



CONFEDERAZIONE SVIZZERA

UFFICIO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

⑪ CH 660 342 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 64 D 45/04

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: 2462/82

㉔ Data di deposito: 22.04.1982

③① Priorità: 30.04.1981 US 259131

㉔ Brevetto rilasciato il: 15.04.1987

④⑤ Fascicolo del
brevetto pubblicato il: 15.04.1987

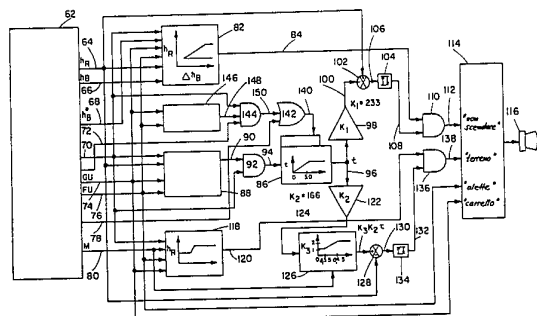
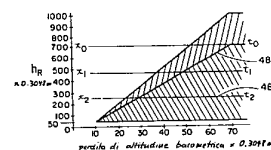
㉔ Titolare/Titolari:
 Sundstrand Data Control, Inc., Redmond/WA
 (US)

㉔ Inventore/Inventori:
 Bateman, Donald Charles, Bellevue/WA (US)

㉔ Mandatario:
 E. Blum & Co., Zürich

⑤④ Impianto di avviso di prossimità del suolo per aerei.

⑤⑦ Per aumentare l'efficacia di avvisi e diminuire avvisi nocivi in un impianto di avviso di prossimità del suolo avente parecchi modi di funzionamento, la commutazione da un modo ad un altro viene effettuata come funzione del tempo. Inoltre, in un impianto di avviso di prossimità del suolo, dove un segnale di avviso viene generato conformemente ad una relazione predeterminata fra parametri di volo (GU , FU , h_R , h_B), uno o più di questi parametri può venire variato in funzione del tempo (t), per esempio allo scopo di aumentare l'altitudine al di sopra del suolo (h_R) come funzione del tempo (t) dal decollo così che può venir generato un avviso di margine sul terreno (138), oppure diminuire in funzione del tempo (t) la radioaltitudine (h_R) al di sotto della quale può venire generato un avviso di salita negativa (112) dopo decollo.



RIVENDICAZIONI

1. Impianto di avviso di prossimità del suolo per aerei, il quale comprende una sorgente (62) di segnali (GU, FU) che rappresentano la posizione del carrello di atterraggio e la posizione delle alette; una sorgente di un segnale (h_R) che rappresenta la radioaltitudine; una sorgente di un segnale (h_B) che rappresenta l'altitudine barometrica, e una sorgente di un segnale (t) che rappresenta il tempo, il quale impianto è caratterizzato da mezzi (88) sensibili ai detti segnali (GU, FU) della posizione del carrello di atterraggio e delle alette, e al detto segnale (h_R) di radioaltitudine per generare un segnale (90) indicante che l'aereo è in fase di volo; un primo mezzo di avviso sensibile al detto segnale (h_R) di radioaltitudine, al detto segnale di altitudine barometrica (h_B), al detto segnale di tempo (t) e al detto segnale (90) di fase di volo per generare un primo segnale di avviso quando l'aereo è in una fase di volo di decollo e sta scendendo rispetto all'altitudine barometrica al di sotto di una prima radioaltitudine predeterminata ed includente primi mezzi (98, 102) di variazione sensibili al detto segnale di tempo (t) per diminuire in funzione del tempo la detta prima radioaltitudine predeterminata; ed un secondo mezzo di avviso sensibile al detto segnale (h_R) di radioaltitudine e a detto segnale di tempo (t) per generare un secondo segnale di avviso quando l'aereo discende al di sotto di una seconda radioaltitudine predeterminata, includente secondi mezzi (122, 126, 128) di variazione sensibili al detto segnale di tempo (t) per aumentare in funzione del tempo la detta seconda radioaltitudine predeterminata.

2. Impianto secondo la rivendicazione 1, caratterizzato da ciò che i detti primi mezzi (98, 102) di variazione diminuiscono la detta prima radioaltitudine predeterminata da una prima altitudine massima ad un'altitudine minima in un predeterminato intervallo di tempo e da ciò che i detti secondi mezzi (122, 126, 128) di variazione aumentano la detta seconda radioaltitudine predeterminata da un'altitudine minima ad una seconda altitudine massima in un predeterminato intervallo di tempo.

3. Impianto secondo la rivendicazione 2, caratterizzato da ciò che la detta altitudine minima è 15 m corrispondente a 50 ft.

4. Impianto secondo la rivendicazione 2 o 3, caratterizzato da ciò che la detta seconda altitudine massima è 152 m corrispondente a 500 ft.

5. Impianto secondo la rivendicazione 2, 3 o 4, caratterizzato da ciò che i detti secondi mezzi di variazione (122, 126, 128) aumentano la detta seconda altitudine in funzione della velocità crescente di aereo in risposta ad una sorgente di segnali di velocità di aereo (M).

6. Impianto secondo una delle rivendicazioni 2 a 5, caratterizzato da ciò che il detto predeterminato intervallo di tempo è circa 3 minuti.

7. Impianto secondo la rivendicazione 2, caratterizzato da ciò che la detta prima altitudine massima della radioaltitudine predeterminata è 304 m corrispondente a 1000 ft.

8. Impianto secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da mezzi sensibili al detto segnale di fase di volo per avviare il detto segnale di tempo durante il decollo.

L'invenzione riguarda un impianto di avviso di prossimità del suolo per aerei, il quale comprende una sorgente di segnali che rappresentano la posizione del carrello di atterraggio e la posizione delle alette; una sorgente di un segnale che rappresenta la radioaltitudine; una sorgente di un segnale che rappresenta l'altitudine barometrica, e una sorgente di un segnale che rappresenta il tempo.

Impianti di avviso di prossimità del suolo come attualmente impiegati in aerei commerciali hanno cinque o sei modi di funzionamento. Un modo di funzionamento si riferisce ai criteri

che vengono usati per generare un avviso per il pilota. Ad esempio, in un modo di funzionamento di vicinanza al terreno, l'altitudine dell'aereo al di sopra del suolo viene confrontata con la velocità di chiusura dell'aereo al suolo e, se la velocità di chiusura supera una velocità predeterminata per una particolare altitudine al di sopra del suolo, viene generato un avviso. Questo modo particolare di funzionamento è illustrato nei brevetti U.S.A. 3 715 718, 3 936 796, 3 934 222 e 3 958 218.

Altri modi di avviso includono: modi di avviso di salita negativa dopo decollo, margine sul terreno, eccessiva velocità ascensionale e pendenza al di sotto della planata. Un impianto di avviso di prossimità del suolo impiegante questi tipi di modi di avviso è descritto nel brevetto U.S.A. 3 946 358. Nel tipo di impianto di avviso di prossimità del suolo descritto in tale brevetto, vengono usati vari modi di avviso a seconda della fase di volo dell'aereo. Ad esempio, durante il decollo viene attivato il modo di salita negativa dopo decollo il quale genererà un avviso se l'aereo dovesse scendere rispetto all'altitudine barometrica prima di raggiungere 213,4 metri (700 ft) sopra il livello del suolo. Varie forme di questo modo di avviso sono illustrate nel brevetto U.S.A. 3 947 810 e nel brevetto (domanda 47 504 A/81) della stessa Richiedente nonché nel brevetto U.S.A. 3 946 358. Dopo che l'aereo ha raggiunto un'altitudine di 213,4 metri (700 ft) sopra il livello del suolo, l'impianto di avviso di prossimità del suolo commuterà dal modo di salita negativa dopo decollo ad un modo di margine sul terreno che fornisce un avviso al pilota nel caso che l'aereo dovesse scendere al di sotto di un'altitudine predeterminata rispetto al suolo. Insieme al brevetto U.S.A. 3 946 358, i brevetti U.S.A. 3 944 968 e 4 030 065 descrivono modi di avviso del tipo di margine sul terreno. Questo modo rimane normalmente in funzione finché l'aereo è posto in una configurazione di atterraggio con il carrello di atterraggio o le alette abbassati. La Richiedente ritiene che la copertura di avviso dell'impianto di avviso di prossimità del suolo possa venire migliorata cambiando i criteri mediante i quali viene effettuata la commutazione dal modo di salita negativa dopo decollo al modo di margine sul terreno. Specificamente, questo cambiamento si riferisce alla serie di circostanze in cui l'aereo decolla su terreno che è inclinato verso l'alto e l'aereo non raggiunge mai 213,4 metri (700 ft) al di sopra del suolo per attivare il modo di margine sul terreno come richiesto negli impianti della tecnica antecedente. Come risultato, l'aereo potrebbe avvicinarsi al suolo pur sempre salendo rispetto all'altitudine barometrica, senza che venga generato un avviso.

Inoltre, è stato scoperto che è possibile in certe condizioni che un impianto della tecnica antecedente fornisca un avviso di disturbo od indesiderato, per esempio nella eventualità che l'aereo salga al di sopra di 213,4 metri (700 ft) sopra il suolo commutando così l'impianto di avviso di prossimità del suolo ad un modo di margine sul terreno, ma la velocità dell'aereo sia tale che il modo di margine sul terreno generi un avviso a 304,8 metri (1000 ft) o meno. Poiché l'aereo si trova a circa 213,4 metri quando interviene la commutazione dei modi, verrà generato un avviso che può essere garantito dalle circostanze.

Uno scopo dell'invenzione è quindi di fornire un impianto di avviso di prossimità del suolo avente almeno due modi di avviso con migliorata copertura di avviso.

Un altro scopo dell'invenzione è di fornire un impianto di avviso di prossimità del suolo con migliore copertura di avviso, in cui un avviso venga generato conformemente ad una relazione predeterminata fra parametri di volo, e la relazione predeterminata venga variata in funzione del tempo.

L'impianto proposto dall'invenzione per conseguire questi vantaggi è caratterizzato da mezzi sensibili ai detti segnali della posizione del carrello di atterraggio e delle alette, e al detto segnale di radioaltitudine per generare un segnale indicante che l'aereo è in una fase di volo; un primo mezzo di avviso sensibile al detto segnale di radioaltitudine, al detto segnale di altitudine

barometrica, al detto segnale di tempo e al detto segnale di fase di volo per generare un primo segnale di avviso quando l'aereo è in fase di volo di decollo e sta scendendo rispetto all'altitudine barometrica al di sotto di una prima radioaltitudine predeterminata ed includente primi mezzi di variazione sensibili al detto segnale di tempo per diminuire in funzione del tempo la detta prima radioaltitudine predeterminata; ed un secondo mezzo di avviso sensibile al detto segnale di radioaltitudine e a detto segnale di tempo per generare un secondo segnale di avviso quando l'aereo discende al di sotto di una seconda radioaltitudine predeterminata, includente secondi mezzi di variazione sensibili al detto segnale di tempo per aumentare in funzione del tempo la detta seconda radioaltitudine predeterminata. L'impianto secondo l'invenzione è spiegato dalla seguente descrizione di sue forme d'esecuzione e con l'aiuto dei disegni annessi, nei quali:

la fig. 1 è una rappresentazione grafica di una prima traiettoria di aereo, che illustra un'operazione di commutazione di modi di un impianto di avviso di prossimità del suolo secondo la tecnica antecedente;

la fig. 2 è una rappresentazione grafica di una seconda traiettoria di aereo sopra terreno in salita, ed illustra il funzionamento dell'impianto di avviso di prossimità del suolo della tecnica antecedente;

la fig. 3 è una rappresentazione grafica di una terza traiettoria di aereo sopra un terreno avente una fossa, ed illustra l'operazione di commutazione di modo dell'impianto di avviso di prossimità del suolo secondo la tecnica antecedente;

la fig. 4 è una rappresentazione grafica di una quarta traiettoria di aereo ed illustra l'operazione di commutazione di modo dell'impianto di avviso di prossimità del suolo secondo la tecnica antecedente;

la fig. 5 è una rappresentazione grafica di una traiettoria di aereo, ed illustra il funzionamento di un sistema di avviso di prossimità del suolo con commutazione di modo in base al tempo;

la fig. 6 è una illustrazione grafica della relazione fra radioaltitudine e perdita di altitudine barometrica per generare un avviso in un modo di funzionamento con avviso di discesa dopo decollo, in cui viene diminuito con il tempo il limite superiore di radioaltitudine al quale può venire generato un avviso;

la fig. 7 è una illustrazione grafica della relazione fra radioaltitudine e velocità dell'aereo misurata in mach, per generare un avviso in un modo di funzionamento di margine sul terreno, in cui viene aumentato con il tempo il limite superiore di radioaltitudine al quale può venire generato un avviso;

la fig. 8 è una illustrazione grafica della variazione nel tempo dei limiti di radioaltitudine dei modi di avviso delle figg. 6 e 7;

la fig. 9 è uno schema funzionale a blocchi di un circuito per realizzare il sistema delle figg. 5, 6, 7, 8 e 9;

la fig. 10 è una rappresentazione grafica della traiettoria di aereo della fig. 2 ed illustra un impianto di avviso di prossimità del suolo con commutazione di modo in base al tempo; e

la fig. 11 è una rappresentazione grafica della traiettoria di aereo della fig. 3 ed illustra il funzionamento di un impianto di avviso di prossimità del suolo con commutazione di modo in base al tempo.

Per illustrare il funzionamento di un impianto di avviso di prossimità del suolo secondo la tecnica antecedente, avente numerosi modi differenti di funzionamento del tipo illustrato nel brevetto U.S.A. 3 946 358, nella fig. 1 è mostrata una traiettoria 10 di un aereo che decolla da una pista 12 di aeroporto. Durante la fase di decollo del volo, l'impianto di avviso di prossimità del suolo funziona in un modo di salita negativa dopo decollo, come rappresentato dalla prima area tratteggiata 14 sotto la traiettoria 10. Se l'aereo dovesse scendere rispetto all'altitudine barometrica ad una velocità maggiore di una predeterminata conformemente al modo di avviso di salita negativa dopo de-

collo descritto nel brevetto U.S.A. 3 946 358, oppure se l'aereo dovesse perdere una entità predeterminata di altitudine conformemente al modo di avviso di salita negativa dopo decollo descritto nel brevetto U.S.A. 3 947 810 e nel brevetto (domanda 47 504 A/81) della stessa Richiedente prima che l'aereo raggiunga un'altitudine di 213,4 metri (700 ft) sopra il livello del suolo, verrà generato un avviso vocale che impegna tipicamente le parole «non scendere». Dopo che l'aereo ha raggiunto un'altitudine di 213,4 metri (700 ft) sopra il suolo, l'impianto di avviso di prossimità del suolo commuterà nel punto 15 dal modo di avviso di salita negativa dopo decollo al modo di avviso di margine sul terreno, come rappresentato dalla seconda area tratteggiata 16 nella fig. 1. Nel modo di margine sul terreno, un avviso vocale come «troppo basso, terreno» viene generato quando l'aereo scende al di sotto di un'altitudine predefinita rispetto al suolo. Modi di avviso di margine sul terreno sono descritti nei brevetti U.S.A. 3 946 358, 3 944 968 e 4 030 065.

L'impianto di avviso come illustrato nella fig. 1 funziona molto bene per la maggior parte delle situazioni. Tuttavia, la Richiedente ritiene che la disposizione di commutazione di modo mostrata nella fig. 1 possa venire modificata per generare un avviso in circostanze in aggiunta a quelle circostanze che producevano avvisi in impianti della tecnica antecedente. Un esempio della serie di circostanze per le quali l'impianto può venire migliorato così da fornire un avviso tempestivo è illustrato nella fig. 2. In questa situazione, il terreno in 18 è inclinato in una direzione verso l'alto approssimativamente parallela ad una traiettoria 20 di aereo. La traiettoria che normalmente ci si aspetterebbe che l'aereo segua è indicata dalla linea tratteggiata 22, ma in questo esempio si presume che l'aereo stia volando inavvertitamente sulla traiettoria inferiore 20. Poichè la traiettoria 20 dell'aereo non è mai al di sopra di 213,4 metri (700 ft) sopra il livello del suolo, l'impianto di avviso di prossimità del suolo della tecnica antecedente non commuterà dal modo 14 di salita negativa dopo decollo al modo 16 di margine sul terreno come mostrato nella fig. 1. Come risultato, poichè l'aereo sta guadagnando altitudine barometrica, non verrà generato alcun avviso prima che l'aereo si avvicini al terreno 18 nel punto 24.

Una serie di circostanze, in cui dall'impianto della fig. 1 verrebbe generato un avviso disturbante, è illustrata nella fig. 3 dove vi è una notevole fossa 26 nel terreno al di sotto della traiettoria 28 dell'aereo, la quale farà sì che l'impianto di avviso di prossimità del suolo commuti nel punto 30 dal modo 14 di salita negativa dopo decollo al modo 16 di margine sul terreno. Sull'altro lato 32 della fossa 26, dove il terreno ritorna approssimativamente al livello della pista 12, verrà generato un avviso poichè la traiettoria 28 non ha superato l'altitudine alla quale vengono interrotti avvisi 16 di margine sul terreno. In effetti, la fossa 26 nel terreno avrà fatto in modo che l'impianto di avviso di prossimità del suolo abbia commutato prematuramente dal modo 14 di salita negativa dopo decollo al modo 16 di margine sul terreno.

Un'altra serie di circostanze in cui può venire generato un avviso disturbante su terreno sostanzialmente piatto è illustrato nella fig. 4. Un tale avviso interverrà in un impianto di avviso di prossimità del suolo avente un modo di margine sul terreno del tipo descritto nel brevetto U.S.A. 4 030 065, dove l'altitudine massima, alla quale viene fornito un avviso 16, aumenta con la velocità. A titolo di esempio, una volta che l'aereo ha raggiunto una velocità di 0,45 mach, l'altitudine massima alla quale viene fornito un avviso viene aumentata a 304,8 metri (1000 ft) dal livello nominale di 152,4 metri (500 ft). Come risultato, quando un aereo avente una traiettoria 34 accelera fino ad una velocità di 0,45 mach prima di raggiungere un'altitudine di 213,4 metri (700 ft) sopra il livello del suolo, verrà generato un avviso disturbante nel punto 36 dove l'aereo supera 213,4 metri (700 ft) di altitudine.

Per migliorare l'impianto sopra descritto, è stato sviluppato

un impianto di commutazione di modo in base al tempo. Il funzionamento di questo impianto è illustrato nella fig. 5. In questo impianto, la massima altitudine sopra il suolo, indicata dalla linea 38, alla quale può venire generato un avviso 14 di salita negativa dopo decollo viene diminuita in funzione del tempo, è la altitudine massima indicata dalla linea 40, alla quale può venire generato un avviso 16 di margine sul terreno, viene aumentata in funzione del tempo dal momento in cui l'aereo decolla dalla pista 12. La traiettoria dell'aereo è indicata dalla linea 42. Come si può vedere dalla porzione 44 a doppio tratteggio incrociato della fig. 5, vi sarà un'area di doppia protezione fra il modo di salita negativa dopo decollo ed il modo di margine sul terreno. La commutazione temporale di modi come mostrata nella fig. 5 fornirà un avviso nelle circostanze mostrate nella fig. 2 ed eliminerà l'avviso disturbante illustrato nelle figg. 3 e 4.

Una illuminazione della relazione fra l'altitudine sopra il suolo, che normalmente viene misurata per mezzo di un radioaltimetro in un impianto di avviso di prossimità del suolo ed indicata con h_R , e la perdita di altitudine barometrica richiesta per generare un avviso, è indicata nella fig. 6 dall'area tratteggiata 46 sotto la linea 48. Come si può vedere dalla linea 48, occorre una maggiore perdita di altitudine barometrica per generare un avviso a radioaltitudini maggiori. Per descrivere l'invenzione, nella fig. 6 sono fornite linee t_0 , t_1 e t_2 per illustrare le radioaltitudini massime alle quali un avviso di salita negativa dopo decollo può venire generato in tempi distinti t_0 , t_1 e t_2 . Nella realizzazione preferita dell'invenzione, t_0 rappresenta il tempo immediatamente dopo il decollo quando l'aereo è passato attraverso un'altitudine minima, come 15,24 metri (50 ft), ed indica un avviso di salita negativa dopo decollo che può venire prodotto fino a 213,4 metri (700 ft) di radioaltitudine. Il tempo t_1 rappresenta approssimativamente un minuto dopo il decollo e dove sono consentiti avvisi fino a 142,0 metri (466 ft) di radioaltitudine, e t_2 rappresenta circa 2 minuti dopo il decollo, dove sono consentiti avvisi fino a 71,0 metri (233 ft) di radioaltitudine. A circa 3 minuti dopo il decollo, t_3 , la massima radioaltitudine h_R alla quale possa venire generato un avviso, sarà al di sotto di 15,24 metri (50 ft), con ciò eliminando in effetti questo modo.

Una illustrazione dei criteri di avviso di un modo di margine sul terreno del tipo descritto nel brevetto U.S.A. 4 030 065 è fornita nella fig. 7. In questo particolare modo di avviso, la radioaltitudine alla quale viene generato un avviso viene aumentata in funzione della velocità dell'aereo, misurata in mach. Durante la fase di operazione in volo, l'altitudine massima alla quale può venire fornito un avviso è 152,4 metri (500 ft), che aumenta a 304,8 metri (1000 ft) in corrispondenza di 0,45 mach, come indicato dalla linea 50. Nella invenzione, l'altitudine massima alla quale può venire generato un avviso in t_0 poco dopo il decollo, sarà al di sotto di 15,24 metri (50 ft) di radioaltitudine, il che eliminerà in effetti il funzionamento di questo modo. In corrispondenza del tempo t_1 l'altitudine massima sarà limitata a circa 50,6 metri (166 ft) per velocità al di sotto di 0,35 mach e, come indicato dalla linea 52, l'altitudine sarà limitata a 101,5 metri (333 ft) per velocità maggiori di 0,45 mach. Due minuti dopo il decollo, in corrispondenza di t_2 , l'altitudine massima sarà limitata a circa 101,5 metri (333 ft) per velocità al di sotto di 0,35 mach, e, come mostrato dalla linea 54, aumenterà a circa 203,0 metri (666 ft) a velocità di 0,45 mach e più. Dopo 3 minuti di volo, in corrispondenza di t_3 , i limiti di altitudine saranno come indicati dalla linea 50, facendo sì che il modo di margine sul terreno sia completamente in funzione.

Un confronto dei limiti di altitudine massima per il modo di salita negativa dopo decollo e i limiti massimi per il modo di margine sul terreno è mostrato nella fig. 8. La linea 56 rappresenta l'altitudine massima alla quale verrà fornito un avviso di salita negativa dopo decollo, e la linea 58 rappresenta l'altitudi-

ne massima alla quale può venire fornito un avviso di margine sul terreno in funzione del tempo t dopo il decollo. La linea tratteggiata 60 rappresenta i limiti di altitudine massima per il modo di margine sul terreno presumendo che l'aereo aumenti in velocità da 0,35 mach in t_2 fino a 0,45 mach in t_3 .

Nella fig. 9 viene fornito uno schema a blocchi per effettuare la realizzazione preferita della invenzione. Una sorgente di segnali da usare nell'impianto è rappresentata da una barra collettore 62 di dati di aereo. Segnali di parametri di volo forniti dalla barra dati 62 includono: radioaltitudine h_R su una linea 64; altitudine barometrica h_B su una linea 66; velocità di altitudine barometrica h_B su una linea 68; un segnale logico, indicante che l'aereo è al di sopra di 15,24 metri (50 ft) di radioaltitudine, su una linea 70; un segnale logico, indicante che l'aereo è al di sotto di 61,0 metri (200 ft) di radioaltitudine, su una linea 72; segnali logici GU e FU su linee 74 e 76 i quali indicano rispettivamente che il carrello di atterraggio è su oppure che le alette sono su; un segnale logico su una linea 78 che indica che l'aereo è al suolo; ed un segnale M di velocità di aereo, calibrato in mach, su una linea 80.

Un circuito logico funzionale 82, sensibile ai segnali h_R , h_B , h'_B , GU, FU e sotto 15,24 metri rispettivamente sulle linee 64, 66, 68, 74, 76 e 70, genera su una linea 84 un segnale logico il quale indica che dovrebbe venire fornito un avviso di salita negativa dopo decollo. Sistemi per realizzare il tipo di logica che potrebbe venire usato nel circuito logico sono ben noti, ed esempi sono descritti nei brevetti U.S.A. 3 946 358 e 3 947 810 nonché nel brevetto (domanda 47 504 A/81) della stessa Richiedente. Una relazione fra radioaltitudine h_R e perdita di altitudine barometrica, richiesta per generare un segnale logico di avviso sulla linea 84, è illustrata a titolo di esempio dalla linea 48 nella fig. 6.

Per fornire una diminuzione nell'altitudine massima alla quale viene fornito in funzione del tempo un avviso di salita negativa dopo decollo, come illustrato nelle figg. 5, 6 e 8, un circuito logico includente un contatore 86 viene combinato con il segnale sulla linea 84 per limitare efficacemente la altitudine massima. Un circuito logico 88 di fase di volo, il quale risponde al segnale di meno di 15,24 metri (50 ft) di altitudine ed ai segnali GU e FU, indica su una linea 90 che l'aereo è in fase di operazione di decollo. Tali circuiti logici 88 e sistemi sono ben noti e sono descritti in dettaglio nei brevetti U.S.A. 3 946 358 e 3 947 810. Quando l'aereo è in fase di volo di decollo, il segnale logico sulla linea 90 verrà combinato con il segnale logico sulla linea 70 in una porta AND 92 e, quando l'aereo passa attraverso 15,24 metri di altitudine, un segnale logico su una linea avvierà il contatore 86. Man mano che l'uscita t del contatore 86 su una linea 96 aumenta con il tempo, un amplificatore 98 di proporzionamento genererà su una linea 100 un segnale proporzionale all'altitudine. Il fattore K_1 di scala come mostrato nella fig. 9 produrrà un valore di 213,4 metri (700 ft) sulla linea 100 in corrispondenza di un tempo t di 3 minuti o più. Il segnale proporzionato all'altitudine sulla linea 100 viene sottratto dalla radioaltitudine h_R sulla linea 64 in una giunzione 102 di somma, ed il risultato viene applicato ad un comparatore 104 attraverso una linea 106. Quando il segnale sulla linea 106 è zero o meno, l'uscita del comparatore 106 su una linea 108 andrà in basso. Poiché le linee 108 ed 84 sono collegate ad una porta AND 110, il risultato netto sarà di impedire un segnale di salita negativa dopo decollo secondo la relazione temporale mostrata dalla linea 56 nella fig. 8. Se il segnale di salita negativa dopo decollo viene generato sulla linea 84 e se l'uscita della giunzione 102 di somma è positiva, la porta AND 110 trasmetterà un segnale logico su una linea 112 ad un circuito logico 114 di avviso vocale, il quale farà generare ad un altoparlante 116 un avviso vocale che dice «non scendere».

Sensibile ai segnali h_R , GU, FU e M rispettivamente sulle linee 64, 74, 76 ed 80 vi è un generatore 118 di funzione di avviso

di margine sul terreno, del tipo descritto in dettaglio nel brevetto U.S.A. 4 030 065. Quando l'aereo è al di sotto di una predeterminata radioaltitudine per una velocità predeterminata come mostrato ad esempio dalla linea 50 nella fig. 7, allora su una linea 120 verrà generato un segnale logico di avviso. Tuttavia, allo scopo di variare in funzione del tempo la massima altitudine alla quale può venire fornito un avviso di margine sul terreno, il segnale t sulla linea 96 viene applicato ad un amplificatore 122 di proporzionamento. Il fattore K_2 di proporzionamento di 50,8 farà sì che il segnale sulla linea 124 di uscita dell'amplificatore 122 di proporzionamento sia eguale a 152,4 metri (500 ft) quando sono trascorsi tre minuti dal decollo. Questo segnale viene poi applicato ad un generatore 126 di funzione avente un ingresso mach sulla linea 80 ed un fattore K_3 di proporzionamento che aumenta da un valore 1 in corrispondenza di 0,35 mach ad un valore 2 in corrispondenza di 0,45 mach. L'uscita risultante del generatore 126 di funzione, che è uguale a $K_2 K_3 t$, viene applicata ad una giunzione 128 di somma. Da questo segnale nella giunzione 128 di somma viene sottratto il segnale h_r sulla linea 64 che, quando l'uscita 130 della giunzione di somma è zero o meno, farà andare in basso l'uscita 132 di un comparatore 134. Come risultato, una porta AND 137 con uscita 138 impedirà la generazione di un avviso vocale del tipo «terreno» quando t è uguale a zero, ma permetterà che la radioaltitudine alla quale viene generato un avviso venga aumentata in funzione del tempo conformemente alle linee 58 oppure 60 della fig. 8. Il generatore 126 di funzione avrà l'effetto di aumentare l'altitudine massima, per la quale può venire generato un avviso di margine sul terreno, in funzione della velocità M dell'aereo, come ad esempio mostrato dalla linea 60 della fig. 8.

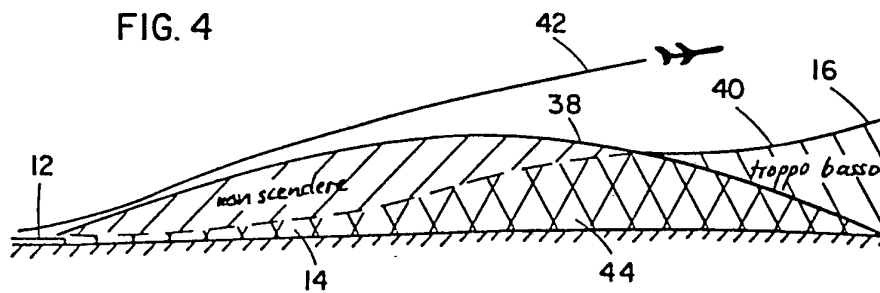
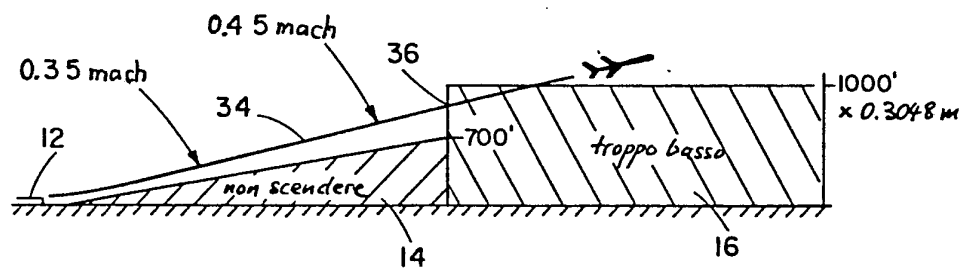
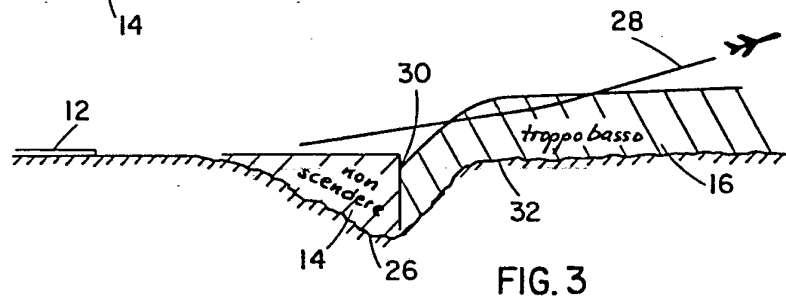
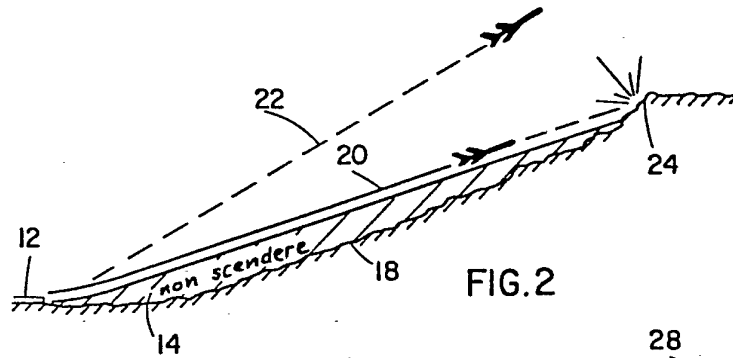
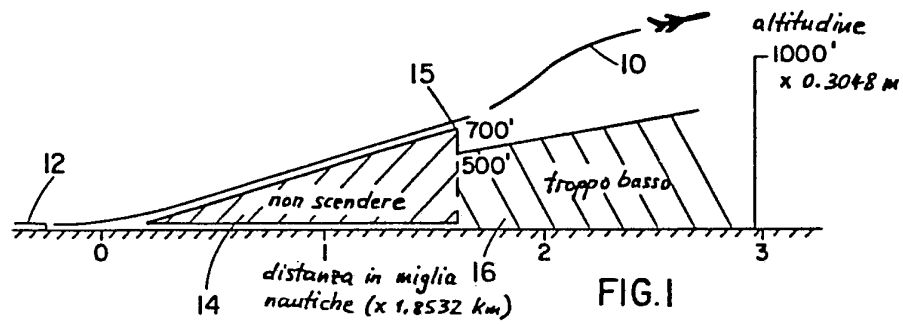
Il contatore 86 viene azzerato per mezzo di un segnale su una linea 140, trasmesso attraverso una porta OR 142. Un segnale sulla linea 78, il quale indica che l'aereo si trova al suolo, farà azzerare il contatore. Inoltre, se l'aereo dovesse effettuare un avvicinamento mancato al di sotto di 61,0 metri (200 ft) di radioaltitudine, il contatore 86 verrà azzerato attivando così il modo di salita negativa dopo decollo. Una porta AND 144 riceve ingressi dalle linee 70 e 72, che indicano che l'aereo è fra 15,24 e 61,0 metri (50 e 200 ft), e da un circuito logico 146 attraverso una linea 148, che indica quando le alette od il carrello di atterraggio dell'aereo sono stati sollevati. Un segnale logico

sull'uscita 150 della porta AND 144 farà azzerare il contatore 86.

Oltre al sistema sopra descritto, in cui variano in funzione del tempo i limiti di altitudine massima dei modi di avviso, può essere desiderabile commutare da un modo ad un altro in corrispondenza di un certo tempo predeterminato. Ad esempio, il circuito della fig. 9 potrebbe venire modificato scollegando la linea 64 dalle giunzioni 102 e 128 di somma ed impostando i comparatori 104 e 134 in modo che porte AND commutino efficacemente in un istante predeterminato modi di avviso dal modo di salita negativa dopo decollo al modo di margine sul terreno. I comparatori 104 e 134 in questa disposizione saranno impostati per commutare stati di uscita in un momento predeterminato.

Un esempio della migliorata copertura di avviso fornita dal tipo di impianto di avviso mostrato nella fig. 9 è illustrato dalla traiettoria di volo nella fig. 10. Il terreno 18 e la traiettoria 20 sono eguali a quelli della fig. 2 e le altitudini alle quali vengono forniti avvisi sono simili a quelle mostrate nella fig. 5. In modo specifico, l'altitudine massima sopra il suolo, in corrispondenza della quale può venire generato un avviso 14 di salita negativa dopo decollo, è indicata dalla linea 38, e la altitudine massima, in corrispondenza della quale può venire generato un avviso 16 di margine sul terreno, è indicata dalla linea 40. In questo esempio, nel punto 152 dove la traiettoria dell'aereo interseca la linea 40, verrà generato un avviso fornendo così una copertura di avviso che non era disponibile nell'impianto della tecnica antecedente illustrato nella fig. 2.

Analogamente, il tipo di impianto di avviso mostrato nella fig. 9 serve a ridurre avvisi disturbanti. La traiettoria 28 ed i profili 26 e 32 di terreno della fig. 11 sono eguali a quelli della fig. 3, la fig. 11 servendo ad illustrare come l'impianto della fig. 9 può ridurre gli avvisi disturbanti del tipo mostrato nella fig. 3. Poiché l'impianto di commutazione di modo della fig. 9 non viene fatto scattare dalla fossa 26 nel terreno e poiché la traiettoria 28 non interseca la linea 38 di avviso di salita negativa dopo decollo o la linea 40 di avviso di margine sul terreno, non verrà generato alcun avviso disturbante per la situazione di volo illustrata nelle figg. 3 e 11. Inoltre, confrontando le figg. 4 e 5, è evidente come il tipo di impianto di avviso mostrato nella fig. 9 possa ridurre il tipo di avvisi disturbanti illustrato nella fig. 4.



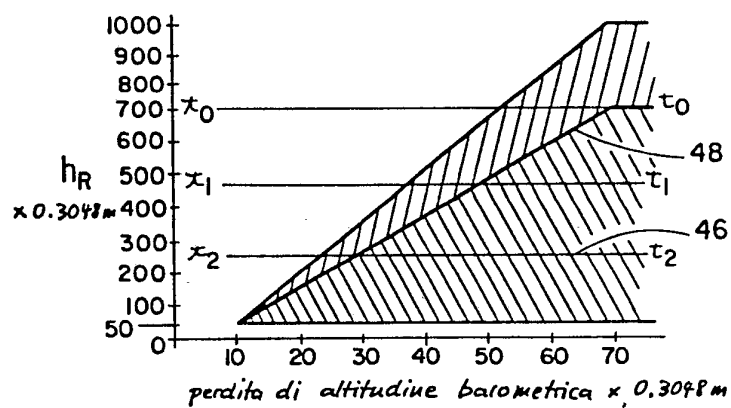


FIG. 6

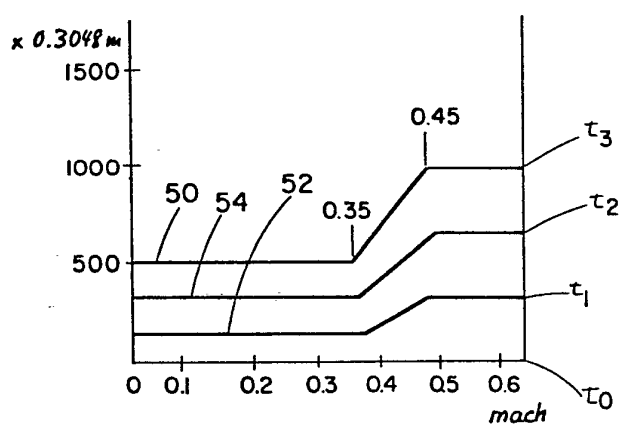


FIG. 7

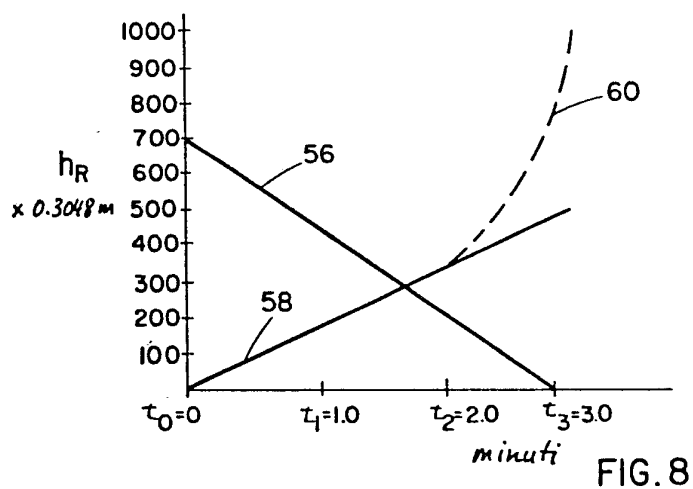


FIG. 8

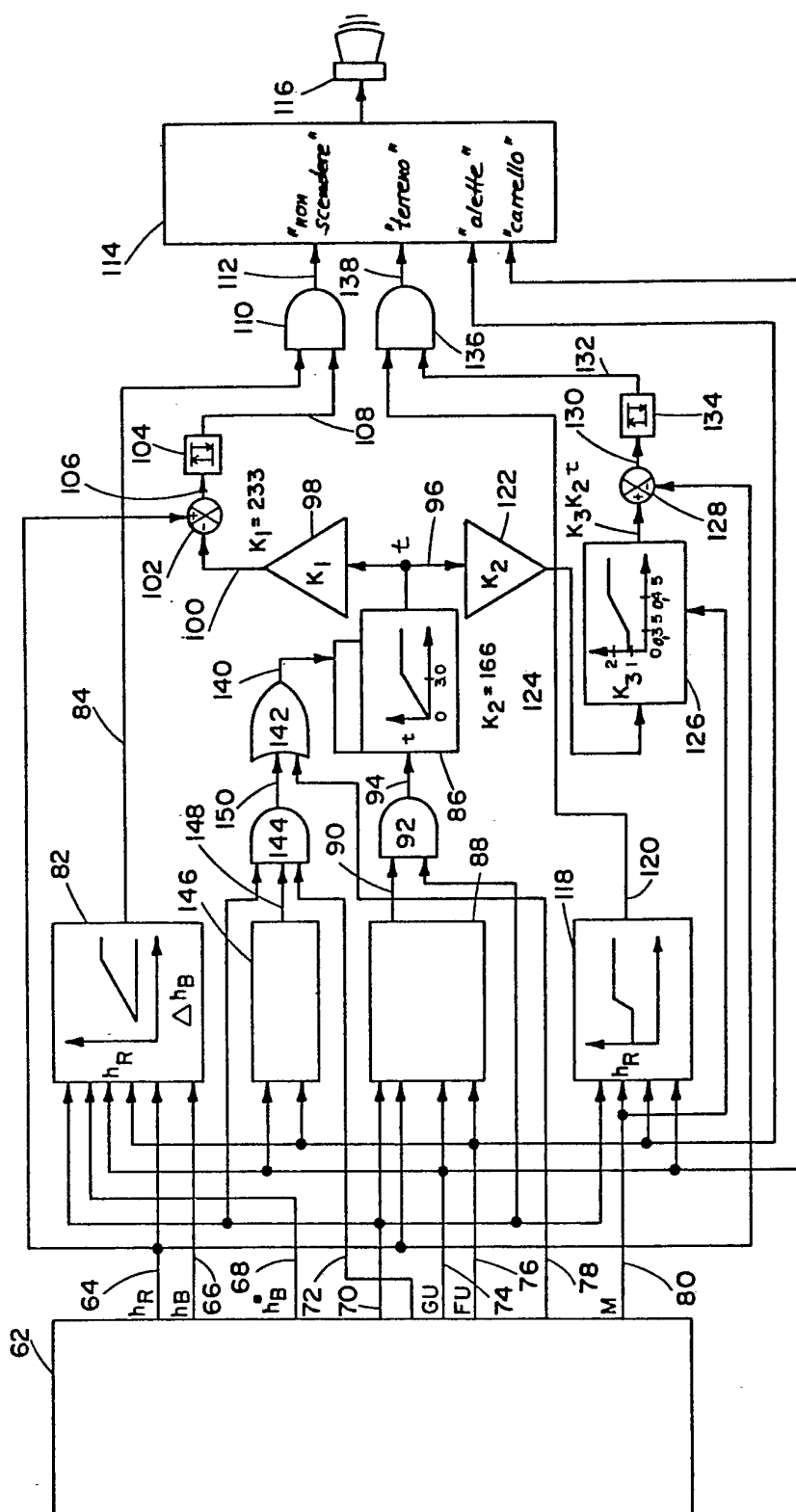


FIG. 9

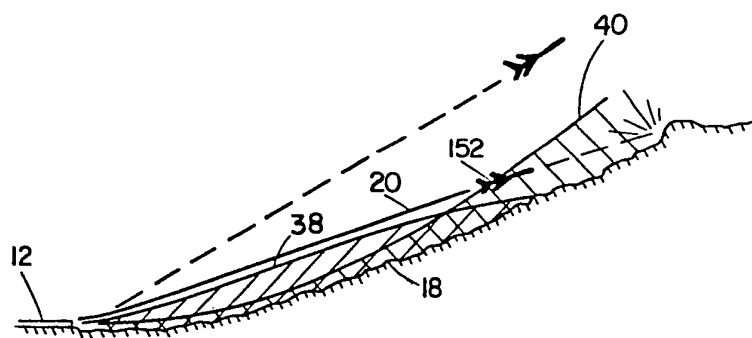


FIG. 10

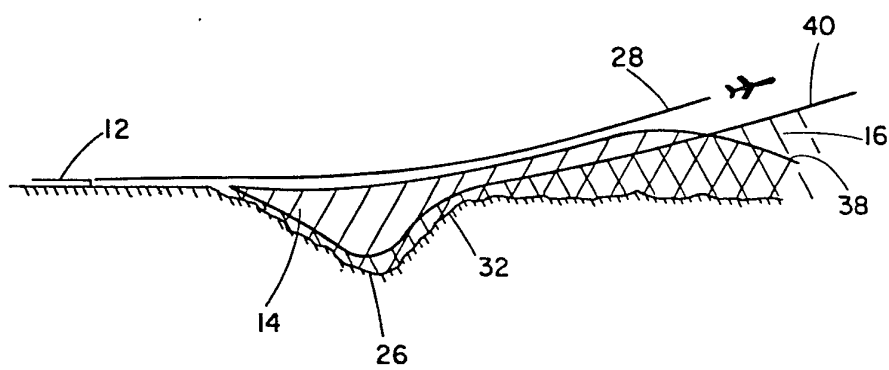


FIG. 11