modulazione di ampiezza, mentre uno spostamento secondo un'altra coordinata è apprezzato come uno sfasamento del pacchetto stesso rispetto al riferimento ottenuto dalla variazione di frequenza; i segnali così ottenuti sono valutati da mezzi a bordo del mobile.

La descrizione che segue è riferita ad un sistema, che è illustrato a titolo di esempio non limitativo nell'annesso disegno, nel quale:

fig. 1 mostra uno schema del complesso;

fig. 2 mostra uno schema a blocchi del gruppo a terra;

fig. 3 mostra una vista frontale di un disco modulatore del fascio;

fig. 4 mostra alcune condizioni del diagramma dei segnali pulsanti;

fig. 5 mostra uno schema funzionale a blocchi, installato sul mobile.

Il complesso installato nella postazione di guida e collegato in un sistema a maglia chiusa nel mobile, è atto a realizzare la correzione automatica della traiettoria di un mobile in funzione della misura scartometrica.

La apparecchiatura consta essenzialmente: di un complesso nella postazione di pilotaggio, comprendente un trasmettitore di segnali a fascio o proiettore 1 (orientabile a volontà dell'operatore) con sistemi di modulazione elettrico ed ottico di detti segnali; e di un complesso ricevitore 3 da sistemarsi a bordo del mobile 5 (ad esempio missile o simile), comprendente mezzi atti a rivelare l'energia modulata del fascio F, emesso dal proiettore 1, ed a trasformare detta energia in segnali elettrici, funzioni degli scostamenti del mobile stesso dall'asse A del fascio F, secondo due assi tra loro ortogonali o meglio secondo due linee, una delle quali Z è rettilinea radiale e l'altra Y ad andamento circonferenziale (nell'applicazione esemplificata); questi segnali sono atti a pilotare il sistema di manovra del mobile, onde realizzare le opportune correzioni di traiettoria riportando il mobile sull'asse A, con una sequenza ad inseguimento.

La stazione 2 di guida, che genera il fascio di guida contenente l'informazione di posizione del mobile, è costituita da un proiettore composto essenzialmente (fig. 2): da una sorgente laser 10 pulsata, suscettibile di emissioni a due diverse frequenze, che emette radiazioni ad una ben precisa lunghezza d'onda nell'infrarosso in una banda estremamente stretta; da una elettronica di pilotaggio 12 per detta sorgente 10; da un sistema ottico composto essenzialmente da un condensatore 14 e da un'ottica di proiezione 16; da un disco di modulazione 18, che può essere realizzato mediante tecniche diverse come fotoincisione su vetro, lavorazione di macchina di un disco metallico ed altro, ed una porzione del quale è illuminata dal condensatore e disposta nel fuoco dell'obiettivo di proiezione. Il disco 18 è fissato ad un albero 20, parallelo all'asse ottico del proiettore, ed è tenuto in rotazione, a velocità rigorosamente costante, da un motore elet-

trico 22. Il disco di modulazione può presentare una figura del reticolo di modulazione (fig. 3), composta alternativamente da settori opachi 18A e trasparenti 18B di numero e profilo opportuni e qualsivoglia, disposti su di una corona circolare che scorre di fronte ad una maschera di campo 26 circolare, in modo che una porzione di figura venga proiettata secondo le leggi dell'ottica geometrica. La forma delle zone 18A e 18B è tale per cui l'alternanza di esse si presenta con rapporti  $t_1/t_2$  che variano con la distanza radiale dal centro geometrico del disco 18.

Pertanto il complesso ricevente montato sul mobile, che si trovi in un punto generico del campo delimitato dalla maschera 26, è illuminato dalla sorgente laser pulsata 10 solo quando la porzione di figura proiettata in quel punto sarà di tipo trasparente 18B, mentre non sarà illuminato dalla sorgente laser pulsata quando la porzione di figura proiettata apparterrà ad una zona opaca 18A.

Secondo l'esempio illustrato, la figura del disco di modulazione 18 prevede sulla corona esterna 18C, generalmente opaca, interruzioni trasparenti 18E, utilizzando le quali è possibile ricavare un breve segnale sincrono di riferimento Rf, variato in frequenza. Tale segnale è realizzato mediante una modulazione di frequenza realizzata elettricamente mediante una variazione della frequenza base della sorgente emittente, il segnale Rf essendo rappresentato da un treno di onde della detta frequenza variata. Detto segnale può essere ottenuto anche con diversi altri metodi, come ad esempio con una interruzione della emissione della sorgente e quindi con un abbuiamento, o con una modulazione dell'ampiezza del segnale emesso, od in altro modo equivalente. Ad esempio si può anche utilizzare un segnale dovuto ad un punto di discontinuità fisso ottenuto leggendo in una posizione radiale costante la discontinuità offerta da uno o da ciascuno dei bordi (di inizio o di fine) di una zona opaca 18A, con un ritardatore che stabilisce la pur breve durata del segnale di frequenza maggiorata. Il detto segnale dovrà comunque essere in una posizione fissa rispetto alla figura 18 od equivalente.

Il ricevitore a bordo del mobile è illuminato da una serie di pacchetti di impulsi (fig. 4).

La differenza tra il tempo luce  $t_1$  ed il tempo buio  $t_2$  fornisce l'informazione dalla quale è estratta la coordinata scartometrica di elevazione secondo l'asse Z (fig. 3), cioè la distanza radiale. La misura della fase del pacchetto di impulsi rispetto al segnale sincrono di riferimento Rf, cioè la misura ed il confronto dei valori  $t_3$  e  $t_4$ , fornisce l'informazione dalla quale è estratta la coordinata scartometrica di brandeggio, cioè della posizione angolare lungo l'arco Y.

Pertanto uno spostamento del mobile secondo l'asse Z produrrà una variazione univoca del tempo di illuminazione  $t_1$  ed una corrispondente variazione del tempo di buio  $t_2$ , mentre uno spostamento del mobile secondo l'asse Y produrrà una variazione univoca dei tempi  $t_3$  e  $t_4$ .

Il puntamento e l'inseguimento del bersaglio è ottenuto mediante un cannocchiale munito di opportuno crocicchio di mira e provvisto di un adeguato numero di ingrandimenti, ed avente

l'asse ottico allineato con l'asse del fascio di guida ed orientabile a volontà dell'operatore solidalmente al proiettore infrarosso 10.

Il complesso ricevente 3 a bordo del mobile comprende essenzialmente (fig. 5): un rivelatore 32 sensibile alle radiazioni di lunghezza d'onda pari a quelle emesse dalla sorgente 10 e provvisto di opportuno filtro per la selezione ottica della radiazione stessa, onde depurare il segnale; una elettronica 34 atta alla estrazione ed alla elaborazione del segnale ricevuto; ed attuatori 10 36 per i governali del mobile 5.

L'estrazione delle informazioni di elevazione (Z) e di brandeggio (Y) e la loro successiva elaborazione viene effettuata con circuiteria elettronica convenzionale e di normale impiego.

Le uscite del blocco elettronico di estrazione ed elaborazione 15 del segnale sono costituite da due tensioni di errore che rappresentano gli scarti metrici del mobile, secondo i due assi prefissati, dall'asse del fascio di guida. Il sistema attuatore 36 ottiene, dalle tensioni scartometriche di errore, le manovre di reazione del mobile per annullare l'errore registrato.

La modulazione in ampiezza di un segnale è realizzata dunque, secondo l'invenzione, con almeno un campo di emissione — a luce ed ombra od equivalente — variabile in durata in funzione della posizione in direzione radiale.

In una possibile forma di attuazione, il segnale di riferimento 25 può essere ottenuto con una discontinuità in una posizione circonferenziale prestabilita del disco, per impostare una breve variazione di frequenza sulla frequenza base elettrica del segnale, per comandare la generazione dell'impulso di riferimento nel fascio emesso. Ciò si può ottenere prevedendo — in relazione 30 biunivoca con ciascuno dei mezzi di modulazione di ampiezza — una interruzione di una corona in specie periferica, per comandare la generazione del detto impulso di riferimento. Il segnale di riferimento può essere anche ottenuto con un comando per l'inizio di una temporanea variazione di frequenza, utilizzando la lettura, in una posizione radialmente costante, di uno 35 dei due bordi della o di una o di ciascuna figura preposta alla modulazione di ampiezza della sorgente; la durata della variazione di frequenza può allora essere imposta elettricamente.

Si può adottare pertanto un sistema di modulazione misto 40 (in frequenza ed in ampiezza) della sorgente. Si sfrutta infatti la possibilità del diodo laser di essere modulato in frequenza elettricamente e ad almeno due diverse frequenze; a ciò si sovrappone una modulazione ottica di ampiezza, ottenuta con l'uso del disco di modulazione ruotante e composto alternativamente 45 da settori trasparenti ed opachi di numero e profilo opportuni.

Con questo sistema viene irradiato un fascio conico, per cui 50 in ogni sezione normale all'asse, ciascun punto reca una informazione di posizione che può essere ricavata e decodificata da un opportuno sistema ricevente. La risoluzione (granularità) e la frequenza dell'informazione sono chiaramente legate alle caratteristiche quantitative di frequenza di modulazione elettrica della sorgente, alle caratteristiche geometriche delle figure riportate sul disco ed alla velocità con cui viene fatto ruotare il disco per la modulazione di ampiezza.

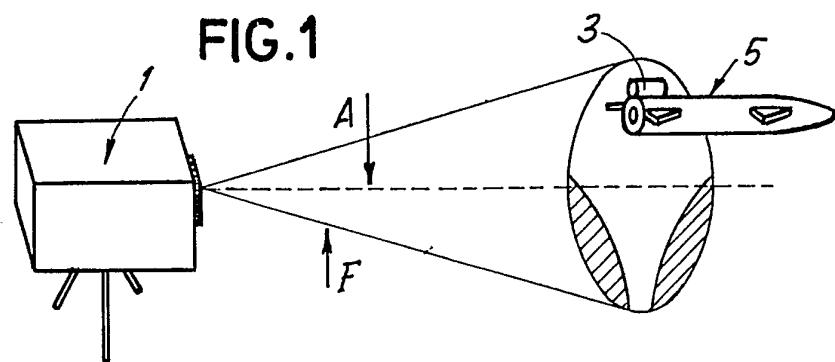
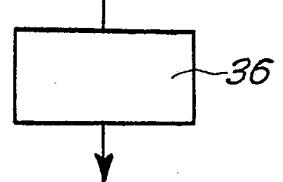
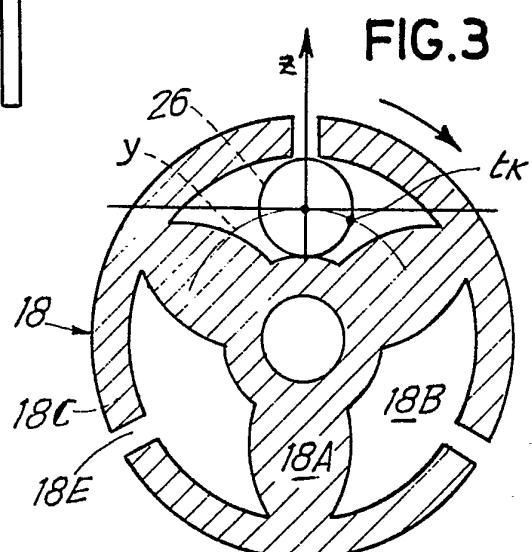
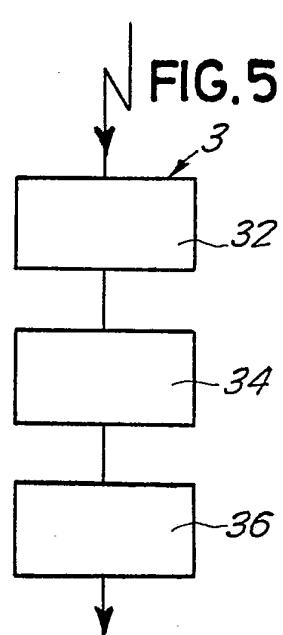
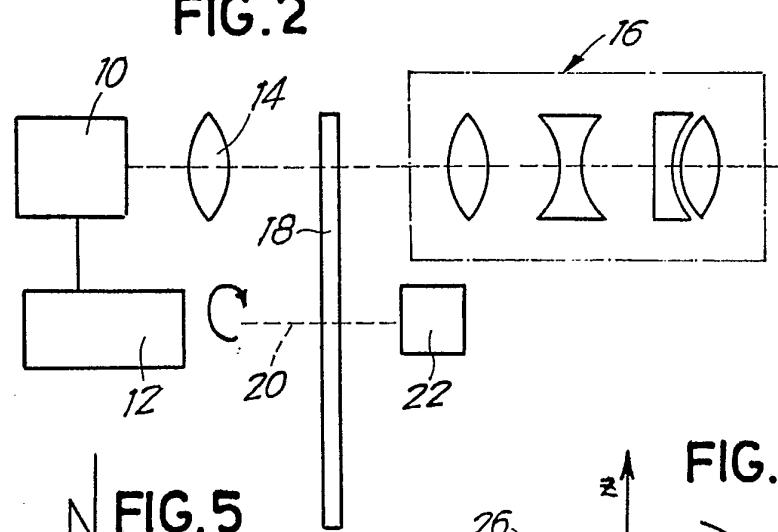
**FIG.2**

FIG.4

