



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

DOMANDA NUMERO	102006901409397
Data Deposito	28/04/2006
Data Pubblicazione	28/10/2007

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	S		

Titolo

DISPOSITIVO PORTATILE PER LA RILEVAZIONE DI OGGETTI NASCOSTI.



possono essere di vari tipi in base al fenomeno sfruttato per effettuare la rilevazione. Esistono quindi rivelatori a raggi X, a risonanza magnetica, acustici e a raggi infrarossi, rivelatori ad onde millimetriche, ad onda continua modulata in frequenza (FMCW), rivelatori radar, rivelatori a microonde e ognuno di essi sfrutta un determinato fenomeno fisico o elettromagnetico per determinare l'"anomalia" rappresentata da un oggetto celato sotto gli indumenti o all'interno di involucri, borse bagagli etc. Ciascuno dei rivelatori di oggetti nascosti menzionati presenta vantaggi e svantaggi legati agli usuali parametri di valutazione di questi dispositivi che sono la precisione, l'efficienza, l'impatto sulle persone sottoposte al controllo, la facilità d'impiego, il costo.

Considerando e valutando i parametri di cui sopra, i rivelatori a microonde risultano certamente tra i rivelatori migliori anche se presentano, come tutti gli altri, punti di forza ed inconvenienti. In particolare i rivelatori a microonde di tipo dielettrometrico rappresentano un ottimo compromesso tra prestazioni, costi e semplicità di utilizzo ma sono di norma realizzati come dispositivi fissi - spesso in forma di portali - entro cui la persona sottoposta al controllo viene fatta passare, seguendo determinate modalità.

Il dispositivo oggetto della presente invenzione realizza un rivelatore di oggetti nascosti, del tipo a microonde, di dimensioni ridotte e tali da poter essere impiegato in apparecchi di tipo portatile.

#### SOMMARIO DELL'INVENZIONE

L'oggetto del presente trovato è costituito da un dispositivo per la rivelazione di oggetti nascosti che sfrutta un sistema rice - trasmittente

del tipo a microonde, di dimensioni ridotte e tali da poter essere impiegato in apparecchi di tipo portatile.

#### BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Fig. 1 Rappresenta uno schema a blocchi generale del dispositivo secondo la presente invenzione.

Fig. 2 Rappresenta l'elemento rice - trasmittente impiegato in una prima realizzazione preferita della presente invenzione.

Fig. 3 Rappresenta l'antenna doppia impiegata in una seconda realizzazione preferita della presente invenzione.

Fig. 4 Rappresenta l'antenna doppia impiegata in una terza realizzazione preferita della presente invenzione.

Fig. 5 Rappresenta l'antenna a quattro elementi impiegata in una ulteriore realizzazione preferita della presente invenzione.

#### DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Il dispositivo secondo la presente invenzione realizza un rilevatore di oggetti nascosti basato sulla tecnologia a microonde che consente facilità di integrazione in dimensioni contenute e bassa pericolosità per i soggetti sottoposti al controllo. Le microonde vengono sfruttate per misurare eventuali discontinuità dielettriche presenti a contatto del corpo del soggetto sottoposto al controllo, discontinuità dielettriche che possono essere indicative della presenza di un oggetto estraneo.

Il principio di funzionamento del trovato, comunque, prescinde dalla frequenza operativa e può teoricamente essere impiegato con successo con frequenze operative che vanno dalle bande UHF alle microonde cioè da 300MHz a 100GHz.

All'interno di questo ampio spettro di frequenze alcune bande sono risultate oggetto di particolare interesse per la realizzazione pratica del trovato. In particolare: la banda ISM da 2,4 a 2,483 GHz, la banda ISM da 5,725 a 5,875 e la banda da 14 GHz e 30 GHz.

Le caratteristiche che rendono particolarmente interessanti le prime due bande di frequenza sono essenzialmente il basso costo, la facile reperibilità della componentistica e la possibilità di realizzare elementi radianti direttivi ma di dimensioni relativamente contenute. Nel caso della banda da 14 GHz e 30 GHz, invece, si ha che la risposta del corpo umano è particolarmente favorevole per gli scopi della presente invenzione dato che presenta un coefficiente di riflessione legato quasi unicamente allo strato di pelle e quindi pressoché indipendente dai tessuti e dalle disomogeneità sottopelle (ossa, muscoli etc.) che costituiscono elementi di disturbo per la misura.

Il funzionamento del dispositivo secondo la presente invenzione prescinde, inoltre, dalla tecnologia sfruttata per la realizzazione dell'elemento radiante anche se due tipi particolari di antenne sono state considerate maggiormente idonee per la realizzazione del dispositivo secondo la presente invenzione: le antenne planari che consentono la realizzazione relativamente semplice anche di strutture e di array piuttosto complessi e permettono inoltre una facile integrazione con i circuiti ai quali dette antenne sono collegate e le antenne ad apertura che hanno caratteristiche superiori di purezza di polarizzazione anche se sono più costose ed ingombranti.

In riferimento alla Fig. 1, lo schema a blocchi del dispositivo secondo la presente invenzione comprende:

- un modulo sensore a microonde 10 atto ad emettere e ricevere radiazione elettromagnetica, preferibilmente a microonde, da e verso il bersaglio. Detto modulo sensore a microonde 10 è caratterizzato dal fatto di trasmettere e ricevere un segnale elettromagnetico secondo due polarizzazioni distinte orientate spazialmente a 90 gradi l'una dall'altra.
- un modulo cosiddetto front end 11 atto a generare ed acquisire il segnale a microonde corrispondente a detta radiazione elettromagnetica. Preferibilmente detto modulo front end 11 presenta inoltre degli ingressi per segnali di controllo - eventualmente digitali - che ne consentono la gestione da parte di un'unità logica di elaborazione e controllo 13 e delle uscite relative a segnali di controllo preferibilmente di tipo analogico.
- Un modulo di condizionamento e conversione analogico digitale 12, atto ad effettuare una prima elaborazione analogica dei segnali provenienti dal modulo front end 11 e una successiva fase di conversione in digitale dei segnali elaborati. Esempi di elaborazioni analogiche effettuate possono essere filtraggi, amplificazioni, aggiunte di offset. Il modulo di condizionamento e conversione analogico digitale 12 lavora in connessione con la successiva unità logica di elaborazione e controllo 13 inviando dati in formato digitale e ricevendone impostazioni e segnali di controllo.

- Un'unità logica di elaborazione e controllo 13 atta a fornire l'eventuale allarme a seguito della rilevazione della presenza di un oggetto nascosto e a gestire i dati inerenti la taratura, il modo di acquisizione e i criteri di decisione per la risposta. Questo blocco comprenderà preferibilmente almeno un processore associato ad almeno una unità di memoria. Questo blocco presenterà interconnessioni logiche con i blocchi front end 11, condizionamento e conversione 12 e interfaccia utente 14 con i quali scambia comandi, dati e impostazioni.
- Una interfaccia utente 14 atta a comunicare i risultati della misura eseguita tramite opportuni mezzi di segnalazione (segnalatori acustici, display etc. ) all'operatore, e a riceverne i comandi operativi (avvio misura, stop misura etc.) tramite opportuni mezzi di inserimento dati comprendenti, ad esempio, una tastierina alfanumerica. Detta interfaccia utente comprende preferibilmente anche opportuni mezzi di interfacciamento con dispositivi esterni di controllo quali ad esempio un personal computer con il quale è possibile scambiare dati o ricevere comandi o impostazioni.
- Un modulo di alimentazione 15 atto a consentire il funzionamento stand alone del dispositivo e che quindi comprenderà preferibilmente batterie eventualmente ricaricabili, circuiti di ricarica di dette batterie ricaricabili, e indicatori del loro stato di carica.

Il funzionamento del dispositivo secondo la presente invenzione è il seguente: l'elemento rice - trasmittente sfrutta una doppia polarizzazione in modo tale da generare due segnali a microonde

polarizzati spazialmente a 90 gradi. In una prima realizzazione preferita del presente trovato, detto elemento rice - trasmettente è realizzato come riportato nel disegno della Fig. 2. Esso comprende due antenne aventi lo stesso centro di simmetria e aventi 90 gradi di fase spaziale mutua. Ciascuna antenna funziona sia da trasmettitore che da ricevitore per la propria polarizzazione. L'architettura descritta, caratterizzata da un centro di simmetria comune ad entrambe le antenne, consente alla rilevazione di essere particolarmente immune all'inclinazione relativa tra sensore e bersaglio.

Se si provvede ad alimentare dette due antenne mediante un ibrido a 90 gradi elettrici, si produce una polarizzazione circolare e si dimostra che alla bocca di alimentazione si ha un coefficiente di riflessione esprimibile dalla relazione seguente:

$$S_{11} = (\Gamma_v - \Gamma_h)$$

Cioè alla bocca di alimentazione dell'ibrido si ha un coefficiente di riflessione uguale alla differenza vettoriale dei coefficienti di riflessione orizzontale e verticale, e quindi abbiamo, di fatto, un segnale proporzionale alla disomogeneità dello sfondo investigato dai due segnali a microonde che può essere elaborato per rilevare la presenza dell'oggetto nascosto che è causa della disomogeneità di cui sopra.

La procedura di misura svolta dal dispositivo secondo la presente invenzione prevede i seguenti passi:

- a) Scansione tramite segnale elettromagnetico, preferibilmente a microonde, dell'oggetto della misurazione. Detta scansione avviene mediante la generazione, la trasmissione, la ricezione e la



rilevazione di segnali in entrambe le polarizzazioni. Le fasi della scansione possono venire effettuate secondo diverse modalità: la trasmissione dei segnali nelle due diverse polarizzazioni può avvenire in coincidenza temporale oppure no. Possono essere utilizzate tecniche come lo sfasamento tra le polarizzazioni (polarizzazione circolare) o di separazione in frequenza. Questa fase si conclude con la produzione di segnali analogici contenenti le informazioni relative alla misura in corso. Esempi di segnali forniti in uscita dal front end in questa fase sono: l'ampiezza dei segnali nelle due polarizzazioni, la loro fase, il rapporto tra le loro ampiezze, la fase mutua tra i segnali in diversa polarizzazione, la differenza vettoriale tra i segnali relativi alle due polarizzazioni etc.

- b) Condizionamento analogico e conversione dei dati analogici in formato digitale
- c) Elaborazione. Viene eseguita una serie di operazioni logiche e matematiche sui dati di cui al passo precedente, dette operazioni essendo rivolte a mettere il dispositivo in condizione di poter affrontare in maniera univoca e precisa la fase successiva di decisione.
- d) Decisione. Si stabilisce quale sia la condizione corrispondente ai dati ottenuti e si inviano dei segnali opportuni, tramite dispositivi appositi - tipicamente di tipo ottico o acustico - mediante i quali l'operatore viene informato della condizione relativa alla misura effettuata. Si noti che le risposte date dal sistema possono andare oltre il semplice "Allarme on" – "Allarme off". Ad esempio si potrebbe fare sì che il

sistema preveda anche l'indicazione di errore di misura nel caso la misura sia effettuata in condizioni non ottimali (per esempio troppo lontano dal bersaglio).

In una seconda realizzazione preferita, rappresentata nella Fig. 3, l'elemento sensore a microonde viene realizzato con due elementi radianti polarizzati a novanta gradi e aventi centri di simmetria differenti. In una terza realizzazione preferita della presente invenzione l'elemento rice - trasmittente del dispositivo secondo la presente invenzione viene realizzato da una antenna doppia come rappresentata nella Fig. 4 caratterizzata da una divisione, (uno "split") tra gli elementi trasmittenti e riceventi.

L'antenna a croce viene quindi così suddivisa in due strutture distinte in modo che il parametro d'interesse da misurare sia in questo caso, anziché un coefficiente di riflessione come in precedenza, il coefficiente di trasmissione  $S_{21}$  che risulta proporzionale alla disomogeneità dello sfondo riflettente nel caso sia presente un oggetto occultato.

In una ulteriore realizzazione preferita della presente invenzione l'antenna doppia viene realizzata separando spazialmente le singole antenne nel modo rappresentato nella Fig. 5. In questo caso si impiegano quattro antenne di cui due in polarizzazione verticale (Tx e Rx) e due in polarizzazione orizzontale (Tx e Rx). Dette quattro antenne si trovano ai quattro vertici di un quadrato e quelle con stessa polarizzazione si trovano in corrispondenza dei vertici opposti.

La polarizzazione, cioè l'orientamento del campo elettrico di ogni antenna, è parallela alla diagonale del quadrato relativa al vertice in cui l'antenna si trova.

In questo caso la disomogeneità da rilevare viene misurata attraverso la misurazione dei coefficienti di trasmissione S31 e S42.

In una realizzazione pratica di detta realizzazione preferita del dispositivo secondo la presente invenzione, sono stati adottati i seguenti accorgimenti costruttivi e i seguenti parametri di lavoro:

- Ognuna delle antenne impiegate risulta composta da un array planare di 4 patch alimentati in fase al fine di aumentarne la direttività
- Inclinazione dei singoli elementi radianti in modo che gli assi di tutte le antenne si incontrino a circa 20cm di altezza.
- Architettura simmetrica del front end con un solo generatore commutabile sui due elementi trasmettenti e un solo rilevatore logaritmico di ampiezza commutabile sui due elementi riceventi.
- Inserimento di materiale radioassorbente al centro del sensore tra le quattro antenne in modo da attenuare riflessioni multiple ed accoppiamenti diretti.
- Distanza ottima di lavoro attorno a 10 cm.
- Possibilità di effettuare misure su più frequenze - tra 5,6 e 5,9GHz- e possibilità di elaborare complessivamente i dati relativi a misure a frequenze differenti.

- Interfacciabilità ad un personal computer esterno tramite un software dedicato che ne consente la programmazione dei parametri principali e la visualizzazione delle misure in tempo reale.
- Segnalatore acustico di allarme.
- Alimentazione con batterie di tipo ricaricabile.

In questa realizzazione, il passo a) della procedura descritta in precedenza viene effettuato secondo i seguenti passi:

- I. Generazione del segnale a microonde e invio di questo al trasmettitore in polarizzazione verticale.
- II. Collegamento del rilevatore all'elemento ricevente verticale e invio del segnale analogico relativo a questa misura alla rete di condizionamento e conversione.
- III. Generazione del segnale a microonde e invio di questo al trasmettitore in polarizzazione orizzontale.
- IV. Collegamento del rilevatore all'elemento ricevente orizzontale e invio del segnale analogico relativo a questa misura alla rete di condizionamento e conversione.

In questo caso detti segnali analogici sono proporzionali all' ampiezza dei coefficienti di trasmissione dei segnali ricetrasmessi verticale e orizzontale.

In una ulteriore realizzazione pratica di detta realizzazione preferita del dispositivo secondo la presente invenzione, sono stati adottati i seguenti accorgimenti costruttivi e i seguenti parametri di lavoro:

- Sensore a microonde di tipo planare in cui ogni antenna risulta composta da un patch con alimentazione a fessura.

- Architettura del front end comprendente due moduli di generazione e due ricevitori. Ognuna delle antenne di trasmissione è connessa direttamente al proprio generatore e ognuna delle antenne di ricezione è connessa direttamente al proprio ricevitore
- Possibilità di effettuare misure su più frequenze, nell'intervallo 2,4 - 2,5 GHz, e possibilità di elaborare complessivamente i dati relativi a misure effettuate a frequenze differenti.
- Distanza di lavoro dal bersaglio intorno a 6 cm
- Interfacciabilità ad un personal computer esterno tramite un software dedicato che ne consente la programmazione dei parametri principali e la visualizzazione delle misure in tempo reale.
- Segnalatore acustico di allarme.
- Alimentazione con batterie di tipo ricaricabile.

Anche in questo caso detti segnali analogici sono proporzionali all'ampiezza dei coefficienti di trasmissione dei segnali ricetrasmessi verticale e orizzontale.

Questa seconda realizzazione pratica lavora nella regione di campo vicino dato che la distanza di lavoro è circa 6 cm e quindi inferiore alla lunghezza d'onda che alle frequenze di lavoro risulta intorno a 12,5cm.

**RIVENDICAZIONI**

1. Dispositivo per la rilevazione di oggetti nascosti comprendente:  
un modulo sensore a microonde (10) atto ad emettere radiazione elettromagnetica a microonde verso un bersaglio e a riceverne il segnale riflesso; un modulo front end (11) atto a generare ed acquisire il segnale a microonde corrispondente a detta radiazione elettromagnetica; un modulo di condizionamento e conversione analogico digitale (12) atto ad elaborare i segnali provenienti da detto modulo front end (11); un'unità logica di elaborazione e controllo (13), associata a detto modulo di condizionamento e conversione analogico digitale (12), atta a fornire l'eventuale allarme a seguito della rilevazione della presenza di un oggetto nascosto; una interfaccia utente (14) atta a comunicare all'operatore i risultati della misura eseguita tramite opportuni mezzi di segnalazione e a riceverne impostazioni e comandi tramite opportuni mezzi di inserimento dati; un modulo di alimentazione (15).
2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che detto modulo sensore a microonde (10) è atto a trasmettere e ricevere un segnale elettromagnetico secondo due polarizzazioni distinte orientate spazialmente a novanta gradi l'una dall'altra.
3. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 2 caratterizzato dal fatto che detto modulo front end (11) presenta degli ingressi atti a

ricevere opportuni segnali di controllo, eventualmente di tipo digitale.

4. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 3 caratterizzato dal fatto che detta unità logica di elaborazione e controllo (13) è ulteriormente atta a gestire le operazioni di taratura, le modalità di acquisizione dati e i criteri di decisione per la valutazione della eventuale presenza di una condizione di allarme.
5. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 4 caratterizzato dal fatto che detta unità logica di elaborazione e controllo (13) comprende almeno un processore associato ad almeno una unità di memoria.
6. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 5 caratterizzato dal fatto che detti mezzi di segnalazione sono scelti nel gruppo comprendente segnalatori acustici e display.
7. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 6 caratterizzato dal fatto che detti mezzi di inserimento dati comprendono una tastierina alfanumerica.
8. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 7 caratterizzato dal fatto che detta interfaccia utente (14) comprende opportuni mezzi di interfacciamento con dispositivi esterni di controllo.
9. Dispositivo secondo la rivendicazione 8 caratterizzato dal fatto che detti dispositivi esterni di controllo comprendono un personal computer.

10. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 9 caratterizzato dal fatto che detto modulo di alimentazione (15) comprende almeno una batteria.
11. Dispositivo secondo la rivendicazione 10 caratterizzato dal fatto che detta batteria è di tipo ricaricabile e munita di opportuni circuiti di ricarica e di opportuni indicatori del livello di carica.
12. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 11 caratterizzato dal fatto che detto modulo sensore a microonde (10) comprende due antenne aventi lo stesso centro di simmetria e aventi novanta gradi di fase spaziale mutua.
13. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 11 caratterizzato dal fatto che detto elemento sensore a microonde (10) viene realizzato con due elementi radianti polarizzati a novanta gradi e aventi centri di simmetria differenti.
14. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 13 caratterizzato dal fatto che detto modulo sensore a microonde (10) comprende una antenna doppia caratterizzata da una divisione tra gli elementi trasmettenti e riceventi.
15. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 11 caratterizzato dal fatto che detto modulo sensore a microonde (10) comprende quattro antenne di cui due in polarizzazione verticale (Tx e Rx) e due in polarizzazione orizzontale (Tx e Rx), dette quattro antenne essendo disposte ai quattro vertici di un quadrato in modo che quelle con stessa polarizzazione si trovano in corrispondenza dei vertici opposti.



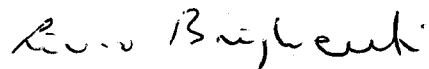
16. Dispositivo secondo la rivendicazione 15 caratterizzato dal fatto che la polarizzazione di dette quattro antenne è parallela alla diagonale del quadrato relativa al vertice in cui ciascuna antenna è disposta.
17. Dispositivo secondo le rivendicazioni 15 – 16 caratterizzato dal fatto che dette quattro antenne sono costituite da un array planare di quattro patch alimentati in fase.
18. Dispositivo secondo le rivendicazioni 15 – 17 caratterizzato dal fatto che detto modulo sensore a microonde (10) comprende del materiale radioassorbente disposto al centro di dette quattro antenne, atto ad attenuare riflessioni multiple ed accoppiamenti diretti.
19. Dispositivo secondo le rivendicazioni 1 – 18 caratterizzato dal fatto di avere una frequenza operativa appartenente all'intervallo scelto nel gruppo comprendente: 2,4 GHz - 2,483 GHz; 5,725 GHz - 5,875 GHz e 14 GHz - 30 GHz.
20. Metodo per la rilevazione di oggetti nascosti comprendente i seguenti passi:
  - a) Scansione tramite segnale elettromagnetico a microonde, del bersaglio della misurazione.
  - b) Condizionamento e successiva conversione in formato digitale dei dati analogici relativi a detta scansione.
  - c) Elaborazione dei dati di cui al passo b).
  - d) Determinazione della condizione corrispondente ai dati di cui ai passi precedenti.

- e) Generazione dei segnali di informazione opportuni mediante i quali l'operatore viene informato della condizione relativa alla misura effettuata.
21. Metodo secondo la rivendicazione 20 caratterizzato dal fatto che detto passo a) comprende gli ulteriori passi seguenti:
- f) Generazione del segnale elettromagnetico a microonde e invio al trasmettitore in polarizzazione verticale.
  - g) Collegamento del rilevatore all'elemento ricevente verticale e invio del segnale analogico relativo a questa misura al modulo di condizionamento e conversione del segnale.
  - h) Generazione del segnale elettromagnetico a microonde e loro invio al trasmettitore in polarizzazione orizzontale.
  - i) Collegamento del rilevatore all'elemento ricevente orizzontale e invio del segnale analogico relativo a questa misura al modulo di condizionamento e conversione del segnale.
22. Metodo secondo la rivendicazione 21 caratterizzato dal fatto che detto segnale analogico di cui al passo g) è scelto nel gruppo comprendente segnali determinati in funzione di: ampiezza dei segnali nelle due polarizzazioni; fase di detti segnali; il rapporto tra le ampiezze di detti segnali; la fase mutua tra detti segnali nelle due polarizzazioni; la differenza vettoriale tra detti segnali relativi alle due polarizzazioni.
23. Metodo secondo le rivendicazioni 20 – 22 caratterizzato dal fatto di essere svolto dal dispositivo per la rilevazione di oggetti nascosti secondo le rivendicazioni 1 – 19.

Firenze, 27/04/06

p. SAIMA SICUREZZA S.p.A.

il Mandatario



Dr. Livio Brighenti

della NOTARBARTOLO & GERVASI

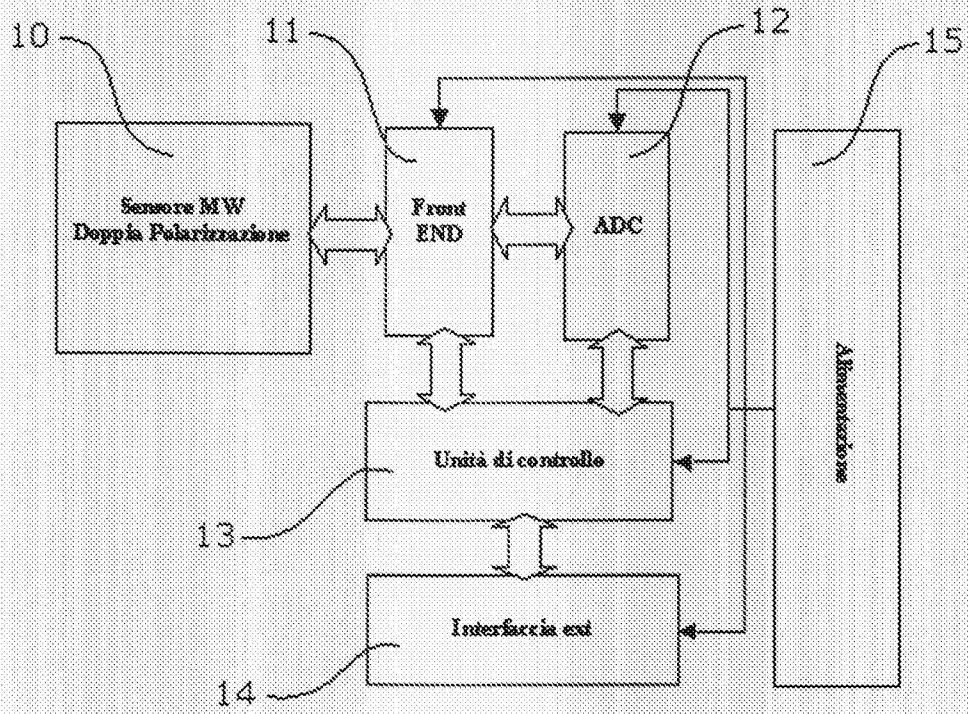


Fig. 1

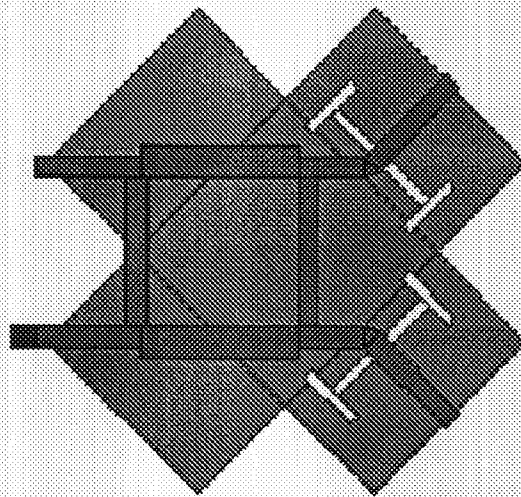


Fig. 2

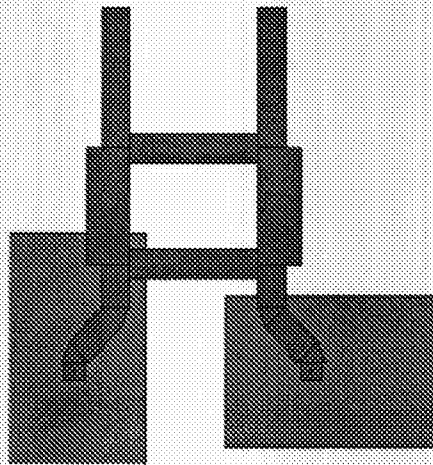


Fig. 3

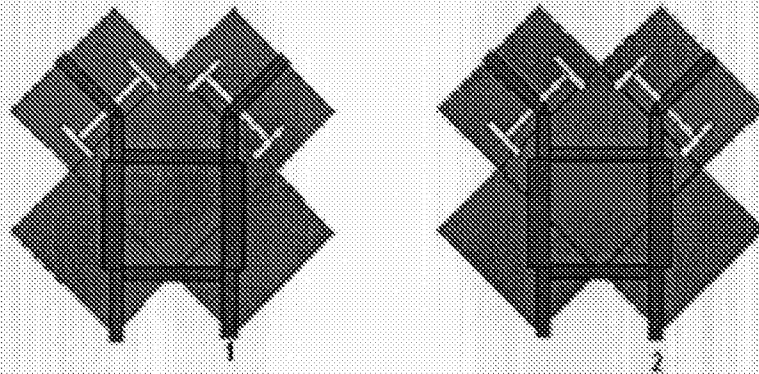


Fig. 4

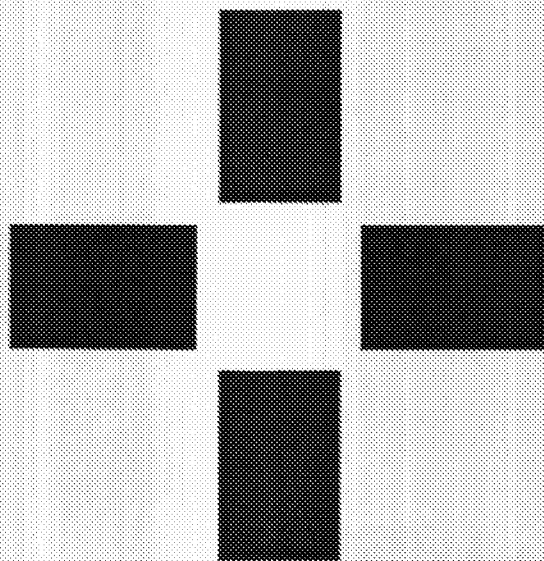


Fig. 5