



CONFEDERAZIONE SVIZZERA

UFFICIO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

⑪ CH 660 800 A5

⑤① Int. Cl.4: G 01 S 5/00

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

⑳ Numero della domanda: 7017/82

㉔ Data di deposito: 02.12.1982

㉓ Priorità: 03.12.1981 IT 9582/81

㉔ Brevetto rilasciato il: 15.06.1987

④⑤ Fascicolo del
brevetto pubblicato il: 15.06.1987㉓ Titolare/Titolari:
Officine Galileo S.p.A., Campi Bisenzio/Firenze
(IT)㉔ Inventore/Inventori:
Marullo, Giuliano, Firenze (IT)㉔ Mandatario:
Bovard AG, Bern 25⑤④ **Apparecchiatura elettronica di calcolo della distanza di un punto lungo una traiettoria di volo, in specie la distanza al traverso.**

⑤⑦ L'apparecchiatura è elettronica, serve a fornire la distanza di un punto di una traiettoria rettilinea uniforme di un mobile nello spazio e comprende mezzi per calcolare l'angolo α sul piano di volo, a partire da un rilievo ε_0 di origine della elevazione e dai valori degli angoli di elevazione ε e di brandeggio β . Essa inoltre comprende: mezzi di calcolo che ricevono le informazioni dell'angolo α sul piano di volo, e che forniscono - insieme con la velocità (v) in modulo - le variabili del volo

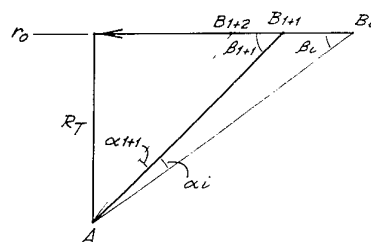
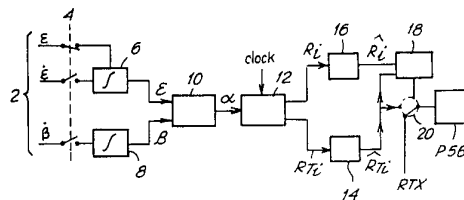
$$\beta_{i+1} = \arctg \frac{\sin \alpha_i + A_{i+1} \sin \alpha_{i+1}}{\cos \alpha_i - A_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}$$

$$R_{i+1} = \frac{v \cdot t_i \sin (\beta_{i+1} - \alpha_i)}{\sin \alpha_i}$$

(dove $A_{i+1} = \frac{t_{i+1} \sin \alpha_i}{t_i \sin \alpha_{i+1}}$, β_i è l'angolo fra la

traiettoria del mobile e la linea di mira, R_i la distanza fra il mobile ed il punto di osservazione, α_i l'angolo fra rilevazioni i successive), da cui è possibile ricavare la distanza

attuale e quella al traverso, e la scomposizione della velocità rispetto ad una qualsiasi terna di riferimento; gruppo di calcolatori atti a filtrare in maniera ottima i dati desiderati.



RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura elettronica atta a fornire la distanza di un punto di una traiettoria rettilinea uniforme di un mobile nello spazio, comprendente mezzi per calcolare l'angolo α sul piano di volo, a partire da un rilievo ε_0 di origine della elevazione e dai valori degli angoli di elevazione ε e di brandeggio β , caratterizzata dal fatto di comprendere: mezzi di calcolo (12) che ricevono le informazioni dell'angolo α sul piano di volo, e che forniscono — insieme con la velocità in modulo — le variabili del volo

$$\beta_{i+1} = \arctg \frac{\sin \alpha_i + A_{i+1} \sin \alpha_{i+1}}{\cos \alpha_i - A_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}$$

$$R_{i+1} = \frac{V \cdot t_i \sin (\beta_{i+1} - \alpha_i)}{\sin \alpha_i},$$

la distanza attuale e quella al traverso; ed un gruppo di calcolatori (14-16) atti a filtrare in maniera ottima i dati di distanza attuale e di distanza al traverso.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di calcolo (12) forniscono un valore di distanza R_i , il quale è filtrato da un blocco di filtraggio (16) per ottenere la distanza stimata $\hat{R}_i$, e che un blocco di controllo (18) riceve detto valore di stima ed il valore calcolato del traverso.

3. Apparecchiatura secondo le rivendicazioni 1 e 2, caratterizzata dal fatto di comprendere mezzi (20) per fornire un traverso fittizio imposto R_{Tx} nella prima fase del calcolo.

4. Dispositivo di puntamento e direzione del tiro (P56), caratterizzato dal fatto di comprendere l'apparecchiatura della rivendicazione 1, detto dispositivo fornendo informazioni di velocità ed angolari ε , $\hat{\varepsilon}$ e β in forma analogica, alla detta apparecchiatura e quest'ultima fornendo al dispositivo stesso un dato di distanza al traverso sotto forma di una tensione, atta ad alimentare il calcolo dei cursori.

L'invenzione riguarda una apparecchiatura di calcolo, che è atta a fornire in senso generale la distanza di un punto di una traiettoria rettilinea uniforme, in specie la distanza al traverso, e per questo sinteticamente qui indicata con CRE (Crossing Range Estimator).

L'apparecchiatura può essere vantaggiosamente combinata ad un dispositivo di puntamento e direzione del tiro per apparecchiature controaeree, noto con la sigla P56, comprendente un asservimento idraulico controllato con un comando a cloche e combinato ad un'elettronica atta al calcolo del cursore, il quale cursore è materializzato da un congegno ottico.

È oggetto dell'invenzione una apparecchiatura elettronica atta a fornire la distanza di un punto di una traiettoria rettilinea uniforme di un mobile nello spazio, comprendente mezzi per calcolare l'angolo α sul piano di volo, a partire da un rilievo ε_0 di origine della elevazione e dai valori degli angoli di elevazione ε e di brandeggio β , che è caratterizzata dal fatto di comprendere: mezzi di calcolo che ricevono le informazioni dell'angolo sul piano di volo, e che forniscono — insieme con la velocità in modulo — le variabili del volo:

$$\beta_{i+1} = \arctg \frac{\sin \alpha_i + A_{i+1} \sin \alpha_{i+1}}{\cos \alpha_i - A_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}$$

$$R_{i+1} = \frac{V \cdot t_i \sin (\beta_{i+1} - \alpha_i)}{\sin \alpha_i},$$

la distanza attuale e quella al traverso; ed un gruppo di calcolatori atti a filtrare in maniera ottima i dati di distanza attuale e di distanza al traverso.

Il disegno mostra una pratica esemplificazione non limitativa dell'invenzione. Nel disegno: la

fig. 1 mostra uno schema a blocchi; e la

fig. 2 mostra un diagramma geometrico sul piano di volo.

Nella esposizione che segue, e con riferimento anche alla fig. 2, significano:

A = la posizione dell'osservatore,

$B_i, B_{i+1}, B_{i+2}, \dots$ = le posizioni del bersaglio dopo il tempo $i, i+1, i+2 \dots$ dell'avvistamento;

$\overline{AB}_i = R_i$ distanza al tempo i ;

$\overline{AB}_{i+1} = R_{i+1}$ distanza al tempo $i+1$;

α_i = angolo compreso tra AB_i, AB_{i+1} ;

α_{i+1} = angolo compreso tra AB_{i+1}, AB_{i+2} ;

β_i = angolo compreso tra AB_i e $B_i B_{i+1}$ cioè fra AB_i ed r_0

β_{i+1} = angolo compreso tra AB_{i+1} e $B_{i+1} B_{i+2}$ cioè fra AB_{i+1} ed r_0

v = velocità del bersaglio;

t_i = tempo intercorrente tra le posizioni B_i e B_{i+1} assunte dall'aereo tra due successive osservazioni;

R_T = distanza al traverso.

Nello schema a blocchi di fig. 1 sono indicati: con 2 ingressi di $\varepsilon, \hat{\varepsilon}, \beta$; con 4 interruttori di inizio calcolo (uno di apertura e due di chiusura); con 6 ed 8 due integratori con il primo dei quali, tramite ε_0 (elevazione iniziale) ed $\hat{\varepsilon}$, si ottiene il valore ε e con il secondo il valore β ; con 10 un complesso di calcolo dell'angolo α sul piano di volo con la formula

$$\cos \alpha = \sin \varepsilon \cdot \sin \varepsilon_0 + \cos \varepsilon \cdot \cos \varepsilon_0 \cdot \cos \beta$$

Con 12 sono indicati mezzi di calcolo per l'aggiornamento continuo con α e con il tempo t , della distanza attuale R_i e della distanza al traverso R_{Ti} , mediante le seguenti formule di aggiornamento osservazioni:

$$R_{i+1} = \frac{V \cdot t_i \sin (\beta_{i+1} - \alpha_i)}{\sin \alpha_i}$$

$$R_{Ti+1} = R_{i+1} \sin \beta_{i+1}$$

dove

$$\beta_{i+1} = \arctg \frac{\sin \alpha_i + A_{i+1} \sin \alpha_{i+1}}{\cos \alpha_i - A_{i+1} \cos \alpha_{i+1}}$$

e

$$A_{i+1} = \frac{t_{i+1} \sin \alpha_i}{t_i \sin \alpha_{i+1}}$$

Con 14 e 16 sono indicati due calcolatori atti a fornire la stima ottima — con il metodo del filtro di KALMAN — dei dati di ingresso secondo le relazioni seguenti:

$$\hat{R}_{T_{i+1/i}} = A_i \hat{R}_{T_{i/i-1}} + K_i (R_{T_i} - C_i \hat{R}_{T_{i/i-1}})$$

con

$$K_i = A_i P_{i-1} C_i' G_i^{-1} \text{ (dove } G_i = C_i P_{i-1} C_i' + R_i^* \text{ e dove } P_i = A_i P_{i-1} A_i' - K_i C_i P_{i-1} A_i')$$

$\hat{R}_{T_{i+1/i}}$ = stima del traverso in base alle osservazioni fino all'istante i ;

R_i^* = matrice di covarianza rumore di misura (rumore sulle misure del traverso)

A_i = matrice di transizione dello stato

C_i = matrice di diffusione dell'ingresso

P_0 = matrice di covarianza «a priori» del traverso

$R_i^* = R^*$

$$\hat{R}_{i+1/i} = A_i \hat{R}_{i/i-1} + K_i (R_{i+1} - C_i \hat{R}_{i/i-1})$$

con

$$K_i = A_i P_{i-1} C_i' G_i^{-1} \text{ (dove } G_i = C_i P_{i-1} C_i' + \bar{R}_i \text{ e } P_i = A_i P_{i-1} A_i' - K_i C_i P_{i-1} A_i' + Q_i),$$

$\hat{R}_{i+1/i}$ = stima della distanza attuale all'istante $i+1$ in base alle osservazioni fino all'istante i

$\bar{R}_i$ = matrice di covarianza rumore di misura (rumore sulle misure della distanza attuale)

Q_i = matrice di covarianza del rumore di ingresso

P_0 = matrice di covarianza «a priori» della distanza attuale

A_i = matrice di transizione dello stato

C_i = matrice di diffusione dell'ingresso.

I due valori $\hat{R}_{T_i}$ ed $\hat{R}_i$ possono essere forniti ad un blocco di controllo 18. Con 20 è indicata una commutazione per fornire un dato iniziale R_{T_x} imposto, per l'inizio del calcolo.

L'apparecchiatura in oggetto, indicata con CRE, può essere vantaggiosamente abbinata ad un sistema di puntamento e direzione del tiro P56, cui essa può fornire la distanza al traverso.

Un dispositivo di puntamento e direzione del tiro (P56) come definito può comprendere l'apparecchiatura di cui sopra. Il dispositivo fornisce informazioni di velocità angolari in forma analogica alla detta apparecchiatura e quest'ultima fornisce al dispositivo un dato di distanza al traverso sotto forma di una tensione, atta ad alimentare il calcolo dei cursori.

I suddetti mezzi di calcolo forniscono un valore di distanza, il quale è filtrato da un blocco di filtraggio per ottenere la distanza stimata, ed un blocco di controllo riceve detto valore di stima ed il valore calcolato del trovato.

L'apparecchiatura comprende anche mezzi per fornire un traverso fittizio imposto, nella prima fase del calcolo.

In pratica il CRE effettua una stima del traverso di un volo rettilineo uniforme in base alla conoscenza della velocità ed alle osservazioni angolari utilizzando il metodo del filtraggio alla Kalman.

Il CRE riceve dal P56 le informazioni di velocità e angolari in forma analogica e ad esso fornisce una tensione atta ad alimentare il calcolo dei cursori.

Come detto sopra, il CRE è costituito in sostanza da un calcolatore digitale, da un apparato di conversione analogica/digitale e digitale/analogica, e da un apparato di alimentazione.

Lo schema a blocchi di Fig. 1 già descritto illustra il funzionamento. Dall'inizio calcolo i due integratori 6 ed 8 forniscono gli angoli d'elevazione ϵ e brandeggio β . L'integratore di brandeggio 8 è inizializzato a zero, mentre quello di elevazione 6 è inizializzato al valore dell'elevazione nell'istante in cui inizia il calcolo (ϵ_0).

Dai due angoli ϵ e β è possibile ricavare l'angolo α sul piano di volo:

$$\cos \alpha = \sin \epsilon \sin \epsilon_0 + \cos \epsilon \cos \epsilon_0 \cos \beta$$

ciò che è ottenuto dal blocco 10.

In base alla conoscenza della velocità, dell'angolo α e del tempo trascorso dall'inizio del calcolo, vengono calcolati la distanza attuale ed il traverso, mediante i quali si effettua con il blocco 14 la stima della distanza al traverso tramite calcolo matematico.

Il blocco di stima 16 fornisce la distanza attuale stimata $\hat{R}_i$, che viene utilizzata dal blocco di controllo 18.

Il blocco di controllo 18 garantisce che al P56 arrivi un valore di traverso utilizzabile per il calcolo dei cursori in ogni istante.

Nella prima fase di inizio calcolo, viene fornito al P56 con il commutatore 20 un traverso R_{T_x} imposto, precalcolato in modo da ottimizzare le prestazioni operative. Quando il blocco di controllo 18 verifica la convergenza del metodo di stima (per la quale è necessario accumulare un certo numero di osservazioni), esso agisce sul commutatore 20 ed al P56 viene fornito il traverso stimato $\hat{R}_{T_i}$, raccordato a quello precedente in modo da non disturbare il puntamento.

L'eventuale presenza di numeri di riferimento nelle rivendicazioni accluse ha lo scopo di facilitare la lettura delle rivendicazioni con riferimento alla descrizione ed al disegno, e non limita l'ambito della protezione rappresentata dalle rivendicazioni.

Fig.1

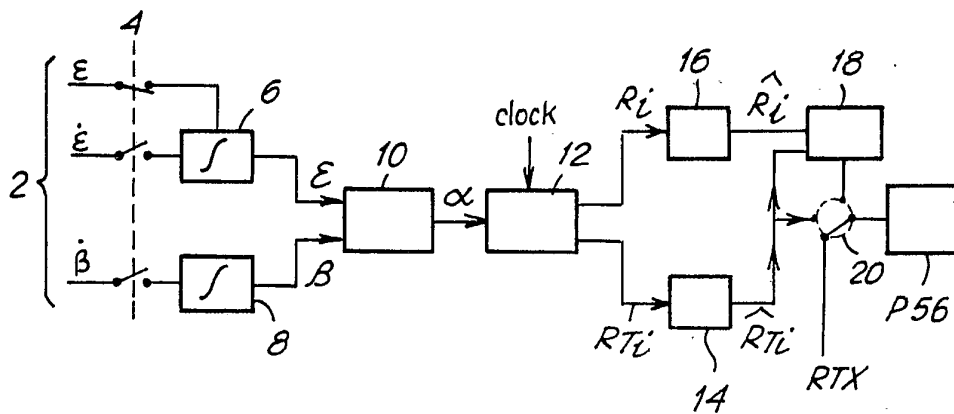


Fig.2

